



HAL
open science

Pratiques de gestion des effluents d'élevage en zone de montagne. L'exemple du Massif central

Benoît Janichon

► **To cite this version:**

Benoît Janichon. Pratiques de gestion des effluents d'élevage en zone de montagne. L'exemple du Massif central. Agronomie. AgroParisTech, 2009. Français. NNT: . tel-01166097

HAL Id: tel-01166097

<https://pastel.hal.science/tel-01166097v1>

Submitted on 22 Jun 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Remerciements

Ces années de doctorat me font l'effet d'un championnat de rugby à l'issue duquel vous touchez le Saint Graal de tout joueur, le Bouclier. Voici qu'aujourd'hui, j'ai enfin atteint celui de tout doctorant, la thèse. Mais dans le doctorat comme dans le rugby, je ne suis qu'une petite partie d'un tout. Dans ce championnat de longue haleine, l'équipe a subi milles péripéties, certaines joyeuses, certaines douloureuses, toujours dans l'amitié, l'échange et la rencontre. En dresser la liste, sans oublier personne, est toujours un art délicat. C'est néanmoins avec bonheur que je vais m'y plier.

Comme dans toute bonne histoire, il faut un début. Ce fut pour moi un soir de remise de diplôme par une proposition de Jean-Paul COUHERT. Le sujet pouvait paraître peu attrayant à quelques-uns. Pour moi il avait presque l'attrait d'une source d'eau fraîche. L'offre fut tellement tentante que je l'acceptai dans les heures qui suivirent, sans évaluation véritable des heures de labeur qu'elle entraînerait. Sans ce recruteur émérite qui m'entraîna sur les chemins insoupçonnés du compost, du fumier et du lisier, je ne serais pas là aujourd'hui. Qu'il soit remercié pour son initiative et tout ce qu'il a pu apporter au cours de cette thèse !

Comme dans toute bonne équipe de rugby, il faut des entraîneurs. Mon premier entraîneur, Gilles BRUNSCHWIG, ne s'attendait pas à s'atteler à si rude tâche. Entre découragements et progrès lents (il dut même recourir au dopage, mais à base de chocolat uniquement), le combat permanent pour m'amener à plus de rigueur scientifique et me détacher de mes approches agrico-agricoles fut difficile. Je pense qu'il l'a gagné. Je le remercie pour l'énormité du travail accompli.

Mon second entraîneur, Marc BENOIT, apporta avec lui toute la fraîcheur de ses Vosges. Son enthousiasme, ses idées débordantes, sa facilité à vous faire partager son métier et à parler de sa région ont contribué à alimenter ma problématique et mon approche historique de la gestion des effluents. A trop phosphorer, cela m'a également valu quelques neurones grillés.

Si la recherche nourrit l'esprit, elle néglige parfois le corps. Ce ne fut pas le cas de cette thèse qui s'est déroulée dans d'excellentes conditions matérielles. Je remercie ici le Président de la CUMA Orga-Fertil, Patrick GANNE, et le Président de la CUMA Départementale de Compostage du Puy-de-Dôme, Jacques FORCE, pour m'avoir accueilli dans leurs structures avec tous les désagréments et les soucis que cela peut impliquer pour ces petites structures. Je remercie également le Directeur de la Fédération Départementale des CUMA du Puy-de-Dôme, Jean JALLAT, et son équipe, Elisabeth MIZOULE et Charles-Henri LAYAT, pour leur appui tout au long de cette thèse.

Je remercie Georges GOSSET, Directeur de l'Enita Clermont, Claire AGABRIEL et Christian PERRIER, responsables successifs du Département Agricultures et Espaces pour l'accueil réservé entre leurs murs. J'adresse également mes remerciements au personnel de l'Agence Nationale de la Recherche et de la Technologie qui a su voir l'intérêt de cette thèse malgré un sujet peu académique.

Parmi ceux qui ont abreuvé l'esprit, je tiens à remercier tout particulièrement Mathieu CAPITAINE pour les précieux conseils accordés. Je remercie également Sylvie LARDON et Éric BORDESSOULE d'avoir accepté de participer à mon comité de pilotage, de partager leurs expériences et de m'aider à choisir les meilleures directions. Je remercie enfin Jean LOSSOUARN qui, lorsque je n'y croyais plus, a su trouver les mots pour faire repartir la mécanique. Par sa relecture éclairée de certaines parties, il a largement contribué à la délivrance de ce jour.

Une thèse sur les pratiques ne peut se faire sans ceux qui pratiquent ! Si je ne peux les remercier nominativement ici, que tous les agriculteurs rencontrés sachent qu'ils sont les piliers de ma mêlée sans qui cette thèse n'aurait pu exister. Merci pour les repas improvisés, pour m'avoir appris le goût du café, pour m'avoir indiqué les lieux à découvrir de votre région, pour m'avoir fait découvrir pendant quelques heures, quelques jours, votre exploitation, pour le temps accordé et votre patience face à mes questions quelques peu intrusives... Vous êtes le sel de ce travail !

Un merci tout particulier aux trois agriculteurs du suivi qui se sont pliés à mes exigences bizarres, m'ont fait une place dans le tracteur, ont répondu à mes questions les plus étranges et m'ont ouvert leur table.

Merci également à tous les conseillers des Chambres d'Agriculture, ou autres structures agricoles, que j'ai rencontrés ou qui m'ont épaulé au cours de cette thèse. Je ne peux tous les citer ici, mais je pense plus particulièrement à Stéphane VIOLLEAU, Olivier ROQUEFEUIL de la Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme, Olivier PATOUT et Jean-Marie DEVIMEUX de l'AVEM et André VALAT de la Chambre d'Agriculture de Lozère, sans qui une grande partie de ce travail n'aurait pu avoir lieu. J'adresse également mes remerciements à Jean-Pierre CHAPUT et à toute l'équipe de l'exploitation agricole du Lycée agricole de Brioude avec qui j'ai longuement travaillé.

Au cours d'une thèse, nombreux sont ceux qui vous épaulent et vous encouragent. Alors un grand Merci aux membres anciens comme nouveaux des unités de recherche AFOS et EPR, Noëlle GUIX, Nathalie VASSAL, Gaël ALVAREZ, Bernard REMOND, Fabienne BLANC, Claire LAURENT, Michel BOUILHOL, CHANTALE CHASSAING, CECILE SIBRA ET Isabelle BOISDON. Un grand merci également à Christian COUGOUL, Laurence ANDANSON et Pascale COURTINE du Laboratoire d'analyse des sols et des végétaux pour l'aide précieuse apportée dans les prélèvements, traitements et analyses des échantillons. Merci encore aux collègues du département Agricultures et Espaces et de l'Enita Clermont, notamment Christophe POIX, Yves MICHELIN, Dominique ORTH, Georges GIRAUD, Philippe JEANNEAUX, Christophe DESPRES et Olivier AZNAR.

Merci enfin à tous ceux sans qui beaucoup de choses vous paraissent impossibles : la cellule informatique, le cdist (merci à Béatrice DAVI, Christophe ETARD, Florence LEMAIRE et Richard JOUEN), la reprographie (merci à Jacques PITAVY), l'accueil (merci à Dominique POIGNET et Brigitte BOYER), les services intérieurs et le self.

Comme au rugby, il y a aussi des juges arbitres. Je remercie particulièrement Philippe LECOMTE et Philippe LETERME qui ont accepté de se prêter à l'évaluation de ce cheminement. Qu'ils veuillent bien m'excuser pour ma prose parfois si délayée.

Une thèse n'est pas possible sans le seizième homme. C'est grâce au soutien proche de Gisèle, Alain, Eli, Jojo, Lydie, Anne-Lise, Lucie, Priscilla et Sylvain, mais aussi plus lointain de tous les amis. Je ne vous ai pas oublié, j'étais juste très occupé.

Un autre merci à tous les joueurs de l'équipe de rugby de Pulvérières pour m'avoir permis d'expulser toute la tension accumulée au cours des semaines, mois, années ! Encore désolé pour vos pieds et allez les verts !

Un remerciement tout particulier à Tonio, Xavier et Cyril pour leur compréhension et leur soutien. Un énorme remerciement à Fabienne et Olivier, sans vous deux et surtout toi Olivier, la fin aurait été bien difficile. Merci pour votre patience, vos encouragements, votre absence de réaction face à mes sautes d'humeur et pour toutes ces petites choses données qui rendent la vie si agréable !

Enfin, rien de tout cela n'aurait été possible sans l'appui de ma famille ! Merci à mon père pour m'avoir injecté le virus de l'agriculture dans les veines, à ma grand-mère, ma mère et ma sœur pour le soutien continu accordé ! Merci à mon oncle et ma tante pour leurs encouragements. Et, Merci à Sylvie et Antoine pour leur patience, indulgence et amour.

« *Le meilleur moyen d'aller à l'essai, c'est la ligne droite* » (Christophe EGERSEGI, entraîneur du club de rugby de l'A.S. Pulvérières). Pour moi, ce ne fut qu'après bien des détours, mais l'essentiel n'est-il pas de franchir la ligne !

PS : pour ceux qui auraient l'envie ou le désir de se lancer dans une thèse sur la gestion des effluents d'élevage, quelques conseils pratiques :

- Achetez-vous un appareil photo étanche, il survivra au bain de lisier !
- Ne mettez pas de montre à laquelle vous tenez, le lisier c'est corrosif !
- Ayez une femme compréhensive. Certains soirs, vous ne sentirez vraiment pas bon !
- Prévoyez une voiture résistante aux génisses qui ont envie de l'essayer !
- Ne soyez pas sensible aux petits désagréments (conjonctivites et autres banalités) provoqués par la manipulation des effluents...

Avec tout cela, vous devriez pouvoir commencer !

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE.....	19
CHAPITRE 1 : ÉVOLUTION DES PRATIQUES DE GESTION DES EFFLUENTS D'ÉLEVAGE EN FRANCE.....	27
1. CONTEXTE GENERAL DES EFFLUENTS D'ÉLEVAGE	27
2. NAISSANCE DE L'ÉLEVAGE, UNE GAMME TRES ETENDUE D'USAGE DES DEJECTIONS	28
3. GAULOIS ET GALLO-ROMAINS, DES DEJECTIONS OVINES FORTEMENT VALORISEES PAR LES CULTURES	30
4. LE MOYEN ÂGE (V ^E – XV ^E SIECLES) : FONCTION ECONOMIQUE ET AGRONOMIQUE PRIMORDIALE DE LA FUMURE	31
41. Le haut Moyen Âge : transfert de fertilité par les ovins des surfaces pâturées aux cultures.....	31
42. Le Moyen Âge central : recul de l'élevage et des surfaces fertilisées	32
43. Le Moyen Âge tardif : mise en place de la fumure liée aux transhumances.....	33
5. DE LA RENAISSANCE A L'ANCIEN REGIME (XV ^E - XVIII ^E SIECLES), UNE COMPLEMENTARITE AGRONOMIQUE ENTRE ELEVAGE ET CULTURES.....	34
51. Des agronomes militants pour l'utilisation des effluents	35
52. Une gestion réservée aux élevages spéculatifs.....	36
53. Gestion des effluents en zone de plaine	37
54. Gestion des effluents bovins en zone de montagne.....	38
541. Exemples de la ferti-irrigation.....	38
542. Exemple des parcs de traite.....	40
55. Gestion des déjections ovines en zone de montagne.....	42
551. Exemple des nuits de fumature en Lozère.....	42
552. Autres exemples régionaux	43
56. Une complémentarité cultures-élevage plus forte en montagne, toujours en vigueur aujourd'hui	45
6. L'AGE INDUSTRIEL (1830 –1950) : DES ENGRAIS DIVERSEMENT UTILISES	46
7. DE 1950 A NOS JOURS : DES DECHETS EMBARRASSANTS.....	49
71. Généralisation de la fertilisation chimique.....	50
72. Spatialisation et spécialisation culture / élevage	51
73. Des pratiques bouleversées par l'évolution des bâtiments et des techniques.....	52
731. De nouveaux effluents, de nouvelles pratiques	52
732. Des bâtiments qui évoluent	52
733. Généralisation du matériel d'épandage	53
74. Une gestion des effluents qui doit évoluer	54
75. Des problèmes de gestion devenant récurrents	56
76. Des disparités régionales.....	57
77. Une évolution des pratiques due partiellement à la réglementation.....	58
771. Une réglementation obligatoire très contraignante.....	59
772. Les aides à la mise aux normes	60
773. Des dispositifs incitatifs et contractuels	60
8. LA GESTION DES EFFLUENTS D'ÉLEVAGE, UNE NECESSITE QUI PERDURE.....	61

CHAPITRE 2 : PROBLEMATIQUE, CONCEPTS ET OBJETS DE RECHERCHE63

1. PROBLEMATIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE.....	63
11. Une grande diversité d’effluents et de pratiques de gestion.....	63
12. Dualité des problématiques entre plaine et montagne.....	64
13. Une valorisation agronomique primordiale.....	66
14. Un travail à l’échelle de l’exploitation.....	66
15. Problématique	67
151. Pratiques de gestion des effluents d’élevage.....	67
152. Facteurs déterminant les pratiques de gestion des effluents d’élevage	68
2. CHOIX DU TERRITOIRE D’ETUDE, LE MASSIF CENTRAL	69
21. Spécificités des territoires de montagne en lien avec les effluents d’élevage.....	69
211. Des montagnes tournées vers l’élevage en système herbager	69
212. Des contraintes particulières pour l’exploitant agricole	70
22. Le Massif central, une montagne diversifiée	71
221. Caractéristiques générales du Massif central	71
222. L’agriculture dans le Massif central.....	74
2221. Une agriculture qui reste importante tout en se professionnalisant.....	74
2222. Une montagne tournée vers l’élevage.....	74
223. Des rejets azotés issus de l’élevage dans l’ensemble peu importants	79
3. OBJETS D’ETUDE ET CONCEPTS UTILISES	80
31. Les effluents d’élevage	81
311. Qu’est ce qu’un effluent d’élevage ?	81
3111. Les effluents issus directement des animaux	82
3112. Les effluents non issus directement des animaux	84
3113. Caractéristiques générales des effluents d’élevage.....	84
312. Intérêts de la valorisation des effluents pour les agriculteurs.....	85
3121. Les enjeux agronomiques et technologiques.....	85
3122. Les enjeux d’ordre économique.....	86
3123. Les enjeux d’ordre social.....	87
3124. Les enjeux environnementaux et sanitaires.....	89
3125. Évaluation des effets sur l’environnement.....	90
313. Des produits à l’interface de la zootechnie et de l’agronomie.....	90
32. Les pratiques de gestion des effluents d’élevage.....	91
321. Définition des pratiques et de leur diversité.....	91
322. Les pratiques liées à la gestion des effluents d’élevage.....	93
323. Les déterminants des pratiques de gestion des effluents d’élevage	94
324. Utilisation du territoire et variabilité des pratiques de gestion des effluents.....	95
3241. Définition de l’utilisation du territoire en lien avec la gestion des effluents.....	95
3242. Dimension spatiale et temporelle des phénomènes et enjeux	96
3243. Différenciation spatiale liée à la réglementation.....	97
325. Représentation des décisions des éleveurs / gestionnaires d’effluents d’élevage	98
3251. Modèle conceptuel d’action.....	99
3252. Décomposition du système de production et de gestion de l’azote.....	102
3253. Planification et pilotage	103

4. MODELE CONCEPTUEL D'ANALYSE LIANT DETERMINANTS ET PRATIQUES DE GESTION DES EFFLUENTS D'ELEVAGE.....	103
41. Une première tentative avec le modèle DPSIR.....	103
411. Présentation du modèle	103
412. Application à la gestion des effluents d'élevage.....	104
42. Un modèle développé pour cette étude, l'approche globale centrée sur les effluents d'élevage..	105

CHAPITRE 3 : LA CONSTRUCTION DE LA DEMARCHE D'ETUDE DES EFFLUENTS D'ELEVAGE, CHOIX METHODOLOGIQUES ET POSTULATS107

1. UNE DEMARCHE D'ETUDE S'APPUYANT SUR TROIS DISPOSITIFS DISTINCTS	107
2. LE SUIVI DE TROIS EXPLOITATIONS AGRICOLES COMME DISPOSITIF D'OBSERVATION DES PRATIQUES	108
211. Choix du territoire et des exploitations	108
212. Opérations de suivi effectuées.....	110
2121. Mesures de densité, de tonnage et de temps de travaux.....	110
2122. Répartition des épandages	112
3. DES ENQUETES EN EXPLOITATIONS POUR DECRIRE LA DIVERSITE DES PRATIQUES DE GESTION ET DE LEURS DETERMINANTS.....	113
31. Un outil méthodologique : une typologie d'exploitations agricoles à partir d'enquêtes directes	113
311. Choix des territoires d'enquêtes.....	114
312. Mise en place du protocole d'étude.....	115
32. Identifier et caractériser les structures des exploitations agricoles	117
33. Identifier et caractériser de façon simplifiée la diversité des pratiques de gestion des effluents d'élevage	120
331. Représentation du flux d'effluents d'élevage sur une année.....	120
332. Représentation de la gestion pluriannuelle des effluents d'élevage.....	122
34. Résultats obtenus.....	123
4. ÉVALUER L'IMPACT DE DIFFERENTS MODES DE FERTILISATION ORGANIQUE SUR LA PRODUCTION FOURRAGERE HERBAGERE.....	124
41. Un dispositif expérimental comparant différents effluents	125
411. Traitements et doses expérimentés.....	125
412. Répétition du dispositif dans 11 sites répartis dans le Massif central	125
42. Mesures effectuées.....	127
421. Mesures de rendement.....	127
422. Relevés floristiques	127
423. Relevés botaniques.....	127
424. Analyses des produits organiques épandus et du sol.....	127
43. Méthodes de calcul utilisées.....	128
431. Évapotranspiration potentielle.....	128
432. Valeur fertilisante et amendante d'un produit organique	128
44. Traitements statistiques sur l'ensemble des données	129
441. Traitements statistiques à l'échelle de chaque essai.....	129
442. Traitements statistiques après regroupement des départements	129

CHAPITRE 4 : SUIVI DE TROIS EXPLOITATIONS.....131

1. PRESENTATION DES EXPLOITATIONS SUIVIES	131
11. Une région propice à l'élevage	131
12. Élevage Li01	131
121. Production et manipulation des effluents d'élevage.....	131
1211. Présentation de l'exploitation	131
1212. Les bâtiments d'élevage	132
122. Allocation des effluents d'élevage	133
1221. Les surfaces exploitées	133
1222. Le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents.....	133
123. L'enregistrement des pratiques	136
13. Élevage Li02	136
131. Production et manipulation des effluents d'élevage.....	136
1311. Présentation de l'exploitation	136
1312. Les bâtiments d'élevage	137
132. Allocation des effluents d'élevage	138
1321. Les surfaces exploitées	138
1322. Le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents.....	139
133. L'enregistrement des pratiques	141
14. Élevage Li03	141
141. Production et manipulation des effluents d'élevage.....	141
1411. Présentation de l'exploitation	141
1412. Les bâtiments d'élevage	142
142. Allocation des effluents d'élevage	142
1421. Les surfaces exploitées	142
1422. Le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents.....	143
15. L'enregistrement des pratiques	145
2. LE FUMIER, UN PRODUIT A LA MANIPULATION COMPLEXE	145
21. Le curage du fumier, une étape de gestion à part entière.....	145
211. Facteurs de déclenchement du curage et conditions climatiques associées.....	145
2111. Un facteur déclenchant, la hauteur de fumier	145
2112. Des conditions climatiques parfois difficiles	146
212. Matériel de curage et main-d'œuvre	147
2121. Matériel de curage	147
2122. Main-d'œuvre nécessaire.....	148
213. Des spécificités propres à chaque bâtiment.....	149
2131. Des bâtiments plus ou moins facile à curer.....	149
2132. Des bâtiments à préparer	150
214. Des matières sèches de fumiers dans la norme	151
215. Des hauteurs et densités de fumier très variables	152
2151. Des hauteurs de fumier variables.....	152
2152. Des densités de fumier variables à l'intérieur d'un bâtiment.....	154
216. Des bennes chargées en fumier selon un protocole fixe.....	156
2161. La méthode de curage.....	156
2162. Une méthode d'analyse, le comptage des fourches.....	159
2163. Un nombre stable de fourches par benne	160
2164. Évaluation du temps par fourche de fumier	161
2165. Méthode de chargement des bennes.....	162
2166. Des bennes de fumier mal remplies	163
217. Masse de fumier produite.....	164
2171. Calcul de la masse théorique de fumier sorti	164

2172.	Masse réelle produite de fumier et extrapolation	166
2173.	Des fourches de fumier stables en masse d'un curage à l'autre	167
218.	Des trajets variables	168
2181.	Une distance stabulation – tas de fumier propre à chaque exploitation	168
2182.	Un temps de trajet aller plus long	170
219.	Temps de transport total des bennes	172
2191.	Des temps de transport assez réguliers	172
2192.	Quelques « incidents » qui coûtent du temps.....	174
2110.	Temps de travaux sur l'exploitation.....	175
21101.	Durée moyenne de curage et de transport par benne	175
21102.	Rapport de chaque tâche à la durée totale des travaux.....	175
21103.	Temps effectif de travail de curage	176
2111.	Le curage du fumier, un savoir-faire à part entière	177
22.	L'épandage du fumier	178
221.	Conditions climatiques d'épandage.....	178
222.	Le matériel d'épandage	178
223.	Densité du fumier épandu	179
224.	Chargement des épandeurs.....	180
2241.	Positionnement de l'épandeur par rapport au tas de fumier	180
2242.	Nombre de fourches par épandeurs et répartition dans l'épandeur	181
2243.	Masse des épandeurs.....	183
225.	Trajets des épandeurs	184
226.	Épandage du fumier	187
2261.	Déroulement des épandages.....	187
2262.	Surfaces épandables et surfaces épandues	188
2263.	Gestion des nuisances et relation aux voisins	189
2264.	Mesures de répartition transversale du fumier	189
2265.	Vitesse, largeur et longueur d'épandage	191
227.	Coût du choix du compost par rapport au fumier.....	192
228.	Temps de travaux	195
3.	LE LISIER, UN EFFLUENT PLUS FACILE A GERER	196
31.	Éléments déclenchant l'épandage	196
32.	Le matériel d'épandage	197
33.	Curage des bâtiments et préparation du pompage.....	197
34.	Niveau de remplissage des tonnes à lisier.....	198
35.	Chargement des tonnes à lisier.....	199
351.	Positionnement de la tonne à lisier pour le pompage	199
352.	Durée du pompage	200
36.	Trajets des tonnes à lisier	201
37.	Temps de parcours	203
38.	Épandage du lisier.....	203
381.	Conditions climatiques d'épandage.....	203
382.	Déroulement des épandages.....	204
383.	Gestion des nuisances et relation aux voisins	204
384.	Mesures de répartition transversale du lisier	204
385.	Vitesse, largeur et longueur d'épandage	207
39.	Temps de travaux	207
4.	UN SUIVI APPORTANT DES INFORMATIONS ORIGINALES.....	209

CHAPITRE 5 : TRAVAIL D'ENQUETE EN EXPLOITATIONS DANS L'AUBRAC, LE MILLAVOIS ET LE SANCY211

1.	PRESENTATION DE LA DEMARCHE D'ANALYSE DES ENQUETES	211
11.	Restitution d'une enquête par région pour illustration.....	211
12.	Analyse des données par groupe d'exploitations	211
13.	Analyse des données propres à chaque territoire enquêté.....	212
2.	ANALYSES DES ENQUETES EN AUBRAC	212
21.	Restitution d'une enquête, l'exemple d'Au07, des bovins allaitants, du lisier et des prairies	212
211.	Production et manipulation des effluents d'élevage.....	212
2111.	Présentation de l'exploitation	212
2112.	Les bâtiments d'élevage	212
212.	Allocation des effluents d'élevage	214
2121.	Les surfaces exploitées	214
2122.	Le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents.....	214
213.	L'enregistrement des pratiques	218
22.	Analyse des données par groupes d'exploitations, région de l'Aubrac	219
221.	En Aubrac, une différenciation selon l'importance agronomique accordée au lisier	219
222.	Groupe Aubrac 1 : Utilisation primordiale du lisier couplée à des amendements calcaïques.....	219
223.	Groupe Aubrac 2 : Valorisation prioritaire du lisier couplée à une faible fertilisation de synthèse ...	222
224.	Groupe Aubrac 3 : des effluents d'élevage sous-valorisés, un bilan fourrager assuré par la fertilisation minérale de synthèse	225
225.	Groupe Aubrac 4 : des contraintes allégées, de multiples effluents, une gestion complexe	230
23.	Analyse des données pour le territoire de l'Aubrac	236
231.	La dilution du lisier, une pratique systématique en Aubrac	236
232.	Les contraintes de l'environnement et leurs conséquences sur les règles de gestion des effluents	240
233.	Le rôle des documents d'enregistrement.....	241
2331.	Format du cahier d'épandage.....	241
2332.	Fréquence des enregistrements	247
2333.	Une faible utilisation des références	248
234.	L'importance du matériel d'épandage.....	249
2341.	Des tonnes à lisier de capacité moyenne, en propriété.....	249
2342.	Volume de remplissage des tonnes à lisier	250
2343.	Qualité de l'épandage avec une buse palette.....	251
2344.	Un fumier épandu à moindre coût	251
235.	La gestion des effluents : une prérogative masculine.....	252
2351.	La gestion administrative aux femmes, la pratique aux hommes.....	252
2352.	Une gestion pratique différenciée entre père et fils.....	253
2353.	Des pratiques peu valorisantes pour l'exploitant	254
24.	Conclusion partielle	254
3.	ANALYSES DES ENQUETES EN MILLAVOIS.....	255
31.	Restitution d'une enquête, l'exemple de Mi01 : des ovins laitiers produisant du fumier à épandre sur cultures et prairies	255
311.	Production et manipulation des effluents d'élevage.....	255
3111.	Présentation de l'exploitation	255
3112.	Les bâtiments d'élevage	255
312.	Allocation des effluents d'élevage	258
3121.	Les surfaces exploitées	258
3122.	Le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents.....	259
313.	L'enregistrement des pratiques	261

32.	Analyse des données par groupes d'exploitations, région de Millau	262
321.	Dans le Millavois, une différenciation agronomique associée à une gestion de l'environnement social 262	
322.	Groupe Millau 1 : intensification de la production fourragère passant par une gestion organique complexe et le compostage.....	263
323.	Groupe Millau 2 : Des activités agritouristiques ou syndicales prioritaires entraînant la limitation du temps de travail, des charges et des nuisances liées aux effluents d'élevage.....	267
33.	Groupe Millau 3 : une gestion différenciée suivant le type d'effluent à disposition associée à une maîtrise nécessaire des nuisances	272
331.	Groupe Millau 4 : des contraintes allégées, du fumier et du purin à gérer tout en assurant l'autonomie fourragère	276
34.	Analyse des données pour le Millavois.....	280
341.	Les pratiques en agriculture biologique	280
342.	Tensions et conflits liés à la gestion des effluents d'élevage.....	281
343.	En Millavois, fumier frais, fumier vieilli ou compostage.....	281
344.	Traitement des eaux blanches et du lait de repasse	282
345.	Cahier d'épandage.....	283
346.	Stockage des effluents et matériel d'épandage.....	284
35.	Conclusion partielle	284
4.	ANALYSES DES ENQUETES DU SANCY	285
41.	Restitution d'une enquête, l'exemple de Sa01 : des bovins laitiers produisant du fumier et du lisier à épandre sur prairies permanentes	285
411.	Production et manipulation des effluents d'élevage.....	285
4111.	Présentation de l'exploitation	285
4112.	Les bâtiments d'élevage	285
412.	Allocation des effluents d'élevage	287
4121.	Les surfaces exploitées	287
4122.	Le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents.....	288
413.	L'enregistrement des pratiques	291
414.	Complément d'enquête	291
42.	Analyse des données par groupes d'exploitations, région du Sancy.....	292
421.	Dans le massif du Sancy, une différenciation agronomique associée à une gestion du facteur travail et de l'environnement social.....	292
422.	Groupe Sancy 1 : la transformation fromagère comme activité prioritaire, une gestion des effluents d'élevage demandant un faible investissement en travail, mais assurant le bilan fourrager	294
423.	Groupe Sancy 2 : des effluents d'élevage bien intégrés dans la gestion de la fertilisation, des pratiques minimisant les temps de travaux pour assurer la transformation fromagère et les autres activités d'élevage ..	298
424.	Groupe Sancy 3 : une valorisation agronomique primordiale associée à une faible utilisation des engrais minéraux et à la maîtrise des nuisances, si nécessaire	305
425.	Groupe Sancy 4 : des contraintes allégées, une distribution des effluents d'élevage selon la distance au bâtiment et la productivité des parcelles.....	309
43.	Analyse de données pour le Sancy.....	314
431.	Des bâtiments allant du non-fonctionnel au très fonctionnel	314
432.	Du matériel d'épandage aux performances contrastées	315
433.	L'enregistrement des pratiques avec le logiciel Planfum.....	315
4331.	Un logiciel produit et diffusé par les Chambres d'Agriculture	315
4332.	Un logiciel bien diffusé, moins utilisé	316
4333.	Des informations nombreuses que l'agriculteur doit trier.....	317
44.	Conclusion partielle	319
5.	CONCLUSION GENERALE DU DISPOSITIF D'ENQUETES.....	319

CHAPITRE 6 : EXPLOITATION DES RESULTATS DES EXPERIMENTATIONS SUIVIES321

1.	DESCRIPTION PEDO-CLIMATIQUE DES ESSAIS	321
11.	Conditions climatiques des essais	321
111.	Deux groupes de sites selon l'altitude	321
112.	Fréquence des séquences sèches influençant la pousse de l'herbe	322
113.	Étude des conditions climatiques sur la période de la pousse printanière	322
12.	Potentialité agronomique du milieu	323
2.	COMPOSITION DES PRODUITS ORGANIQUES UTILISES.....	324
3.	MESURE DES RENDEMENTS PRAIRIAUX	325
31.	Étude des rendements sur 2 départements au contexte particulier	325
311.	Un site au contexte favorable : celui du Puy-de-Dôme (alt. : 1 100 m)	325
312.	Un contexte moins favorable : le site du Fenestres en Lozère (alt. : 1 200 m).....	327
313.	Conclusion partielle	329
32.	Effet sur le rendement des traitements fertilisants, étude multi-sites	330
321.	Comparaison des écarts moyens de rendement avec lisier, fumier, et compost.....	330
322.	Comparaison des écarts moyens de rendement avec fumier et compost.....	331
33.	Arrières effets de la fertilisation organique sur la production.....	332
4.	ÉVALUATION DES BESOINS EN ELEMENTS MINERAUX COUVERTS PAR LES TRAITEMENTS FERTILISANTS : UTILISATION DES INDICES DE NUTRITION.....	333
5.	LES COEFFICIENTS APPARENTS D'UTILISATION DES PRODUITS ORGANIQUES	335
6.	ÉVOLUTION DE LA FLORE SELON LES TRAITEMENTS	336
61.	Évolution des différentes espèces au bout de 3 ans	336
62.	Relevés botaniques sur le site du Puy-de-Dôme	337
7.	EFFETS SUR LES CARACTERISTIQUES DU SOL.....	339
71.	Comparaison des sols pour les sites comprenant fumier, compost et lisier	339
72.	Comparaison des sols pour les sites avec fumier et compost.....	340
8.	CONCLUSION.....	340

CHAPITRE 7 : DISCUSSION GENERALE.....343

1.	UNE APPROCHE GLOBALE DES EFFLUENTS D'ELEVAGE	343
11.	Les effluents d'élevage, un objet d'étude difficile à appréhender dans sa globalité	343
12.	Une posture originale, l'approche globale de l'exploitation agricole appliquée aux effluents d'élevage	344
13.	De multiples facteurs influencent la gestion des effluents d'élevage	347
131.	La structure de l'exploitation	348
1311.	Les bâtiments.....	348
1312.	Le parcellaire	348
1313.	Le matériel de gestion (manipulation et allocation).....	349
132.	Les caractéristiques des effluents d'élevage	349
133.	La conduite d'élevage	349
134.	La conduite des cultures et prairies	350
135.	La gestion économique de l'exploitation	350
136.	L'organisation du travail	351
137.	La prise en compte de l'environnement naturel	351

138.	La prise en compte de l'environnement social	351
139.	Le respect de la réglementation.....	351
14.	Hiérarchisation du poids des différents facteurs	352
15.	Des acteurs nombreux et variés intervenant sur la gestion des effluents d'élevage	353
16.	Une nécessaire approche croisée entre facteurs et acteurs pour conduire une approche globale de la gestion des effluents d'élevage.....	354
161.	Le Conseiller Elevage, un acteur agissant en amont de la gestion	354
162.	Le Conseiller Cultures – Fourrages et/ou Machinisme, un acteur agissant sur la gestion.....	355
163.	Le Législateur et le Contrôleur, des acteurs intervenant en amont et aval de la gestion	356
164.	L'Usager du territoire, un acteur dont il faut tenir compte dans la gestion	356
165.	L'agriculteur, acteur incontournable devant faire la synthèse de l'ensemble des facteurs et acteurs.	357
2.	UNE COMBINAISON ORIGINALE D'APPROCHES.....	361
21.	Un suivi au plus près de pratiques réelles	362
211.	Intérêts et originalité	362
212.	Limites et améliorations envisageables.....	362
22.	Une typologie d'agriculteurs basée sur les pratiques de gestion.....	363
221.	Intérêts et originalité	363
222.	Validation.....	365
223.	Limites et améliorations envisageables.....	365
23.	Des expérimentations uni – protocole et multi – sites	366
231.	Intérêts et originalité	366
2311.	Un Groupe de recherche commun à plusieurs Chambres d'Agriculture	366
2312.	Un travail à l'échelle de la parcelle.....	366
232.	Validation et diffusion des résultats	367
233.	Limites et améliorations envisageables	367
2331.	Protocole.....	367
2332.	Relevés effectués	368
2333.	Autres expérimentations pouvant être mises en place.....	369
3.	QUELQUES RECOMMANDATIONS CONCRETES.....	369
31.	Diffusion des informations et formations.....	369
32.	Les CUMA, un outil au fort potentiel de développement	372
	CONCLUSION GENERALE.....	373
	BIBLIOGRAPHIE.....	379
	ANNEXES	395

Table des illustrations

Figure 0.1 : Photographie extraite de la série « Tas de fumier » par P. Gronon (2001) © Édition de cinq.....	20
Figure 1.1 : Plan type d'une jasserie et de son système de ferti – irrigation (Source : Damon, 1972)	39
Figure 1.2 : Exemple de ferti-irrigation dans les Vosges (Source : Koerner, 1999).....	40
Figure 1.3 : Emplacements de pachonnée dans le Beaufortain (Source : Ecoles de Tarentaise, 2007)	41
Figure 1.4 : Transfert de fertilité dans le système agropastoral des Dômes (Source : Loiseau, 1983)	44
Figure 1.5 : Évolution de la localisation du cheptel ovin sur le territoire française entre (a) 1929 et (b) 1980 (Département des Sciences Animales INA - PG, 2005)	48
Figure 1.6 : Part du fumier dans la fertilisation en azote, phosphore et potasse des départements du Massif central en 1950 (Source : Richard, 1951).....	50
Figure 1.7 : Solde entre l'azote organique et minéral utilisé en agriculture et l'azote consommé par les plantes, par département français (Rabaud et Cesses, 2004).....	58
Figure 2.1 : Relation entre la présence de zones vulnérables et les massifs montagneux français....	65
Figure 2.2 : Situation et milieu physique du Massif central	72
Figure 2.3 : Pourcentage de la Surface Toujours en Herbe dans la Surface Agricole Utile dans le Massif central	75
Figure 2.4 : Les systèmes de production agricole du Massif central	76
Figure 2.5 : Chargement herbivore moyen en UGB / ha dans le Massif central	77
Figure 2.6 : Les rejets azotés de l'élevage dans le Massif central	80
Figure 2.7 : Présentation des différentes formes d'effluents issues d'une activité d'élevage : Source : (Bodet et al., 2001).....	83
Figure 2.8 : Stockage de fumier au champ ; jus s'écoulant sur le chemin de randonnée – Massif du Sancy – avril 2004 – Cliché : B. Janichon	88
Figure 2.9 : Épandage de lisier sur neige (pratique interdite) – Chaîne des Puys – fév. 04 – Cliché : B. Janichon.....	88
Figure 2.10 : Représentation du flux d'effluents dans une exploitation agricole d'après Aubry et al. (2006).....	100
Figure 2.11 : Représentation de la gestion des effluents d'élevage en exploitation agricole.....	101
Figure 2.12 : Origine, mise en place et évaluation des stratégies de gestion des effluents d'élevage par les agriculteurs	106
Figure 3.1 : Localisation du territoire de suivi des pratiques.....	109
Figure 3.2 : Pesée de l'essieu de la benne de transport du fumier en conditions enneigées (B. Janichon).....	111
Figure 3.3 : Mesure de la régularité transversale de l'épandage du lisier chez Li03 (B. Janichon)	113
Figure 3.4 : Territoires choisis afin d'observer la diversité des pratiques	115
Figure 3.5 : Schéma des contraintes d'épandage s'exerçant sur le parcellaire d'une exploitation fictive	119
Figure 3.6 : Canevas de schéma permettant de représenter le flux d'effluents d'élevage et la fertilisation minérale d'une exploitation sur une année	120
Figure 3.7 : Exemple fictif de schéma représentant un flux d'effluents d'élevage et la fertilisation minérale d'une exploitation sur une année	121
Figure 3.8 : Modèle de schéma des rotations et des conduites fertilisantes pratiquées sur l'exploitation	122

Figure 3.9 : Exemple fictif de schéma des rotations et des conduites fertilisantes pratiquées sur une exploitation.....	123
Figure 3.10 : Précipitations moyennes et localisation des sites expérimentaux dans le Massif central	126
Figure 4.1 : Dates moyennes de rentrée à l'étable et de mise à l'herbe des animaux de l'exploitation Li01	133
Figure 4.2 : Calendrier d'épandage du fumier produit chez Li01	134
Figure 4.3 : Calendrier d'épandage du lisier produit chez Li01	135
Figure 4.4 : Dates moyennes de rentrée à l'étable et de mise à l'herbe des animaux du site principal de Li02	137
Figure 4.5 : Dates moyennes de rentrée à l'étable et de mise à l'herbe des animaux du site secondaire de Li02	138
Figure 4.6 : Calendrier d'épandage du fumier produit chez Li02.....	140
Figure 4.7 : Calendrier d'épandage du lisier produit chez Li02	140
Figure 4.8 : Dates moyennes de rentrée à l'étable et de mise à l'herbe des animaux de l'exploitation Li03	142
Figure 4.9 : Calendrier d'épandage du compost produit chez Li03.....	144
Figure 4.10 : Calendrier d'épandage du lisier produit chez Li03	144
Figure 4.11 : coupe transversale avant curage du 13/03/07 du bâtiment des vaches allaitantes (site principal) de Li02.....	153
Figure 4.12 : Décomposition des différentes étapes observées de curage	156
Figure 4.13 : Temps de remplissage des bennes de fumier lors des curages 1 et 2 de Li01 et du curage 2 de Li03.....	158
Figure 4.14 : Valeur comptabilisée de la fourche à fumier du tracteur selon son remplissage	159
Figure 4.15 : Trajets effectués par Li01 lors du second curage suivi	170
Figure 4.16 : Manœuvre de placement de la benne lors du trajet retour chez Li02, site 1, bâtiment VA.....	171
Figure 4.17 : positionnement de l'épandeur par rapport au tas de fumier chez Li02 et Li03.....	181
Figure 4.18 : schématisation du remplissage par Li03, dans l'épandeur, de la couche inférieure de fumier	182
Figure 4.19 : schématisation du remplissage par Li03, dans l'épandeur, de la couche supérieure de fumier	183
Figure 4.20 : Trajets empruntés avec l'épandeur par Li02 depuis les deux tas de fumier.....	185
Figure 4.21 : Trajet emprunté avec l'épandeur par Li03 depuis le tas de compost	186
Figure 4.22 : Principes d'épandage du fumier	187
Figure 4.23 : exemple de restriction d'épandage sur une parcelle de Li02	188
Figure 4.24 : Mesures de répartitions transversales du fumier par l'épandeur de Li02.....	190
Figure 4.25 : Localisation des parcelles épandues lors du 1 ^{er} suivi chez Li01	201
Figure 4.26 : Trajets effectués lors de l'épandage par Li01 des parcelles A et B.....	202
Figure 4.27 : Trajets effectués lors de l'épandage par Li01 de la parcelle D	202
Figure 4.28 : Mesures de répartitions transversales du fumier par la tonne à lisier de Li03	205
Figure 4.29 : Mesures de répartitions transversales du fumier par la tonne à lisier de Li01 et Li02	206
Figure 5.1 : Plan du bâtiment d' Au07 et des circulations du lisier mises en place dans celui-ci	213
Figure 5.2 : Calendrier prévisionnel d'épandage des effluents d' Au07	215
Figure 5.3 : Calendrier d'épandage des effluents d' Au07 en 2005	215
Figure 5.4 : Calendrier d'épandage des effluents d' Au07 en 2006	216
Figure 5.5 : Apports organiques et minéraux prévus à l'échelle d'une rotation chez Au07.....	217
Figure 5.6 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Aubrac 1	220
Figure 5.7 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Aubrac 2	223

Figure 5.8 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Aubrac 3	226
Figure 5.9 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Aubrac 4	231
Figure 5.10 : Calendrier prévisionnel d'épandage des effluents d'Au03	233
Figure 5.11 : Calendrier d'épandage des effluents d'Au03 réalisé en 2005	234
Figure 5.12 : Recherche du point d'équilibre entre taux de dilution du lisier, facilité à le manipuler et pénibilité du travail	238
Figure 5.13 : Exemple fourni dans le carnet d'enregistrement des pratiques à la parcelle culturale de la Chambre d'Agriculture de Lozère	242
Figure 5.14 : Page extraite du carnet d'enregistrement des pratiques d'Au02	243
Figure 5.15 : Page extraite du carnet d'enregistrement des pratiques d'Au03	244
Figure 5.16 : Page extraite du carnet d'enregistrement des pratiques d'Au04	245
Figure 5.17 : Exemple de répartition transversale d'une tonne à lisier avec buse palette	251
Figure 5.18 : Plan des bâtiments de Mi01	256
Figure 5.19 : Calendrier prévisionnel d'épandage des effluents de Mi01	258
Figure 5.20 : Fréquences des apports organiques pour les différentes rotations pratiquées par Mi01	260
Figure 5.21 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Millau 1	264
Figure 5.22 : Calendrier de l'utilisation des effluents d'élevage chez Mi07	266
Figure 5.23 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Millau 2	268
Figure 5.24 : Calendrier de l'utilisation des effluents d'élevage chez Mi03	269
Figure 5.25 : Calendrier de l'utilisation des effluents d'élevage chez Mi02	273
Figure 5.26 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Millau 3	274
Figure 5.27 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Millau 4	277
Figure 5.28 : Plan des bâtiments de Sa01	286
Figure 5.29 : Calendrier prévisionnel d'épandage des effluents de Sa01	289
Figure 5.30 : Calendrier d'épandage des effluents de Sa01 pour l'année 2005	290
Figure 5.31 : Calendrier d'épandage des effluents de Sa01 pour l'année 2006	290
Figure 5.32 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Sancy 1	295
Figure 5.33 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Sancy 2	299
Figure 5.34 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Sancy 3	307
Figure 5.35 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Sancy 4	311
Figure 5.36 : Extrait du cahier d'épandage de Sa03	318
Figure 6.1 : Courbe des températures relevées sur neuf sites d'essai (source : Météo France)	321
Figure 6.2 : Écart relatif au témoin non fertilisé des rendements des traitements fertilisants fumier, compost, lisier simple dose et engrais minéral de synthèse non limitant, dans le Puy-de-Dôme	326
Figure 6.3 : Écart relatif au témoin non fertilisé des rendements des traitements fertilisants fumier, compost, lisier double dose et engrais minéral de synthèse non limitant, dans le Puy-de-Dôme	326
Figure 6.4 : Écart relatif au témoin non fertilisé des rendements des traitements fertilisants fumier, compost, lisier simple dose et engrais minéral de synthèse non limitant, sur le site du Fenestres, Lozère	328
Figure 6.5 : Écart relatif au témoin non fertilisé des rendements des traitements fertilisants fumier, compost, lisier double dose et engrais minéral de synthèse non limitant, sur le site du Fenestres, Lozère	328
Figure 6.6 : Représentation de la variation de l'abondance des espèces présentes en fonction des traitements sur l'essai du Puy-de-Dôme	338
Figure 7.1 : Représentation classique de l'approche globale de l'exploitation agricole (d'après Bonneviale et al., 1989)	345
Figure 7.2 : Origine, mise en place et évaluation des stratégies de gestion des effluents d'élevage par les agriculteurs	346

Table des tableaux

Tableau 1.1 : Utilisations des animaux domestiques dans le système domesticoire contemporain de type « européen » (Source : Jussiau et al., 1999)	27
Tableau 1.2 : Utilisation croissante des moutons dans la fertilisation des friches : exemple de quelques fermes du Nord de l'Île de France aux XVII ^e et XVIII ^e siècles. (Source : Moriceau, 1999)	37
Tableau 1.3 : Extrait de la répartition du droit de fumature en 1737 entre les habitants du village de Gourgons (Lozère) à raison de 32 nuits pour chaque tour (Source : Moriceau, 1999).....	43
Tableau 1.4 : Évolution des restitutions organiques des pratiques traditionnelles aux pratiques contemporaines (Source : Bornard et Brau-Nogué, 1994).....	46
Tableau 1.5 : Bref historique de l'apparition des engrais industriels (Source : Jussiau et al., 1999)	47
Tableau 1.6 : Diagnostic élémentaire sur le niveau d'intensité des cultures (Source : Chombart de Lauwe et al., 1963).....	51
Tableau 1.7 : Répartition en % de la valeur des différents produits des animaux d'élevage (en valeur de la production totale de chacune des années) (Source : Boutonnet, 2005).....	51
Tableau 1.8 : Systèmes de reprises des déjections selon la date de construction en % de 837 bâtiments (727 stabulations entravées : et 110 stabulations libres) (Source : Jaubourg et al., 1987)	53
Tableau 1.9 : Pourcentage des surfaces en prairies temporaires et en prairies permanentes intensives où les pratiques sont enregistrées et type de pratiques enregistrées (Chapelle-Barry, 2008)	56
Tableau 2.1 : Structures des exploitations du Massif central ; <i>Source</i> : Service Régional de Statistique Auvergne – Recensement Général Agricole 2000	74
Tableau 2.2 : Utilisation de la SAU dans le Massif central (ensemble des exploitations) <i>Source</i> : Service Régional de Statistique Auvergne – Recensement Général Agricole 2000.....	75
Tableau 2.3 : répartition des cheptels dans le Massif central (ensemble des exploitations) ; <i>Source</i> : Service Régional de Statistique Auvergne – Recensement Général Agricole 2000.....	78
Tableau 2.4 : Évolution des cheptels bovins et ovins (ensemble des exploitations) ; <i>Source</i> : DRAF Auvergne, Service Régional de Statistique – Recensement Général Agricole 1988 et 2000....	78
Tableau 2.5 : Atteintes à l'environnement provoquées par la gestion inadaptée d'effluents d'élevage	89
Tableau 2.6 : Critères communément utilisés pour évaluer l'effet d'une pratique sur l'environnement (d'après Canadian Standards Association, 2002).....	90
Tableau 2.7 : distances d'épandage des effluents d'élevage (données à titre indicatif, seul le RSD et les arrêtés préfectoraux faisant foi).....	98
Tableau 3.1 : Dispositif expérimental commun de mise en place des essais.....	125
Tableau 4.1 : Comparaison des volumes, surfaces et doses selon le calendrier prévisionnel et le cahier d'épandage de 2006 chez Li01	136
Tableau 4.2 : Caractéristiques des différents bâtiments ayant une influence sur le curage.....	149
Tableau 4.3 : Variations des matières sèches des fumiers en bâtiment selon les exploitations et les curages	151
Tableau 4.4 : Variations des hauteurs de fumier en bâtiment selon les exploitations et les curages	152
Tableau 4.5 : Variations des densités de fumier en bâtiment selon les exploitations et les curages	155
Tableau 4.6 : Temps consacré au curage selon les exploitants et les suivis	157
Tableau 4.7 : Variations du nombre de fourches par benne et densités de fumier correspondantes	160
Tableau 4.8 : Variations du nombre de fourches par benne et du temps employé pour chaque fourche	161
Tableau 4.9 : Nombre de bennes de fumier pesées et variation du poids des différentes bennes ...	163

Tableau 4.10 : Surfaces curées et calcul théorique des masses de fumier sorties à chaque curage.	164
Tableau 4.11 : Surface moyenne couverte par une mesure en m ²	165
Tableau 4.12 : Comparaison des masses de fumier théoriquement calculées aux masses réelles issues de pesées	166
Tableau 4.13 : Masses pesées de fumier à chaque curage et poids des fourches correspondantes..	167
Tableau 4.14 : Distance totale et sur route entre le bâtiment et le tas de fumier	168
Tableau 4.15 : Variation des temps de parcours aller et retour suivant les itinéraires employés	170
Tableau 4.16 : Temps de parcours stabulation – tas de fumier, minimal, maximal et moyen, par benne	173
Tableau 4.17 : Temps de curage et de transport totaux et par benne et efficacité du curage.....	175
Tableau 4.18 : Rapport des durées de curage, transport et autres sur la durée totale des travaux ..	176
Tableau 4.19 : Temps passé par les exploitants à curer le fumier et UTH utilisées	177
Tableau 4.20 : Comparaison des PTAC selon la fiche constructeur et les dires d’agriculteurs, et poids de fumier pris en compte pour établir le cahier d’épandage	179
Tableau 4.21 : Variations des densités de fumier et de compost au tas, selon les exploitations et les épandages	179
Tableau 4.22 : Variations du nombre de fourches par épandeur	181
Tableau 4.23 : Doses d’épandage calculées à partir des données relevées lors du suivi	192
Tableau 4.24 : Coûts de revient matériels en 2006	193
Tableau 4.25 : Données nécessaires à la simulation	193
Tableau 4.26 : Comparaison des coûts de revient des itinéraires techniques fumier et compost (hors carburant et main-d’œuvre).....	193
Tableau 4.27 : Comparaison des coûts d’un itinéraire compost par rapport à un itinéraire fumier (carburant et main-d’œuvre compris)	195
Tableau 4.28 : Variations du temps de pompage par tonne à lisier	200
Tableau 4.29 : Variations du temps de manœuvres et de branchement – débranchement par tonne à lisier.....	200
Tableau 4.30 : Variations du temps de trajet par tonne à lisier.....	203
Tableau 4.31 : Doses d’épandage calculées à partir des données relevées lors du suivi	207
Tableau 4.32 : Temps consacré à l’épandage lors des suivis.....	208
Tableau 5.1 : Comparaison pour Au07 du calendrier prévisionnel de gestion des effluents avec les calendriers réels de 2005 et 2006.....	217
Tableau 5.2 : Vitesse d’avancement nécessaire pour permettre l’épandage des doses de lisier annoncées	221
Tableau 5.3 : Comparaison des restrictions à l’épandage à dire d’Au11 et d’après le plan d’épandage	227
Tableau 5.4 : Comparaison des volumes d’effluents produits à dire d’agriculteur et d’après le cahier d’épandage de 2005 d’Au03	234
Tableau 5.5 : Récapitulatif de l’impact de la dilution sur le coût et le temps de travail.....	239
Tableau 5.6 : Comparaison des tonnages et surfaces prévisionnels et épandus en 2003, 2004 et 2005 chez Mi01.....	260
Tableau 5.7 : Comparaison des doses et périodes d’épandage prévisionnelles et épandues en 2003, 2004 et 2005 chez Mi01	261
Tableau 5.8 : Comparaison des tonnages et surfaces prévisionnels 2007 et épandus en 2005 et 2006 chez Sa01	291
tableau 5.9 : Comparaison du prévisionnel d’épandage fourni par la chambre d’agriculture du Puy-de-Dôme avec les épandages réalisés par Sa03 (détail par site, par effluent et par nature de parcelle).....	303
Tableau 5.10 : Surface épandable et surface épandue d’après le cahier d’épandage de 2005 de Sa03	303

Tableau 6.1 : Dates de récolte en 1 ^{ère} coupe et variabilité inter-annuelle	322
Tableau 6.2 : Rapport moyen Pluie/ETP sur la période avril-mai et variabilité inter-annuelle.....	323
Tableau 6.3 : Présentation des résultats obtenus sur les témoins non fertilisés (mesure potentialité du milieu)	323
Tableau 6.4 : Teneur moyenne en éléments fertilisants des différents produits organiques	324
Tableau 6.5 : Comparaison des résultats statistiques sur les rendements selon les années pour le Puy-de-Dôme	327
Tableau 6.6 : Comparaison des résultats statistiques sur les rendements selon les années pour le site du Fenestres (Lozère).....	329
Tableau 6.7 : Comparaison des rendements par rapport à T0 année par année pour les sites avec fumier, compost et lisier.....	330
Tableau 6.8 : Comparaison des rendements par rapport à T0 année par année pour les sites avec fumier et compost.....	331
Tableau 6.9 : Comparaison des rendements par rapport à T0 en arrière effet	332
Tableau 6.10 : Variation des indices de nutrition (moyenne sur 3 ans) selon les traitements fertilisants (en % du témoin 0 et par groupes statistiques homogènes)	334
Tableau 6.11 : Comparaison des valeurs des CAU selon les années et les produits épandus pour les sites avec fumier et compost	335
Tableau 6.12 : Comparaison des valeurs des CAU selon les années et les produits épandus pour les sites avec fumier, compost et lisier	336
Tableau 6.13 : Comparaison des écarts de composition floristique par rapport au témoin en 3 ^{ème} année	337
Tableau 6.14 : Comparaison des écarts de composition des analyses de sol par rapport au témoin pour les sites avec fumier, lisier et compost (4 sites).....	339
Tableau 6.15 : Comparaison des écarts de composition des analyses de sol par rapport au témoin pour les sites avec fumier et compost	340
Tableau 7.1 : Hiérarchisation des facteurs influençant les pratiques de gestion des effluents d'élevage selon leur importance	353
Tableau 7.2 : Objectifs et attentes, par facteurs, des différents acteurs sur la gestion des effluents d'élevage ; décisions et pratiques de gestion de l'agriculteur.....	359

Table des sigles

AFOS :	Agronomie et Fertilité Organique des Sols
AOC :	Appellation d'Origine Contrôlée
AVEM :	Association Vétérinaire Éleveurs du Millavois
BTS :	Brevet de Technicien Supérieur
C :	Carbone
CAD :	Contrat d'Agriculture Durable
CAU :	Coefficient Apparent d'Utilisation
CEE :	Coefficient d'Équivalence Engrais
CEMAGREF :	Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement
CETA :	Centre d'Études Techniques Agricoles
CIFRE :	Convention Industrielle de Formation par la REcherche
CNRS :	Centre National de la Recherche Scientifique
CORPEN :	Comité d'ORientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'ENvironnement
CTE :	Contrat Territorial d'Exploitation
CUMA :	Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole
DAL :	Distributeur Automatique de Lait
DATAR :	Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale
DEXEL :	Diagnostic d'EXploitation d'ÉLevage
DPSIR :	Drivers/Driving forces – Pressures – States – Impacts – Responses (modèles)
DRAF :	Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt
EARL :	Exploitation À Responsabilités Limitées
EDE :	Établissement Départemental de l'Élevage
ENITA :	École Nationale des Ingénieurs des Travaux Agricoles
ETP :	Évapo – Transpiration Potentielle
Expl. :	Exploitation
FAO :	Food and Agriculture Organization
FDCUMA :	Fédération Départementale des Coopératives d'Utilisation de Matériel Agricole
FDSEA :	Fédération Départementale des Syndicats des Exploitants Agricoles
FNADT :	Fonds National d'Aménagement et de Développement du Territoire
GAEC :	Groupement Agricole d'Exploitation en Commun
GCMC :	Groupe Compost Massif central
GIS :	Groupement d'Intérêt Scientifique
ICHN :	Indemnité Compensatoire de Handicap Naturel
ICPE :	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INK :	Indice de Nutrition Potassique
INN :	Indice de Nutrition Azotée
INP :	Indice de Nutrition Phosphorée
INRA :	Institut National de la Recherche Agronomique
INSEE :	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
JA :	Jeune Agriculteur
K :	Potassium
LEGTA :	Lycée d'Enseignement Général et Technologique Agricole
MAE :	Mesure Agri-Environnementale
MO :	Matière Organique
Moy. :	Moyenne
MS :	Matière Sèche
N :	Azote
NPK :	azote, phosphore et potasse
OTEX :	Orientation Technico-économiques des EXploitations

P :	Phosphore
PAC :	Politique Agricole Commune
PEP :	Plate-forme d'Expérimentation et de Progrès
PHAE :	Prime Herbagère Agri-Environnementale
PLU :	Plan Local d'Urbanisme
PMPOA :	Programme de Maîtrise de la Pollution d'Origine Agricole
PMSEE :	Prime au Maintien des Systèmes d'Élevages Extensifs
PNR :	Parc Naturel Régional
PP :	Prairie Permanente
PT :	Prairie Temporaire
PTAC :	Poids Total Autorisé à Charge
RGA :	Recensement Général Agricole
RSD :	Règlement Sanitaire Départemental
SAE :	Surface Apte à l'Épandage
SAMO :	Surface Amendée en Matière Organique
SAU :	surface agricole utile
SCOP :	Surface en Céréales et Oléo-Protéagineux
SFP :	Surface Fourragère Principale
SMIC :	Salaire Minimum Interprofessionnel de Croissance
SPE :	Surface Potentiellement Épandable
STH :	Surface Toujours en Herbe
T0 :	Témoin
UDE :	Unité de Dimension Européenne
UGB :	Unité Gros Bétail
UK ou uK ₂ O :	unité de potasse sous forme K ₂ O
UN :	unité d'azote
UP ou uP ₂ O ₅ :	unité de phosphore sous forme P ₂ O ₅
UTA :	Unité de Travail Annuel
UTH :	Unité de Travail Humain
VA :	Vache Allaitante
VL :	vaches laitières
ZES :	Zone d'Excédents Structurels
ZNIEFF :	Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique
ZV :	Zone vulnérable

Unités de mesure

°C :	degré Celsius	km ² :	kilomètre carré
€ :	euro	L :	litre
cm :	centimètre	m :	mètre
CV :	cheval vapeur	m ² :	mètre carré
g :	gramme	m ³ :	mètre cube
h :	heure	mg :	milligramme
ha :	hectare	min :	minute
hab. :	habitant	mL :	millilitre
j :	jour	mm :	millimètre
kg :	kilogramme	q :	quintal
km :	kilomètre	t :	tonne

Introduction générale

Dans toutes les exploitations agricoles comportant une activité d'élevage, la mise aux bâtiments, temporaire ou permanente, des animaux entraîne la création des « sous-produits » que sont les **effluents d'élevage** (fumier, lisier et compost principalement). Ces produits ont un statut particulier dans l'agriculture et dans la société, en raison de leur ambivalence entre nécessité / utilité et rejet / dégoût. Nécessité et utilité, car les effluents d'élevage sont des sources importantes d'éléments fertilisants et amendants nécessaires à toutes cultures, et ceci depuis des temps ancestraux. Rejet en raison des odeurs, du dégoût qu'a l'Homme pour la manipulation de ces rejets propres à toute vie organique et des problèmes de pollution qui peuvent découler d'une utilisation inadéquate. Des extraits d'articles des journaux *Le Monde* et *Libération* l'illustrent parfaitement :

Lisier et engrais sont devenus les ennemis numéro un de la couche d'ozone

Le Monde, Stéphane Foucart, (1er septembre 2009)

[...] Les effluents des exploitations agricoles ne sont en effet pas seulement responsables de dégradations visibles des écosystèmes, comme les proliférations d'algues vertes sur certains littoraux bretons. On leur doit aussi de discrètes émanations d'oxyde nitreux (N₂O), gaz également connu sous le nom de protoxyde d'azote ou de gaz hilarant... [...] quatrième gaz à effet de serre anthropogénique le plus important. [...]

Selon les calculs du biogéochimiste, la production animale, est par fumier interposé, responsable de l'émission annuelle de 2,8 millions de tonnes d'oxyde nitreux. Dans le modèle de M. Davidson, le lisier est la première cause d'augmentation de la concentration atmosphérique de gaz hilarant. [...]

La Bretagne en a ras les algues

Libération, Guillaume Launay et Marie Piquemal, (14 août 2009)

Des milliers de tonnes d'algues vertes, nourries par les nitrates d'origine agricole, envahissent les côtes bretonnes et dégagent un gaz toxique. [...]

Le problème n'est pas nouveau, et la cause assez bien connue. Dopées par les rejets de l'agriculture industrielle, notamment des porcheries, les algues reviennent chaque année sur une bonne partie du littoral breton... [...]

Les algues vertes raffolent de sels nutritifs, en particulier du nitrate présent dans les fertilisants organiques (lisiers...) et chimiques utilisés par les agriculteurs. [...]

La télévision en fait également l'illustration avec des reportages sur les problèmes de pollution, mais aussi de voisinage. L'émission StripTease sur France 3 du 08 juillet 2009 illustre ainsi une querelle de voisinage entre une fermière et un couple de Parisiens. Revendiquant chacun l'usage d'une cour mitoyenne, l'agricultrice déverse ses brouettes de fumier devant la porte de ses voisins, ces derniers ayant des exigences incompatibles avec la poursuite de l'activité agricole. L'affaire est devant la justice. Le rejet des effluents se traduit également de manière très indirecte avec le dépôt de tas de fumier sur un terrain de football pour dissuader les gens du voyage de s'y installer (Professeur Canardeau, *Le Canard Enchaîné*, 2008) ou l'épandage de lisier par des agriculteurs sur un parking de supermarché ou devant une administration pour marquer leurs revendications. Ce

dernier point se relève dans les journaux locaux ou dans la presse nationale comme en attestent les extraits suivants :

Prix du lait : les agriculteurs s'attaquent aux grandes surfaces

Zoom43.fr, Rémi Barbe, (10 novembre 2008)

Ils avaient prévenu qu'ils durciraient le ton. Les agriculteurs de Haute-Loire, sous les bannières de la FDSEA et des JA, ont bloqué trois grandes surfaces de l'agglomération ponote samedi durant toute la journée. Ils protestent toujours contre la baisse du prix du lait et ont promis de revenir mercredi. [...] Auchan et Intermarché ont été contraints de fermer leurs portes en cours de journée. Avant leur départ en fin d'après-midi, les agriculteurs ont pris soin de souiller le parking d'Auchan en vidant une citerne de lisier et en éventrant deux bottes de paille devant l'entrée. [...]

La fronde des éleveurs laitiers continue sur le terrain

Le Figaro, Éric De La Chesnais, (05 juin 2009)

Les producteurs de lait bloquaient vendredi matin les accès aux parkings d'hypermarchés à Guingamp et Dinan. [...] Plus au sud, dans le Tarn, une centaine de producteurs de lait toujours de la FDSEA et des Jeunes Agriculteurs (JA), proches du syndicat majoritaire, ont déversé plus de 20 tonnes de fumier devant la Direction départementale de l'environnement et de l'agriculture à Albi. [...]

A l'opposé de cette approche, les effluents d'élevage peuvent être également des **objets d'art**. C'est tout d'abord le Land-Art qui s'en est saisi : épandage de fumier en forme de silhouette visible sur l'instant et dans le temps, l'épandage localisé ayant permis une pousse différenciée de la prairie (Gondolly, 2008). La photographie n'est pas en reste, le photographe Philippe Gronon (2001) ayant réalisé une série de clichés de tas de fumier, en noir et blanc (cf. Figure 0.1). Ces tas sont pour lui, « *une forme vivante dans le paysage, dont la caractéristique principale est d'être éphémère puisqu'il est destiné à être répandu et incorporé à la terre... Tout cela parle donc de transformation organique, mais la photo immobilise un moment de cette transformation qui ressemble à un paysage.* »



Figure 0.1 : Photographie extraite de la série « Tas de fumier » par P. Gronon (2001) © Édition de cinq

Les effluents d'élevage, partie intégrante des cycles biologiques, sont des produits complexes, gérés par les agriculteurs essentiellement par épandage sur les terres agricoles. Leur diversité et leur variabilité rendent, par ailleurs, cette gestion ardue, complexe, voire problématique (Bodet et al., 2001). Les effluents d'élevage n'étant également que peu ou pas vendus, leur gestion est **peu impactée par les variations du marché**. Ces produits étant gérés le plus souvent en interne, les règles d'action et d'évaluation sont **fréquemment propres à une exploitation**. L'utilisation agronomique des effluents d'élevage couplée à des contraintes zootechniques et économiques doit également s'accorder avec une utilisation réglementaire.

La dégradation de la qualité des eaux souterraines et de surface a en effet progressivement conduit à la définition d'une réglementation nationale et européenne en matière d'environnement. Cet ensemble de directives, lois et règlements n'a par ailleurs jamais cessé d'être remanié au cours des vingt dernières années et est encore amené à évoluer. Pour la partie concernant les effluents d'élevage, ce corpus de règles s'exerce de la production par les animaux au stockage de ces produits (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement), pour aller jusqu'à l'utilisation sur les terres agricoles (Prime Herbagère Agri-Environnementale notamment).

A l'instar de ce que recommande notamment la FAO dans son rapport « Livestock's long shadow »¹ (Steinfeld et al., 2006) pour « *atténuer les menaces que constitue l'élevage pour l'environnement et en particulier la pollution de l'eau, il s'agit pour les agriculteurs de parvenir à :*

- *une meilleure gestion du fumier,*
- *une meilleure utilisation des déjections sur terres agricoles. »*

L'ensemble des forces motrices (agronomie, environnement, zootechnie, économie, temps de travail, réglementation...) amène les agriculteurs à aménager de façon plus ou moins importante leurs pratiques pour respecter les règles et répondre aux besoins de l'exploitation.

Dans les régions de montagne essentiellement herbagères comme le Massif central (Agreste, 2001), ces matières organiques, à la fois engrais et amendements organiques, sont principalement valorisées sur prairies, qu'elles soient temporaires ou permanentes, et peuvent parfois représenter la seule source de fertilisation de l'exploitation, notamment en agriculture biologique. La présence de systèmes d'élevage très diversifiés entraîne une production corrélée positivement de matières organiques variées (fumier, lisier...). Ces effluents sont épandus à une densité faible par rapport à d'autres régions françaises, si bien que les problèmes d'excédents azotés ne se posent pas réellement dans le massif (Janichon, 2004).

La problématique posée par les effluents d'élevage en zone de montagne est donc bien distincte de ce qui est observé dans d'autres territoires réputés pour leurs excédents structurels. Les pratiques de

¹ « L'ombre de l'élevage sur l'avenir de la planète »

gestion de ces produits présentent potentiellement une importante variété qu'il faut mettre en évidence. Notre recherche souhaite comprendre comment se déclinent les pratiques de cette gestion des effluents d'élevage dans ce contexte de montagne.

Pour cela, il est nécessaire de connaître les pratiques existantes, indépendamment des on-dit qui peuvent circuler. En effet, s'il existe de nombreux avis d'experts fondés sur des connaissances de terrain plus ou moins localisées, les publications scientifiques des pratiques des agriculteurs, avec un protocole déterminé, sont plus rares. Il s'agit ensuite d'interpréter ces pratiques d'un point de vue agronomique, de déterminer les forces motrices qui sont à leur origine et qui orientent leur évolution et enfin, d'évaluer leurs impacts. Les facteurs agronomiques, prépondérants dans l'histoire de l'agriculture, peuvent en effet laisser la place à d'autres types de causes pouvant influencer les pratiques actuelles de gestion des effluents d'élevage. Ces forces sont sociales, économiques, environnementales, sanitaires... sans préjuger de l'importance de chacune d'entre elles.

Une démarche de recherche

Au cours de l'histoire de l'agriculture, les pratiques de gestion des effluents d'élevage ont évolué avec le temps, en liaison avec des forces motrices parfois différentes, parfois identiques. Les amendements d'origine animale étaient alors les sources quasi-exclusives de fertilisation des systèmes agricoles. Les pratiques de gestion, déterminées essentiellement par des raisons agronomiques, visaient une efficacité optimale, elle-même fonction des connaissances disponibles. La diffusion généralisée des engrais minéraux de synthèse et la mécanisation ont considérablement modifié cet équilibre, les pratiques de gestion s'en trouvant bouleversées notamment au XX^e siècle. Pour cette raison, il semble important de rappeler le cadre historique des pratiques de gestion des effluents d'élevage, afin de remettre en perspective la place actuelle de ces dernières dans les exploitations agricoles actuelles. Cette approche historique des pratiques est par ailleurs principalement restreinte au territoire français.

Ce travail se poursuit par le développement de la problématique générale sur les pratiques de gestion des effluents d'élevage et les raisons nous ayant amenées à privilégier leur étude dans une zone de montagne, en l'occurrence le Massif central. Les grandes caractéristiques de ce territoire d'étude sont alors présentées. Ce chapitre se poursuit par la présentation des objets et concepts d'études utilisés au cours de cette thèse. Le modèle conceptuel de gestion des effluents d'élevage que nous avons développé est enfin présenté.

La méthodologie utilisée au cours de cette thèse est développée dans le troisième chapitre. Nous expliquons tout d'abord notre démarche qui s'appuie sur trois dispositifs distincts. Le protocole de suivi des pratiques de gestion dans trois exploitations est alors présenté, suivi de la méthodologie

d'enquêtes en exploitations dans trois territoires différents allant du nord au sud du Massif. Nous terminons enfin par la présentation du protocole expérimental permettant l'évaluation de différents traitements organiques sur la production herbagère dans onze sites distincts du Massif central.

Les trois chapitres suivants présentent successivement les résultats des dispositifs d'étude : suivi, enquêtes et expérimentations. Pour faciliter la compréhension du suivi, chacune des exploitations suivies est rapidement décryptée. Nous analysons ensuite les pratiques de curage et d'épandage du fumier, puis les pratiques d'épandage du lisier. Les enquêtes sont traitées par territoire, avec successivement l'Aubrac, le Millavois et le Sancy. Pour mieux cerner les particularités propres à chaque territoire, les pratiques de gestion d'une exploitation sont présentées avant le début de toute analyse. Suite à cette description, les groupes typologiques d'exploitations, définis pour chaque territoire, sont exposés. Quelques particularités symboliques ou non du territoire concluent chaque partie. Les résultats des expérimentations débutent par une description pédoclimatique des essais et de la composition des produits organiques utilisés. Ce travail se poursuit par l'analyse des rendements prairiaux, des besoins en éléments fertilisants couverts par les apports et par l'effet des différents traitements sur la flore et le sol.

Ce travail se conclut avec une discussion sur l'intérêt d'une approche globale des pratiques de gestion des effluents d'élevage, sur les intérêts, limites et perspectives des différentes démarches d'études ainsi que sur quelques recommandations pour aider les agriculteurs à mieux gérer les effluents.

Une recherche faite dans le cadre industriel original que sont les Coopératives d'Utilisation de Matériel Agricole

Cette thèse a été réalisée dans le cadre d'une Convention Industrielle de Formation par la REcherche (CIFRE), dispositif d'aide aux entreprises pour le recrutement de jeunes chercheurs-doctorants, associant une entreprise, un laboratoire de recherche et un jeune diplômé. Dans ce cadre de recherche et en partenariat avec la Fédération Départementale des Coopératives d'Utilisation de Matériel Agricole (FDCUMA) du Puy-de-Dôme, l'entreprise d'accueil a été, dans un premier temps, la CUMA Orga-Fertil, coopérative d'épandage de lisier du Puy-de-Dôme présidée par M. Patrick Ganne.

Pour effectuer les épandages, cette CUMA employait un chauffeur et une tonne à lisier de 22 m³, tiré par un tracteur de 280 CV. Ce type de matériel permettait de respecter la structure des sols malgré un attelage imposant, grâce aux pneumatiques gros volumes. La capacité importante autorisait des apports organiques sur des parcelles éloignées ; certains éleveurs ont ainsi pu fertiliser leurs lointaines estives. Le matériel d'épandage était de plus équipé d'une rampe d'épandage, avec enfouisseur pour les cultures ou avec buses pour les prairies, limitant fortement les odeurs. Par

rapport à la pente et en raison des choix techniques opérés, ce matériel de grande capacité pouvait aller là où passe un épandeur de 8 m³, tiré par un tracteur de 90 CV. Il permettait de recomposer la main-d'œuvre, d'alléger le travail de saison, de mieux gérer les pointes de travail liées aux cultures et de réduire les investissements (Tessandier, 2005).

Le président de la CUMA, M. Ganne, indiquait ainsi que pour 1 000 m³ de lisier épandus en 2004, cela lui avait coûté 2 300 € et économisé 16 jours de travail. A titre de comparaison, épandre 1 000 m³ avec son propre matériel lui aurait coûté² plus de 2 600 € par an, hors coût carburant et main-d'œuvre (Cuma Auvergne, 2000). Un attelage de cette dimension ne permettait cependant pas l'accès aux parcelles de taille inférieure à 1 ha ou pour lesquelles l'entrée était trop étroite (< 4 m).

Malgré ces intérêts techniques, économiques et de travail, la CUMA n'a jamais épandu les volumes nécessaires à son équilibre financier. La nécessité de s'engager sur des volumes à épandre alors que ceux-ci sont mal connus des agriculteurs, l'inadéquation matériel – taille et forme des parcelles pour certaines exploitations, la présence de matériel à amortir sont autant de facteurs explicatifs à cet échec. La CUMA Orga-Fertil a donc été dissoute en septembre 2006.

Dès lors, il fallait rechercher une nouvelle entreprise d'accueil pour poursuivre la thèse. Avec l'aide de la Fédération Départementale des CUMA, la CUMA Départementale de Compostage du Puy-de-Dôme, présidée par Jacques Force, a accepté de nous accueillir.

Constituée fin décembre 1998, cette CUMA a démarré son activité à la fin du mois de janvier 1999 avec un tracteur, un retourneur d'andains Ménard, importé de Belgique, et l'embauche d'un salarié. L'investissement consenti approchait alors les 100 000 €. Au départ, une dizaine d'éleveurs produisant environ 6 000 m³ de fumier se sont engagés.

Son action s'exerce actuellement sur un territoire comprenant l'ensemble du Puy-de-Dôme et une partie de la Haute-Loire. En 2008, les agriculteurs sont plus de 300 à avoir souscrit du capital social à la CUMA, 220 utilisant régulièrement ses services. Ce sont ainsi près de 70 000 m³ de fumier et de déchets verts (environ 1 000 m³) qui ont été traités par la technique du compostage. La CUMA Départementale de Compostage du Puy-de-Dôme facture ses prestations selon le volume retourné. Actuellement, le coût du mètre cube traité est fixé à 1 € (sachant que le mode de calcul considère qu'un mètre linéaire équivaut à 4 mètres cube), ceci pour deux ou trois retournements. Il n'existe pas de prix différencié pour un mélange qui se ferait avec un seul retournement. La nécessaire souscription de capital social est fixée à 2 € par tranche de 8 m³ de fumier.

² 0,90 € / m³ épandu + 54 € / h de tracteur y compris chauffeur et gasoil. La souscription au capital social est de 1 € / m³ à épandre, étalé sur 3 ans. L'agriculteur s'engageait sur tout ou partie du volume à épandre.

Ces deux entreprises étaient intéressées par les pratiques de gestion des effluents d'élevage pour mieux connaître et comprendre les fonctionnements des agriculteurs, et ainsi proposer des services adaptés à leurs besoins. C'est dans ce cadre qu'elles ont accepté de financer une recherche sur les pratiques de gestion des effluents d'élevage en montagne, à partir de l'exemple du Massif central.

Parallèlement, l'accompagnement scientifique de notre thèse a été réalisé conjointement par les unités de recherche Agronomie et Fertilisation Agronomique des Sols (AFOS) et Elevage et Production des Ruminants (EPR) de l'Enita Clermont, illustrant par là le caractère d'interface de notre étude.

Chapitre 1 : Évolution des pratiques de gestion des effluents d'élevage en France

1. CONTEXTE GENERAL DES EFFLUENTS D'ELEVAGE

L'élevage français produit chaque année près de 300 millions de tonnes brutes de déjections animales dont 82 % proviennent des bovins (Leroux, 2003 ; Institut français de l'environnement, 2005). Seul 45 % de ces effluents bovins (soit 108 millions de tonnes brutes environ) sont récupérés, lors du séjour en bâtiment des animaux, sous forme de fumiers solides (82 %) et de lisiers ou autres effluents liquides (18 %), le reste étant émis au champ. Dans le système domesticatoire de type européen actuel, les effluents d'élevage ne sont que peu utilisés et ne répondent plus à une finalité première de l'élevage (cf. Tableau 1.1 ci-après) (Jussiau et al., 1999).

Animal	Mort			Mort ou vivant	Vivant				
	Carcasse	5 ^e quartier		Poils, plumes	Lait, œufs	Effluents d'élevage	Énergie	Comportements	Signes
Abats		Issues							
<i>Animaux de compagnie</i>									
<i>Animaux de ferme</i>	Bovins								
	Ovins								
	Caprins								
	Porc								
	Lapin								
	Volaille								
	Cheval lourd								
Cheval de loisir									
Usages	Surtout alimentaires		Surtout non alimentaires	Non alimentaires	Alimentaires	sources éventuelles de nuisances et de pollutions			
							Non alimentaires		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black;"></div> Utilisation ou prélèvement faible ou irrégulier, voire accidentel, ou ne répondant pas à une finalité première </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #808080; border: 1px solid black;"></div> Utilisation ou prélèvement systématique et / ou total </div>									

Tableau 1.1 : Utilisations des animaux domestiques dans le système domesticatoire contemporain de type « européen » (Source : Jussiau et al., 1999)

Ils peuvent être une source éventuelle de nuisances et/ou de pollutions. Cette mise en retrait des effluents d'élevage est récente. En effet, l'utilisation de toutes sortes de déchets et de déjections en vue d'améliorer la fertilité des sols est une pratique attestée depuis l'antiquité. Fardeau et Colomb

(2001) prennent ainsi l'exemple d'Homère (VIII^e siècle av. J.-C.) qui raconte dans *l'Odyssée* qu'Ulysse, revenant de Troie, fût reconnu par son chien Argos juché sur un tas de fumier que les esclaves apportaient dans les champs pour obtenir de belles récoltes : « *C'était Argos, le chien du malheureux Odysseus³... et, maintenant, en l'absence de son maître, il gisait, délaissé, sur l'amas de fumier de mulets et de boeufs qui était devant les portes, et y restait jusqu'à ce que les serviteurs d'Odysseus l'eussent emporté pour engraisser son grand verger.* ». Ce recyclage quasi autarcique des déjections animales pour la fertilisation des cultures en faisait de précieux produits qui ne pouvaient être considérés comme des déchets (Langlais, 2003). Néanmoins, jusqu'à la fin du XIX^e siècle, l'équilibre entre prélèvements et apports de matières fertilisantes est très difficile à assurer, ce qui en fait l'un des problèmes fondamentaux de l'agriculture française (Bertrand, 1975).

L'évacuation et l'épandage de ces déjections animales sont jusqu'à la première moitié du XX^e siècle, des opérations quasi-exclusivement manuelles avec, comme seuls outils, la fourche⁴ à main et la brouette, ainsi que ses dérivés qu'étaient les tombereaux à roues et les charrettes (Coléou, 1970 ; Crochet, 2006). Si quelques systèmes bien particuliers et parfois très perfectionnés ont utilisé la topographie ou la capacité des animaux à se déplacer pour faciliter ces travaux, ces derniers restaient fastidieux, pénibles et coûteux en main-d'œuvre. La mécanisation tardive de ces opérations au regard de l'histoire de l'élevage a abouti à une profonde modification des pratiques existantes, en simplifiant la chaîne de manipulation de ces produits et en allégeant la charge de travail. Associé à une modification profonde de l'agriculture, le statut de ces effluents d'élevage a changé au cours du XX^e siècle (Langlais, 2003). Afin d'éclairer cette transformation et repositionner nos objets de recherche actuels dans une perspective historique, nous allons retracer, dans ce chapitre, l'évolution de la gestion des effluents d'élevage, de la naissance de l'élevage à nos jours, en nous restreignant principalement au territoire français.

2. NAISSANCE DE L'ELEVAGE, UNE GAMME TRES ETENDUE D'USAGE DES DEJECTIONS

L'élevage est né suite à la nécessité pour les populations de s'assurer une meilleure disponibilité des ressources nécessaires à leur subsistance (hormis pour le chien que nous excluons par la suite en raison de ses nombreuses particularités⁵). La domestication des premiers animaux a ainsi permis le passage de la prédation de ressources spontanées et / ou naturelles à la production de ressources domestiques élevées (Jussiau et al., 1999). L'homme est alors passé d'un mode de vie « chasseur – cueilleur » à celui d'« éleveur – cultivateur ».

³ Ulysse est le nom francisé d'Odysseus

⁴ D'autres outils tels que le râteau, la pelle, la bêche, étaient également utilisés.

⁵ Les crottes de chien furent notamment utilisées en ganterie et tannerie pour assouplir les peaux aboutissant au métier parisien de ramasseurs de crottes de chien au XVII^e siècle (Jussiau et al., 1999)

Cette révolution culturelle a débuté au néolithique ancien (7 000 à 3 500 avant J.-C.) avec cinq espèces domestiquées successivement : chien, mouton, chèvre, vache et porc. Les animaux sont ainsi devenus des auxiliaires actifs de l'homme pour remplir une gamme variée d'usages (vivres, matériaux, auxiliaires de travail, symboles sociaux et religieux...). Nous excluons ici le chat, trop éloigné de notre objet d'étude, dont les premières traces de domestication remontent au VII^e millénaire avant J.-C. (Vigne et al., 2004). La domestication de cet animal aurait en effet probablement débuté avec le début de l'agriculture et son corollaire, le stockage du grain. L'augmentation des souris et des rats sur les lieux de stockage aurait attiré les chats, leurs prédateurs naturels.

Dès 5 000 ans avant notre ère, deux types d'élevage se développent en parallèle au Moyen-Orient : l'élevage « nomade » où les pasteurs suivent les mouvements des troupeaux et l'élevage « sédentaire » lié à l'apparition des premiers villages. La culture de céréales et l'élevage de chèvres, de moutons et de porcs s'y développent progressivement suscitant une transformation de la société par l'apparition des premiers signes de différenciation sociale dus à l'accumulation de richesses.

Parmi les multiples usages qu'ont eu les animaux domestiques, nous nous intéressons ici à ceux liés aux déjections animales. Les excréments produits par les espèces domestiquées (porc, poulet, bovin, cheval, mouton et chèvre essentiellement) sont utilisés pour partie comme engrais, mais aussi pour de nombreux autres usages : combustible, matériaux de construction, adjuvants de tannerie, agent nettoyant (pour l'urine), onguents et cataplasmes (pour les bourses, crottes ou autres crottins) (Jussiau et al., 1999). Cet état se poursuivra jusqu'à l'apparition des premiers produits de substitution.

Les effluents ne sont néanmoins que des sous-produits de l'activité d'élevage, non intentionnels et faiblement utilisés (Risse, 1994). L'objectif prioritaire reste la production de viande, de laine et de peaux. Dans quelques cas particuliers, les effluents semblent avoir acquis le statut de coproduits intentionnellement choisis (fumier ovin notamment) sans pouvoir en avoir la certitude. En effet, d'après Dietrich (2007), les archéologues sont dans l'impossibilité de reconstituer les différentes étapes de gestion du fumier (dépôt, transport, stockage, épandage, charruage) pour les époques anciennes en raison du lessivage et de l'utilisation des éléments permettant d'identifier le fumier. En présence de couches peu lessivées (parfois très anciennes), des analyses de phosphates peuvent permettre d'identifier la présence certaine de bétail et la gestion du fumier (Dietrich cite les travaux de Rouppert, 2007 sur site gallo-romain de Saint-Brice-sous-Forêt). Aucune distinction n'est cependant possible entre fumure et nécessité d'assainissement (et donc d'évacuation du fumier). Ce n'est qu'à partir du Moyen Âge que l'identification de pratiques de gestion du fumier peut être faite de façon certaine.

L'économie agropastorale s'étend ainsi durant le néolithique moyen et le néolithique final (3 500 à 2 000 avant J.-C.) entraînant la diminution de l'activité de prédation et le développement de diverses combinaisons culture – élevage, élevage qui reste cependant nettement minoritaire.

L'avènement de la métallurgie, vers 2 000 avant J.-C., et de la roue transforme la culture et l'élevage par le développement des outils et l'extension de la gamme d'utilisation des animaux (domestication du cheval et généralisation de l'attelage et de la monte). Dans l'antiquité, l'apport de produits organiques dans le sol devient peu à peu une pratique courante d'amélioration de la fertilité comme en attestent plusieurs textes dont l'Odyssée d'Homère (VIII^e siècle av. J.-C.).

3. GAULOIS ET GALLO-ROMAINS, DES DEJECTIONS OVINES FORTEMENT VALORISEES PAR LES CULTURES

Les agriculteurs gaulois étaient rassemblés sur des exploitations isolées de bonne taille ou dans des villages relativement importants, le plus souvent fortifiés. Meniel (1987) indique qu'ils disposaient de méthodes sophistiquées de cultures comme les engrais verts, le marnage et le chaulage.

L'élevage était une activité économique de première importance, marquée notamment par l'importance des porcs et des moutons (60 à 80 % du troupeau). Les porcs, élevés pour la viande et le cuir, étaient conduits en liberté totale ou partielle. La gestion de leurs effluents n'avait donc pas lieu d'être, au contraire des ovins dont les deux produits les plus attendus semblaient être la laine et le fumier, la viande et le lait n'étant que des produits « secondaires » (Risse, 1994 ; Jussiau et al., 1999). Les ovins étaient donc irremplaçables dans la mesure où ils participaient à la remise en culture des friches⁶ fertilisées grâce à la matière organique collectée sur les parcours ou pacages (Morlon et Sigaut, 2008). Cette gestion supposée des effluents n'est cependant qu'une simple hypothèse, difficilement vérifiable en raison de la rareté des indices disponibles. Les élevages bovins, équinés et avicoles, plus restreints, ne suscitaient apparemment pas de pratiques particulières de gestion des effluents.

L'élevage est bouleversé par la conquête de la Gaule par les Romains de 58 à 51 avant J.-C. L'annexion du pays permet l'établissement de conditions favorables au développement de l'élevage par le biais de multiples échanges culturels et commerciaux avec l'Italie. Les agronomes latins insistent sur l'intérêt du fumier et des déjections pour fertiliser les terres, mettant en avant l'interdépendance de la culture et de l'élevage dans l'agriculture. Varron (116-27 avant J.-C., 74 ouvrages dont les trois livres Rerum rusticarum), Columelle (1^{er} siècle après J.-C., traité De re rustica en 12 volumes) ou encore Virgile (les Géorgiques) recommandent ainsi de recueillir et d'épandre les fumiers avec soin, la fiente de volailles étant le meilleur des engrais (Boulaine, 1989).

⁶ En histoire agraire, la friche est en général la période de repos herbacée de plusieurs années dans les rotations sur terres labourables. La jachère est une suite d'opérations de travail du sol (labours, hersages...) destinées à nettoyer le sol des adventices et à préparer le lit de semence empêchant ainsi toute pâture (Morlon et Sigaut, 2008)

Les historiens pensent ainsi que l'élevage organisé dans le cadre de la *Villa* romaine, avec stabulations et utilisation de litière, a pu permettre l'enrichissement des terres cultivées par apport de fumier ou par parcage, en particulier des ovins (Jussiau et al., 1999). L'importance de ces pratiques de gestion des effluents nous est cependant inconnue en raison du faible nombre d'indices archéologiques corroborant ces pratiques. Des fragments de poteries retrouvées dans les champs et provenant de tas de fumiers servant occasionnellement de dépotoirs forment la majeure partie des indications disponibles.

Les grandes transhumances (Crau – Alpes et Rouergue – Aubrac – Causses) se mettent également en place entre le I^{er} et le V^e siècle. En parallèle, les petites transhumances de courte distance, qu'elles soient directes, inverses ou mixtes, se développent notablement (Coulet et Coste, 1986). L'ensemble de ces transhumances sera à l'origine de systèmes originaux de gestion des effluents, qui seront évoqués dans la suite de ce chapitre.

4. LE MOYEN ÂGE (V^e – XV^e SIECLES) : FONCTION ECONOMIQUE ET AGRONOMIQUE PRIMORDIALE DE LA FUMURE

Les espèces domestiques de cette période sont essentiellement les porcs, les moutons, les bovins, en particulier le bœuf pour la traction animale, les chevaux ainsi que les volailles (surtout les poules et les oies). Ces animaux, plus petits que les races actuelles, sont utilisés de manière très exhaustive. Les produits et sous-produits (cuir, os, suif...) n'étant pas destinés à l'alimentation ou l'habillement se retrouvent en effet dans de nombreux aspects de la vie courante tels que l'éclairage, l'artisanat, etc. Les animaux domestiques sont également élevés pour deux fonctions économiques primordiales, la fourniture d'énergie pour l'agriculture et le transport, ainsi que pour la fumure des sols cultivés, point que nous allons développer ci-dessous.

41. Le haut Moyen Âge : transfert de fertilité par les ovins des surfaces pâturées aux cultures

Le haut Moyen Âge (V^e – IX^e siècles) est essentiellement marqué par la déprise agricole qui provoque un agrandissement de l'espace pastoral. L'élevage est alors fondé sur l'exploitation de vastes espaces non cultivés, pâtures et parcours⁷ notamment, regroupés sous le terme *saltus*⁸. Le *saltus* forme avec l'*ager* (champs cultivés, friches, chaumes et labours), l'*hortus* (espaces jardinés) et la *silva* (forêt), l'espace exploité par les paysans. Le Nord de la France est caractérisé par le

⁷ Historiquement, le droit de parcours était le droit, pour les habitants d'une paroisse, d'aller faire pâturer (en vaine pâture) sur le territoire d'une autre paroisse. La notion évoquée ici est bien différente de la notion actuelle de parcours (Morlon, 2007, communication personnelle)

⁸ Terme défini par les historiens et géographes du XX^e siècle et appliqué à ces espaces

développement de systèmes d'élevage sylvopastoraux. Le Sud du pays est le lieu de prédilection des petits ruminants en raison de l'importance des parcours disponibles.

Les céréales forment la base de l'alimentation d'une population en très grande majorité rurale. L'élevage accompagne ces productions végétales en fournissant l'énergie et l'engrais nécessaire aux cultures, mais aussi en absorbant les coproduits, paille et grains (seigle, avoine si absence orge ou blé) peu prisés par l'homme.

Le troupeau, essentiellement d'ovins, permet de garantir la fertilité d'une sole de céréales destinées en priorité à la consommation familiale. Après avoir pâturé la journée sur le saltus, les animaux sont ainsi régulièrement parqués la nuit sur les friches et les chaumes (très appréciés car fournissant une ressource fourragère supplémentaire) de l'ager où ils déposent leurs déjections et se trouvent moins exposés à l'appétit des grands prédateurs. Ce transfert de fertilité reste cependant vraisemblablement modeste, car il comporte de nombreuses pertes : les animaux vaguent la majeure partie du temps, une partie des déjections termine sur des zones incultes (chemins), il existe également un transfert inverse des parcelles fumées vers les parcours et, enfin, les animaux rejettent moins de biomasse qu'ils n'en ont ingéré (Fourquin, 1975a). Ce déplacement organisé crée néanmoins un lien entre le parcours, réserve potentielle d'éléments fertilisants, et les parcelles cultivées pour la production de denrées comestibles (Jussiau et al., 1999).

42. Le Moyen Âge central : recul de l'élevage et des surfaces fertilisées

Le développement de l'agriculture a lieu entre le X^e et le XIII^e siècle, en lien avec l'essor de la population, entraînant une augmentation de la demande et l'apparition de progrès techniques décisifs (perfectionnement du joug, de la charrue, instruments en fer...), libérant de la main-d'œuvre pour l'agriculture (Risse, 1994). Les céréales priment cependant sur l'élevage qui est vécu comme un « mal nécessaire » pour fournir l'énergie et la fumure.

Dans cette optique d'amélioration de la production céréalière, l'apport de la fumure ne paraît pas constituer un point décisif pour les agriculteurs qui préfèrent défricher les parcours pour augmenter la surface en culture. Seuls les moines effectuent un travail de comparaison des différents types de fertilisants. Ils vantent ainsi les mérites du *colombin* issu des pigeonniers et poulaillers, des déjections ovines et bovines, les moutons étant meilleurs que les bovins car moins encombrants et moins exigeants (Antoine, 2006). Cependant, la portée de cet enrichissement des sols est fortement atténuée par la difficulté d'obtenir les quantités suffisantes de ces matières organiques. La dissémination des graines d'adventices par les fumiers ovins et bovins n'est par ailleurs jamais évoquée.

La moisson à la faucille (qui laisse sur place la majeure partie de la paille, favorisant ainsi le pâturage des animaux sur les chaumes), les effectifs réduits des troupeaux, la faible durée de la

stabulation hivernale (de quelques semaines à trois mois au plus), l'importance du parcours dans les zones incultes, la faible valeur de la litière, parfois composée de feuilles ou de fougères, limitent en effet fortement les quantités à épandre (Fourquin, 1975b). Certains auteurs (Jussiau et al., 1999) avancent en outre que le « bon fumier », constitué de paille et de déjections animales, est peu usité avant le XIV^e siècle en raison de la rareté de la paille (les légumes étant centraux dans l'alimentation de l'époque). Seuls les jardins et parcelles proches des habitations bénéficient régulièrement de ce type de fumure, absolument nécessaire pour permettre la couverture des besoins alimentaires des familles.

Comme au haut Moyen Âge, la fertilisation des terres labourées est assurée périodiquement par le fumier ovin auquel on prêtait des qualités exceptionnelles, allant parfois jusqu'à considérer la culture des céréales impossible en son absence (Risse, 1994). Le système de fertilité utilisé repose sur trois éléments clés :

- pour fertiliser, le plus souvent, une faible part de la sole de terre labourable, les paysans doivent disposer d'importantes surfaces d'herbages et de suffisamment de bétail ;
- il faut obligatoirement organiser le circuit quotidien des troupeaux entre l'ager et les espaces incultes (saltus et silva = herbages, friches et forêts) pour optimiser les transferts d'éléments fertilisants ;
- pour obtenir un maximum de fumure utile, le parcage de nuit doit être longuement répété sur une même parcelle, ce qui explique la durée supérieure à un an de la jachère (de 15 mois environ).

Sur ce dernier point, il était ainsi courant que les bergers de troupeaux ovins eussent, par contrat, obligation de parquer leurs troupeaux toutes les nuits sur les terres de culture permettant ainsi ces transferts de fertilité (Risse, 1994). D'autres auteurs (Lhoste et al., 1993) relèvent d'autres adaptations pour gérer de façon optimale les déjections issues de l'élevage, en sus de celles déjà présentées. Ils citent notamment, sans approfondir, l'installation des parcs de fertilisation en haut des pentes pour fertiliser par ruissellement les champs situés en contrebas. Les rendements obtenus dans des conditions optimales de mise en place du système de fertilité restent cependant faibles.

43. Le Moyen Âge tardif : mise en place de la fumure liée aux transhumances

Le Moyen Âge tardif (XIII^e – XV^e siècle) voit le système agricole précédent se transformer progressivement par le passage d'un mode de production quasi autarcique à une plus large ouverture des échanges, entraînant l'apparition d'une économie liée à l'argent. Les fléaux que sont la guerre, la peste et la famine provoquent des réductions brutales de la population, avec déprise agricole et diminution des emblavures. L'élevage prend alors un nouvel essor, variable selon les régions et les époques. Le fumier ovin continue à être particulièrement recherché pour son fort effet

fertilisant. Jehan de Brie (1379), dans son Traité des bestes à lainsne disait : « *la fiente de brebis est très utile pour fumer et améliorer les terres arables. C'est pourquoi les laboureurs avisés, du printemps à la fin de l'automne, alors qu'il ne fait pas trop froid, font coucher leurs brebis aux champs, pour engraisser les terres. Les bêtes sont en cercle, comme dans une sorte de parc, et le berger les fait avancer progressivement.* » (cité par Risse, 1994).

Les grandes transhumances se développent en lien avec la commercialisation de la laine et le renforcement de l'intérêt pour le fumier. Ce sont d'abord des déplacements « inverses », les troupeaux descendent ainsi du Massif central vers la Crau en raison du problème d'hivernage, puis les déplacements « normaux » de la plaine vers les estives se mettent également en place. Les villageois situés sur la route de la transhumance se plaignent régulièrement des dégâts occasionnés sur les cultures par des troupeaux de passage mal surveillés, mais profitent en échange de l'apport constitué par les déjections d'une nuit de « fumature » (Jussiau et al., 1999). Certains agriculteurs sédentaires installés sur le trajet de la transhumance bénéficient ainsi d'un supplément d'engrais très apprécié et acceptent de payer en argent ou en nature pour l'obtenir. La bonne fumature conditionne souvent la qualité de la récolte céréalière de l'année suivante, surtout lorsque le bétail local n'est pas assez important pour fournir aux parcelles un engrais suffisant.

5. DE LA RENAISSANCE A L'ANCIEN REGIME (XV^E - XVIII^E SIECLES), UNE COMPLEMENTARITE AGRONOMIQUE ENTRE ELEVAGE ET CULTURES

La complémentarité entre les cultures et l'élevage se maintient comme au Moyen-Âge. Les animaux domestiques sont en effet des auxiliaires de l'agriculture pour la traction et la fertilisation, en sus d'être des sources de matières premières (laine, cuir, corne, os...) sans équivalents. Aucune exploitation ne se consacre exclusivement à la production de laine ou de viande. La France se découpe alors en quatre grandes régions :

- 1) **Les régions céréalières de la plaine du Nord et du bassin parisien** : extension maximale des labours, essor limité des bovins, maintien des bêtes de trait et d'importants troupeaux ovins pâturent chaumes et friches, fertilisant les parcelles et produisant la laine alors très recherchée.
- 2) **Les régions méridionales** : exploitation extensive du saltus, les ovins formant l'essentiel des troupeaux ; cultures peu nombreuses.
- 3) **Les régions de montagne** : recours aux pâturages d'altitude depuis le XV^e siècle, mais apparition de problèmes liés aux surcharges pastorales et à la difficulté d'assurer l'alimentation hivernale des troupeaux.
- 4) **Reste du pays** : compromis entre cultures et élevage ; petites surfaces en culture avec des structures agraires disparates.

Le bétail, toujours vu comme un mal nécessaire à la production de fumier et d'énergie, est cependant plus ou moins négligé. Son développement est bloqué par le manque de surfaces fourragères à sa disposition, les cultures étant prioritaires par rapport à l'élevage. Cette situation forme un cercle vicieux, l'augmentation de rendement des cultures étant, elle aussi, liée à la production de fumier (Risse, 1994). La prescription systématique dans les baux, depuis le XVI^e siècle, de l'utilisation de la paille pour la production de fumier et non pour l'alimentation des animaux ne suffit pas à augmenter la quantité de fumier produite⁹ (Moriceau, 1999).

Le développement des cultures fourragères, notamment les légumineuses vivaces, permet dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, d'augmenter le poids des animaux, rejaillissant ainsi sur l'amélioration des fumures (Moriceau, 1999). Nous ignorons néanmoins l'ordre de grandeur de cette amélioration. Un calcul à partir de données actuelles sur les productions de fumier de bovins (Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec, 2003) nous permet cependant de faire une estimation : en fumier, 15 à 20 kg supplémentaires seraient produits par kg gagné par l'animal sur sa durée de vie.

51. Des agronomes militants pour l'utilisation des effluents

Le développement et la diffusion (même restreinte) de la littérature agronomique contribuent à une meilleure prise de conscience de l'intérêt des effluents d'élevage pour les cultures, dans les couches éduquées de la société. Bernard de Palissy (1550) est le premier agronome à faire des observations précises sur la croissance des végétaux aux emplacements où l'accumulation de fumier a laissé ses « sels », lavés par les eaux de pluie : « *Il faut que tu me confesses que quand tu apportes le fumier au champ, c'est pour lui rebailler une partie de ce qui lui a été osté...* » (Cité par Boulaïne, 1995). Il fut néanmoins ignoré jusqu'à la redécouverte de ces travaux au XVII^e siècle (Pontailler, 1971).

Estienne et Liebault (1565), dans leur ouvrage L'Agriculture et maison rustique, incitaient ainsi à prendre soin du troupeau ovin : « *Ne trouvera donc estrange, si nous enseignons au père de famille, que surtout il entende et soit soigneux de sa bergerie, plus que d'autre bestail... car outre le fient qu'elles font, qui surpasse toute autre bonté par la grande substance, vigueur et restauration qu'il baille à la terre, encore apportent-elles d'autres profits infinis...* » (cité par Risse, 1994).

Olivier de Serres (1600), dans son ouvrage Théâtre d'agriculture et mesnage des champs, milite pour le développement des bovins pour l'énergie et la fumure et rappelle l'importance des ovins pour leur production de fumier. Carlier, dans Le traité des bestes à lains (1770), et Daubenton, dans Instruction pour les bergers (1782), se prononcent également pour le parcage des ovins, pratique qui n'aurait que des avantages, en permettant notamment de diminuer les coûts

⁹ En terme de flux, la paille suit deux chemins différents pour finir au même endroit, le tas de fumier. En terme de production de fumier, nourrir les animaux avec un fourrage autre que la paille et faire la litière sur une base paille amène une production supérieure d'effluent.

d'exploitation et d'améliorer la qualité de la laine et le fumage des terres (cités par Risse, 1994). Ce n'est qu'au cours du XVIII^e siècle que l'animal domestique passe définitivement du statut de « mal nécessaire » à celui d'« animal productif » en lien avec le développement de la commercialisation de produits animaux (lait, fromage, viande...). Le travail et le fumier des animaux permettent d'intensifier la mise en valeur des terres, tandis que mieux nourri, la production en lait, laine et viande augmente (Jussiau et al., 1999). Cette évolution est néanmoins singulièrement longue, Lavoisier écrivant à la fin de l'Ancien Régime « *les bestiaux ne sont que les instruments employés pour cultiver et pour fumer et le bénéfice qu'ils procurent n'est qu'un léger accessoire. L'élevage est un mal nécessaire* » (Cité par Risse, 1994).

Les effluents issus des latrines, de la basse-cour ou des quelques bêtes de trait, sont essentiellement destinés au jardin familial et ne font pas l'objet de méthodes de gestion spécifiques, du moins à grande échelle (Boulaïne, 1992). Pour cette raison, nous ne les évoquerons plus dans ce chapitre.

52. Une gestion réservée aux élevages spéculatifs

Il faut cependant distinguer l'élevage de subsistance et l'élevage spéculatif. Dans le premier cas, les paysans cherchent d'abord à subsister, avant de s'occuper de la gestion des effluents (Moriceau, 2005). Quelques moyens légaux favorisent cependant la fertilisation. Les petits paysans sans moyens élèvent ainsi quelques têtes de bétail grâce aux baux à cheptels¹⁰, ce qui leur permet de récupérer intégralement les produits autres que le croît, et notamment le fumier. La lutte entre les éleveurs et les agriculteurs « spéculateurs » pour le partage des terres se poursuit, entraînant l'abandon progressif du droit de chaumage¹¹, suite au mouvement de mise en clôtures des parcelles pour les protéger du bétail. Cela pénalise nettement les petits éleveurs en leur supprimant l'accès à un produit utilisé comme nourriture et litière pour leurs rares animaux.

L'élevage spéculatif attache une plus grande importance aux déjections animales, la fertilisation des terres permettant de produire les fourrages destinés aux animaux de vente et facilitant la mise en place des cultures. Le parcage des moutons est ainsi développé dans cette optique. Dans le même but, la paille est, aux portes de Paris, vendue aux écuries aristocratiques des villes voisines dont les élevages spéculatifs récupèrent ensuite les abondants fumiers (Moriceau, 1999). Le déséquilibre s'accroît ainsi entre ces petits éleveurs et les éleveurs spéculatifs.

¹⁰ Bail à cheptel (ou « avoir des bêtes à moitié » : le preneur loue un fonds de bétail qu'il doit conserver, entretenir et faire prospérer pour partager à terme le croît (les animaux nés) avec le bailleur qui récupère le troupeau d'origine. La production des animaux (le lait et le fumier essentiellement) est laissée au paysan en échange de la nourriture et des soins fournis (Moriceau, 1999).

¹¹ droit reconnu à tous les habitants d'un village d'envoyer leur bétail dans l'ensemble des terres non closes dépouillées de leurs fruits dans les limites géographiques ou juridiques définies par les usages locaux = droit de vaine pâture

53. Gestion des effluents en zone de plaine

En Île-de-France, la technique du parpage a joué un rôle croissant dans la fertilisation des friches, à côté du fumier dit « de cour »¹² (Moriceau, 2005). Bien attesté dès la seconde moitié du XV^e siècle, le parpage des moutons assure d'abord un engrais complémentaire au fumier, n'atteignant pas le tiers des besoins nécessaires. Sa progression s'affirme après 1650 pour dépasser la part de l'engrais de cour à la fin du XVIII^e siècle (cf. Tableau 1.2). Ce dernier s'était pourtant développé jusqu'à permettre d'assurer la fertilisation quasi complète de la friche (Moriceau, 1999).

Époque	Nombre de fermes	Superficie moyenne de la friche	Superficie moyenne fertilisée	% de friche fertilisée	Dont % de friche fertilisée par :		
					Fumier de cour	Fumier de parc	Autres fumiers
1637-1663	3	37,1 ha	18,4 ha	49,6 %	28,5 %	21,1 %	0
1672-1713	13	46,7 ha	34,1 ha	73,0 %	46,8 %	26,2 %	0
1776-1799	14	55,2 ha	53,9 ha	97,7 %	42,1 %	53,7 %	1,9 %

Tableau 1.2 : Utilisation croissante des moutons dans la fertilisation des friches : exemple de quelques fermes du Nord de l'Île de France aux XVII^e et XVIII^e siècles. (Source : Moriceau, 1999)

C'est pendant les premières heures de la nuit que les moutons donnent le plus de fumure. Pour augmenter la surface fertilisée et la répartir uniformément, les agriculteurs, en Normandie, en Flandres et dans le Bassin parisien, imposaient aux bergers de subdiviser l'enclos en un parc de nuit et un parc du matin plus grand d'un quart où passaient les animaux après une heure du matin (Moriceau, 1999). La durée de séjour plus longue dans le second parc¹³, et malgré une surface plus importante à bonifier, permettait une fertilisation équilibrée entre les deux zones.

Les secteurs à culture peu présente, n'offrant aucune ressource fourragère en dehors de la vaine pâture, sont dans l'impossibilité d'élever d'importants troupeaux ovins. Or, les frais d'entretien d'un parc ne sont pas rentables en dessous de soixante moutons. Lorsque la friche diminue dans les espaces agricoles intensifs, le mouton recule aussitôt, entraînant ainsi le recul de la fertilisation par parpage (Moriceau, 1999).

Cette pratique du parpage permet de concentrer le peu d'éléments fertilisants produits sur les terres susceptibles de mieux les valoriser, par le biais d'un transfert de fertilité des parcours aux cultures. Cette concentration dans l'espace est bien souvent complémentaire d'une concentration dans le temps des éléments fertilisants en revenant pendant plusieurs années sur les mêmes sites de parpage (Boulaine, 1992).

¹² fumier issu des troupeaux bovins, équins et ovins lors de l'hivernage

¹³ Pour que la durée du séjour soit plus longue dans le second parc, les animaux devaient sortir de celui-ci entre sept et huit heures du matin et non juste en fin de nuit.

54. Gestion des effluents bovins en zone de montagne

En raison de la rareté de la paille en zone de montagne, les animaux étaient souvent sur une litière à base de feuilles ou de fougères, seuls produits disponibles pour assurer le fumier nécessaire à l'engrais. Dans le Massif central, les animaux étaient le plus souvent entassés dans des bâtiments mal ventilés, à la température étouffante et à l'air vicié par une litière inchangée de tout l'hiver. Pouvant atteindre jusqu'à trois pieds d'épaisseur (près d'un mètre), la litière dégageait de la chaleur dont on pensait qu'elle favorisait la prise de poids des animaux (Moriceau, 1999), mais aussi le chauffage des humains très proches.

La malpropreté des bergeries et des étables est soulignée par nombre d'observateurs extérieurs, tel l'anglais Arthur Young ou l'Abbé Carlier (1764) qui insistaient sur la nécessité de raccourcir la période de stabulation en allongeant la durée du pâturage à l'air libre pour obtenir de meilleurs produits (cités par Moriceau, 1999). Ces régions aux conditions climatiques difficiles développent néanmoins des modes de gestion des effluents très particuliers, susceptibles d'assurer un maintien, voire une augmentation, de la fertilité des sols. Nous en détaillons quelques-uns dans les paragraphes suivants.

541. Exemples de la ferti-irrigation

La transhumance sur les hauts pâturages a pour fonction première d'alimenter les animaux pendant la saison estivale. Dans les monts du Forez (Puy-de-Dôme), elle avait également pour objet de fournir une partie du foin destiné à l'alimentation hivernale du troupeau bovin laitier, foin redescendu avec le troupeau à l'automne. Les agriculteurs avaient ainsi développé une technique de gestion des effluents basée sur l'irrigation. Chaque bâtiment d'estive (ou jasserie) comportait une étable pour la traite, le corps d'habitation (comprenant la laiterie) et une cave d'affinage des fromages (Damon, 1972). En amont du bâtiment se trouvait une réserve d'eau reliée ensuite à l'étable pour irriguer les prés de fauche en aval de l'étable (cf. Figure 1.1 ci-après).

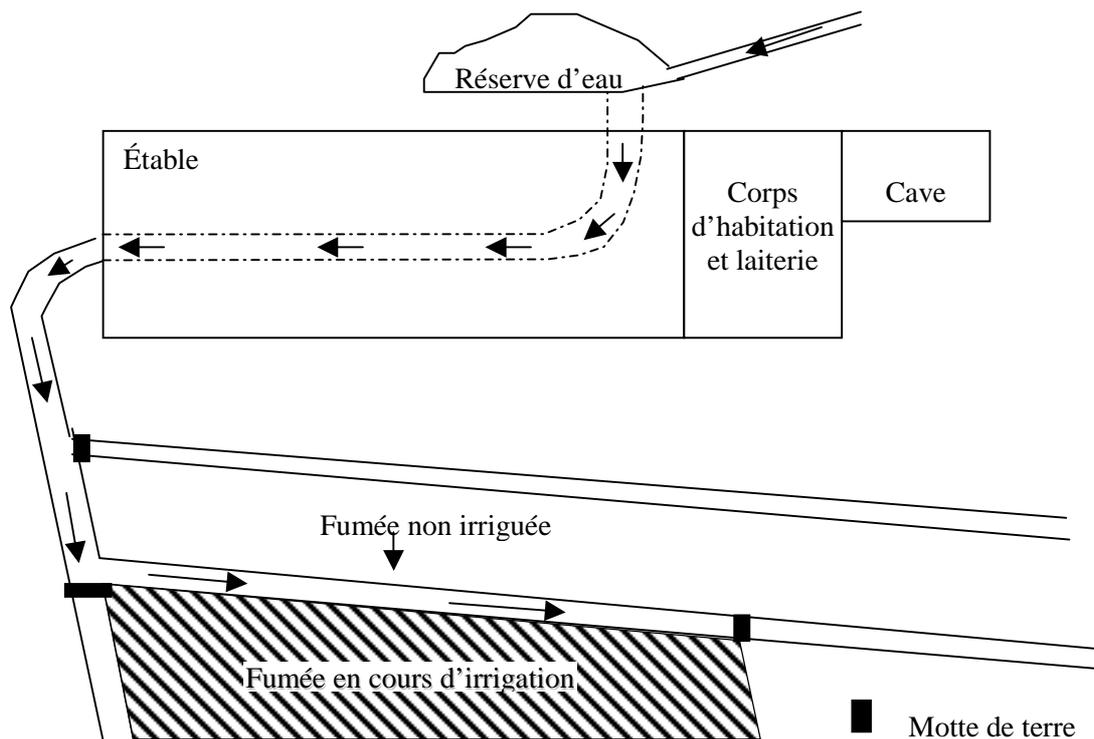


Figure 1.1 : Plan type d'une jasserie et de son système de ferti – irrigation (Source : Damon, 1972)

La particularité du système est liée au nettoyage de l'étable par l'eau précédemment stockée. Le matin et l'après-midi, quand le troupeau a quitté l'étable, les déjections sont rassemblées dans la rase centrale de l'étable¹⁴. L'eau était ensuite ouverte, emportant ainsi les déjections avant de ressortir de l'autre côté de l'étable. L'eau mêlée aux déjections irriguait ensuite le pré subdivisé en « fumées » à l'aide de rigoles et d'obstacles réguliers que l'agriculteur changeait de place à volonté (Damon, 1972). Cette technique a entraîné une fertilisation à gradient selon la pente des prés en aval des bâtiments par rapport aux pâtures en amont du bâtiment. Des différences de végétation provoquées par l'application de cette technique sont encore visibles aujourd'hui malgré l'abandon généralisé dans les années 1950-1960 de ce mode de gestion des effluents (L'Homme et Couhert, 1986).

Des systèmes similaires ont également existé dans les Vosges et dans les Alpes avec des particularités locales. Dans les Vosges, l'eau s'écoulait en permanence dans le bâtiment en traversant l'étable derrière les animaux pour s'enrichir de purin et alimentait partiellement ou totalement le réseau d'irrigation des prés en contrebas (cf. Figure 1.2 ci-dessous) (Cussenot, 1967 ; Groupe de recherche INRA-ENSSAA, 1977). Ces pratiques étaient encore en usage en 1999 dans quelques fermes (Koerner, 1999).

¹⁴ Malgré une praticité moindre, ce travail peut-être effectué également l'hiver lorsque les animaux restent en bâtiment. Il faut néanmoins que la réserve d'eau ne soit pas gelée.

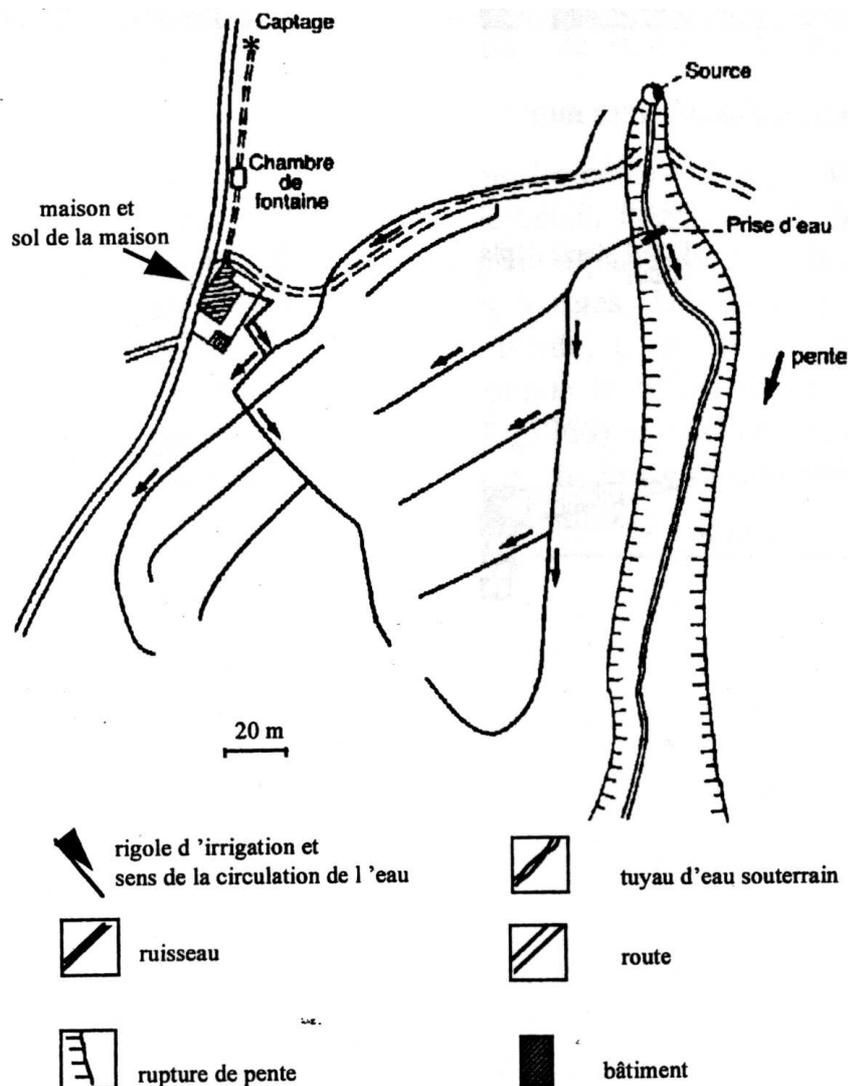


Figure 1.2 : Exemple de ferti-irrigation dans les Vosges (Source : Koerner, 1999)

Le système de ferti-irrigation de cette exploitation est un système partiel. Les champs peuvent être simplement irrigués (partie droite du schéma) ou ferti-irrigués (partie gauche du schéma) lorsque l'eau passe dans l'étable.

Dans les Alpes Tarentaises, l'épandage gravitaire des lisiers en aval des chalets de traite se faisait par un système de canaux appelés lacages couvrant parfois des surfaces très étendues. Malgré l'abandon de ces réseaux dans les années 1960, les surfaces autrefois fertilisées présentent toujours une végétation différenciée de celle des surfaces n'ayant pas reçu historiquement cette fertilisation (Brau-Nogué, 1996).

542. Exemple des parcs de traite

Dans les « montagnes à lait » du Cantal, la présence d'une activité fromagère en estive, à vocation commerciale (Bordessoule, 2004), est ainsi couplée à un système de gestion des effluents bovins. Le parc de traite, qui sert également d'aire de repos nocturne aux bêtes jusqu'à fin août, est installé

sur la « fumade ». Ce terme désigne une zone située autour du buron (lieu de fabrication des fromages et de logement des bergers) dont la terre va être « engraisée » par les déjections des animaux. Ce parc est déplacé chaque matin après la traite afin de répartir la fumure permettant ainsi l'entretien quotidien d'environ mille mètres carrés d'estive (Roc, 1989) pour un troupeau d'environ 80 vaches en lactation. Le reste de la montagne non couvert par ce roulement (ou aïguade) est utilisé comme parcours, les animaux étant ramenés le soir par le pâtre sur l'emplacement des fumades de l'année précédente (Bordessoule, 2006). Les veaux passent la nuit à l'étable (ou bédélat) dont le fumier est étendu une fois par mois sur une partie de la fumade.

Les prairies de montagnes faisaient l'objet d'une attention plus soutenue que les prairies de plaine. Qualifiée de « verte et grasse pâture », l'herbe des Hautes Chaumes des Vosges recevait chaque année le fumier des vaches des marcaires (fermiers de la montagne vosgienne). Le pâturage a ainsi conservé sa valeur économique au XVIII^e siècle, alors qu'il était délaissé dans d'autres régions (Moriceau, 1999).

Dans les pelouses alpines du Beaufortain, il est encore possible d'observer sur les lieux de pâturage des creux de « pachonnée » (cf. Figure 1.3 ci-dessous) qui signalent, le long des courbes de niveau, la fumure des montagnes par les vaches laitières. À partir de la fin du XVIII^e siècle, le « pachenier » attachait les animaux en lignes parallèles, aux heures de traite et de repos (Moriceau, 1999), comme cela se pratique encore en Afrique (Landais et Lhoste, 1993). La répartition des fumures était assurée par la modification régulière des points d'attache, aujourd'hui remplacée par le déplacement des machines à traire et des parcs de repos (Brau-Nogué, 1996).



Figure 1.3 : Emplacements de pachonnée dans le Beaufortain (Source : Ecoles de Tarentaise, 2007)

55. Gestion des déjections ovines en zone de montagne

Nous excluons ici les parcs de nuit aménagés et pavés du Mercantour (Alpes Maritimes, Alpes de Haute-Provence) qui servaient à la récolte du migon (ou migou), déjections non paillées du troupeau ovin, revendues en plaine pour assurer la production des vergers, des cultures ou des jardins (Lapeyronie, 2003).

551. Exemple des nuits de fumature en Lozère

De la Provence à la Haute-Loire, les troupeaux ovins servaient à la production de viande et de fumier, la laine et le fromage étant le plus souvent des produits accessoires. Dans des régions aux terres pauvres comme le Gévaudan (Lozère), la fumure abondante des terres était une nécessité pour la culture du seigle. Les éleveurs ont d'abord réuni leurs différents troupeaux (réguliers ou issus d'achats saisonniers de moutons) en un seul troupeau qu'un berger allait mener sur les champs dépouillés et les terres incultes. La nuit, le troupeau commun se déplaçait successivement sur les fonds de chaque propriétaire, y séjournant un temps proportionnel au nombre de bêtes mises dans l'association volontaire.

Le manque de fourrages ne permettant pas de nourrir un important troupeau l'hiver¹⁵ a amené les paysans du Gévaudan à rechercher des sources extérieures de matières organiques. La solution provient de l'intégration de la transhumance au système agro-pastoral local (Moriceau, 1999). La transhumance donnait lieu à l'exercice d'un droit d'usage qui, au lieu de prélever une partie de la récolte, présentait l'avantage de lui apporter une contribution extérieure : les nuits de « fumade » ou « fumature », mode de gestion des effluents très élaboré, décrit par la suite. Les baux d'herbages souscrits par les propriétaires de troupeaux transhumants précisaient en effet un loyer principal en argent, des redevances complémentaires en nature (fromage, épices...), mais aussi et surtout la fourniture obligatoire de fumier selon une répartition sourcilleuse.

Les contrats réservaient la totalité de l'engrais animal au profit des propriétaires résidents. Enfermés chaque nuit dans un parc mobile, les moutons assuraient le fumier qui préparait la culture du seigle de l'année suivante. Selon la position géographique et les pratiques locales, l'estive était plus ou moins longue durant généralement entre 50 et 75 nuits entre la Saint-Jean (24 juin) et la Saint-Gilles (1^{er} septembre). Pour éviter tout gaspillage de la ressource organique, les communautés effectuaient une stricte répartition des nuits de fumature de l'ensemble du troupeau transhumant entre les différents propriétaires résidents, d'abord selon la surface des terres possédées puis, pour tenir compte de l'inégalité des sols, selon la valeur imposable des dits biens ou « allivrement » (cf. Tableau 1.3).

¹⁵ L'hiver est la période de production par excellence des matières organiques en raison du confinement en bâtiment des animaux facilitant la récupération de ces sous-produits. L'absence de fourrages permettant de nourrir le troupeau l'hiver a pour conséquence indirecte l'absence de production de matières organiques.

Pour y parvenir, la durée de la nuit de fumature était établie selon un tour de « passade » qui subdivisait en deux, trois ou quatre, la durée totale de l'estivage. La division allait jusqu'à des demis ou quarts de nuit imposant aux bergers une stricte gestion du temps de pâturage en déplaçant le parc plusieurs fois au cours d'une même nuit (cf. Tableau 1.3).

Propriétaire	Superficie*	Allivrement**	Nombre de nuits
Étienne Valentin	110 s	37 L	6 3/4
Pierre Amouroux	35 s	14 L 14 s 5 d	2 1/4
Pierre Valantin	23 s 1 b 5 d	11 L 10 s 11 d	1 3/4
Guillaume Chaptal (<i>des Salces</i>)	23 s 11 c 3 b 3 d	10 L 6 s 8 d	1/2 - 1/8 - 1/16
Pierre Bros (<i>de Saelles</i>)	34 s 10 c 3 b 6 d	10 L 4 s 2 d	2
Étienne Roux	30 s 9 c 3 b 4 d	9 L 9 s 6 d	1 3/4 et 1/16
Vidal Rachas	17 s 1 c 2 d	5 L 16 s 2 d	1 1/16
Joseph Roudil	17 s 7 c 1 b 5 d	5 L 15 s 11 d	1 1/16
Denis Pralong	13 s 11 c 3 s 3 d	4 L 18 s 8 d	3/4 et 1/8
Louis Chevalier	7 s 15 c	1 L 9 s 10 d	1/4 et 1/8
Pierre Peytavin	3 s 4 c 3 d	1 L 9 s 10 d	1/4
Jean Barbut (<i>de Bernoux</i>)	2 s 10 c 3 b	1 L 5 s 2 d	1/4
Anne Baret (<i>de Laubert</i>)	1 s 9 c 3 b 6 d	0 L 7 s 2 d	1/10
Vidal Valentin	2 s 11 c 1 b 4 d	0 L 19 s 11 d	1/8 et 1/10
Étienne Toulouse (<i>de Laubert</i>)	1 s 7 c 3 b 4 d	0 L 3 s 9 d	1/16
*s = sétérée (95,42 ares) = 16 c (cartelières) = 64 b (boisseaux) = 512 d (dextres)			
**1 L (Livres) = 20 s (sous) = 12 d (deniers)			
Source: Archives départementales de Lozère, 28 mai 1737, d'après Abbé Félix Remize, « Allenc. Sa baronnie, sa paroisse et sa communauté », <i>Archives Gévaudanaises</i> , Mende, 1921, p. 344-345.			

Tableau 1.3 : Extrait de la répartition du droit de fumature en 1737 entre les habitants du village de Gourgons (Lozère) à raison de 32 nuits pour chaque tour (Source : Moriceau, 1999)

Le berger devait parfois mettre en mouvement les moutons dans le parc pour « *qu'ils se vident complètement et qu'il n'y ait rien de perdu au point de vue de la fumure* » (L'Arbalétrier, 1890). Au XVII^e siècle, les nuits de fumature furent rattachées aux terres ainsi fertilisées et devinrent transmissibles par legs ou héritage. Elles entrèrent alors sur le marché foncier : en 1685, chez le Notaire du Pont-De-Montvert (Lozère), l'achat de deux nuits de fumure du plus grand troupeau de mouton (800 têtes) se négocie à 34 Livres. Ces nuits peuvent parfois dépasser la valeur de la terre elle-même : en 1630, à Belvezet (Lozère), 44 nuits de fumature sont estimées entre 5 et 10 Livres alors que la valeur des parcelles n'atteint pas 5 Livres. Lorsque la culture du seigle déclina au XIX^e siècle, la fumure par les troupeaux ovins transhumants n'avait plus lieu d'être et disparut (Moriceau, 1999).

552. Autres exemples régionaux

La gestion collective des fumures de moutons n'était pas une particularité des transhumances estivales. Dans les landes de Gascogne, les habitants cherchaient à héberger à tour de rôle le berger (et son troupeau) descendu pour l'hiver, contre du fromage et la fiente de ses brebis sur leurs terres.

Un système identique se retrouve dans la plaine de la Crau où les troupeaux pâturent en hiver pour fertiliser les prairies qui, avec l'aide de l'irrigation, donneront au printemps suivant le foin si renommé.

En Auvergne, un système de nuit de fumature, globalement similaire, existait dans les monts du Velay (Haute-Loire) et dans les Monts Dômes (Puy-de-Dôme). En Velay, chaque troupeau d'un hameau couchait à tour rôle sur les terres des particuliers, sans appliquer de règle de proportionnalité, contrairement au Gévaudan (Moriceau, 1999). Dans les Monts Dômes, le système permettait la fertilisation par les ovins tous les 6 ans des parcelles en rotation biennale « jachère – seigle » (Lambert, 1979). En l'absence de troupeaux transhumants importants, il était basé sur les multiples troupeaux ovins individuels, gardés collectivement par un berger de village, rémunéré par les propriétaires. Ce troupeau, pâtureant des zones de faible productivité (les communaux), assurait un transfert de fertilité au profit des champs cultivés (cf. Figure 1.4 ci-après), tel que l'a montré Loiseau (1983). En 1808, le hameau de la Garandie (commune d'Aydat, Puy-de-Dôme), avec un troupeau de 520 brebis paissant en journée sur un communal de 100 ha, fertilisait ainsi 12 ha par an à raison de 1,7 t de déjections par hectare selon une stricte répartition égalitaire basée sur la propriété. Cela correspondait à une fertilisation, pour 6 années, de 92 unités d'azote, 12 unités de phosphore et 68 unités de potassium par hectare (Bazin et al., 1983).

Ce transfert de fertilité possède cependant des limites techniques liées principalement à l'exploitation continue des parcours. Après une centaine d'années d'exploitation, les landes pâturées finissent ainsi par s'épuiser et ne peuvent plus accueillir autant d'animaux par hectare (Michelin, 1995).

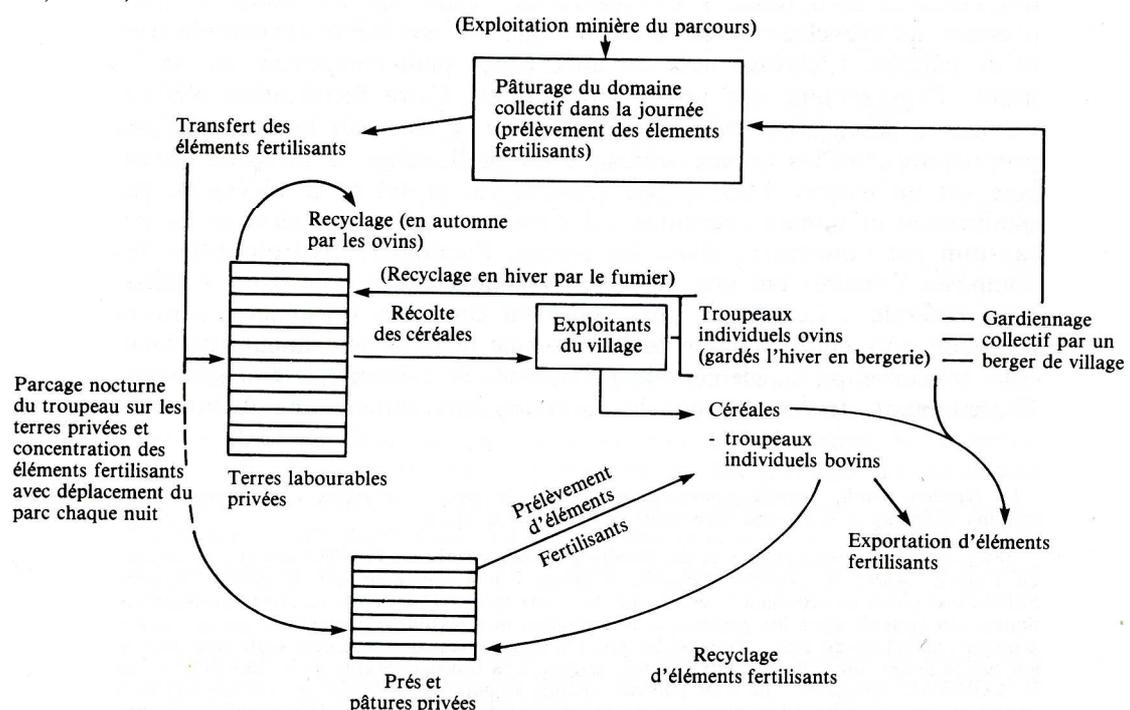


Figure 1.4 : Transfert de fertilité dans le système agropastoral des Dômes (Source : Loiseau, 1983)

Ce système, qui perdurait à la veille de la seconde guerre mondiale, a décliné fortement peu après celle-ci, en raison d'une conjoncture économique et sociale défavorable à cet agro-pastoralisme traditionnel. En effet, la main-d'œuvre disponible était en baisse constante, alors que l'augmentation de la propriété individuelle (par rachat des propriétés délaissées) ne nécessitait plus le recours systématique aux communaux. La régression de la surface céréalière suite au développement de la mécanisation ne fit qu'accentuer le délaissement de la fumure ovine. Les troupeaux ovins furent progressivement abandonnés au profit des bovins destinés à la production laitière, le revenu de l'élevage laitier permettant l'achat de céréales et d'engrais (Loiseau, 1983). Ce système fut étudié au début des années 1980 pour remettre en valeur des landes dans diverses régions du Massif central avec des résultats positifs (Loiseau et De Montard, 1986). Ce type de pratiques peut persister localement dans les zones d'estives ovines actuelles, mais dans une moindre mesure. C'est le cas par exemple dans les Hautes-Chaumes du Forez (Puy-de-Dôme) où en 2008, les brebis sont toujours parquées la nuit par le berger Charles Forestier. Selon lui, cela « permet d'enrichir le sol grâce à la fumure. L'endroit est changé tous les deux ans, ça fait disparaître la bruyère, piétinée, mais apparaître l'herbe » (Georges, 2008).

56. Une complémentarité cultures-élevage plus forte en montagne, toujours en vigueur aujourd'hui

Les différents auteurs étudiés montrent que la complémentarité entre l'élevage et les cultures, nécessaire à la fumure était la plus forte en montagne. Les effectifs animaux engagés, les distances parcourues, l'ampleur des inégalités saisonnières de chargement animal, l'incidence culturelle de la transhumance n'avaient pas d'équivalent dans les autres régions françaises avant l'apparition des premiers engrais chimiques¹⁶. Ces systèmes complémentaires élevage – culture peuvent être retrouvés actuellement sur le continent africain (Landais et Lhoste, 1993 ; Dongmo et al., 2007).

Ces pratiques traditionnelles, très exigeantes en main-d'œuvre, ont été progressivement abandonnées à partir des années 1950, lorsqu'elles subsistaient encore. Cependant, les pratiques de fertilisation n'ont pas été, pour autant, délaissées, mais modifiées pour concilier les exigences actuelles de production avec les nouvelles nécessités économiques et sociétales. Bornard et Brau-Nogué (1994) montrent ainsi l'évolution des pratiques dans les alpages laitiers des Alpes du Nord (cf. Tableau 1.4).

¹⁶ La champagne dite « pouilleuse », en raison notamment de sa pauvreté, avaient néanmoins des caractéristiques proches de ces régions de montagne pour la gestion de la fertilité.

Pratiques traditionnelles			Pratiques contemporaines		
Nom	Principes	Pratiques associées	Nom	Principes	Pratiques associées
Pachonnée	VL attachées aux heures de traite et de repos sur les lieux de pâturage	Traite mobile manuelle en extérieur Déplacement des points d'attache Ébousage	Parcs de traite ou de repos	VL clôturées la nuit à proximité du lieu de traite	Traite mobile mécanisée en extérieur Clôture électrique
Ferti-irrigation	Épandage gravitaire des déjections liquides par canaux depuis le bâtiment	Traite manuelle en bâtiment Entretien des lacages (canaux)	Épandage de lisier	Stockage des déjections liquides avant reprise et épandage mécanique	Traite mécanisée en bâtiment Fosse, pompes et tonne à lisier
Épandage de fumier	Évacuation et épandage manuels	Traite manuelle en bâtiment Transport par la traction animale Curage et épandage à la fourche	Épandage de fumier	Évacuation et épandage mécaniques	Traite mécanisée en bâtiment Évacuateur mécanique et épandeur à fumier

Tableau 1.4 : Évolution des restitutions organiques des pratiques traditionnelles aux pratiques contemporaines (Source : Bornard et Brau-Nogué, 1994)

Le remplacement de ces anciennes techniques s'est néanmoins heurté aux contraintes de la mécanisation dans les zones de montagne. Ainsi, les parcs de nuit associés aux machines mobiles de traite ne sont présents que sur des surfaces dont la pente est inférieure à 40 %, alors que la pachonnée pouvait se pratiquer sur des versants atteignant des pentes de 60 % (Costa et al., 1990).

6. L'AGE INDUSTRIEL (1830 –1950) : DES ENGRAIS DIVERSEMENT UTILISES

A partir de 1850, l'élevage rentre dans un processus d'industrialisation constant, caractérisé par cinq faits majeurs :

- 1) L'essor du machinisme ; celui-ci n'est cependant que peu appliqué à la gestion des effluents, les premiers évacuateurs à fumier mécanique n'apparaissant qu'au début du XX^e siècle.
- 2) La modification des modes de production avec une intensification fréquente des productions.
- 3) Une croissance généralisée de l'économie et de la population. Cette croissance est cependant saccadée, passant par des phases d'expansion, de stagnation et de régression.
- 4) La redistribution des activités et des hommes dans l'espace.
- 5) La dissociation entre les lieux de production des matières premières agricoles et les lieux de leur transformation et de leur consommation, mais aussi entre les régions d'élevage et les régions céréalières. L'élevage n'est plus un auxiliaire de la production céréalière, mais devient une activité productive, pivot d'un nouveau système « polyculture-élevage » (Jussiau et al., 1999).

Jusqu'aux environs de 1870, les améliorations essentielles de productivité des terres sont dues au recul net de la friche et au progrès dans la fertilisation des terres (vulgarisation de la chaux principalement), conséquences du développement des cultures fourragères et de l'installation des prairies artificielles. Les importations de nitrates et de guano d'Amérique du Sud (Chili, Bolivie, Pérou), au long du XIX^e siècle (Morlon, 1998), n'ont touché qu'une faible part des terres agricoles françaises. En parallèle, l'industrie chimique devient à même de livrer de nouveaux adjuvants dont les premiers engrais et amendements (cf. Tableau 1.5 ci-dessous).

Année	Événement	Lieu
Vers 1830	emploi d'engrais à base de poudre d'os	
1843	première usine de phosphates industriels	B. Lawes ; Grande-Bretagne
1913	possibilité de créer des engrais azotés de synthèse selon un procédé industriel	Haber-Bosch ; Allemagne

Tableau 1.5 : Bref historique de l'apparition des engrais industriels (Source : Jussiau et al., 1999)

La commercialisation à grande échelle de ces produits est facilitée par la diminution des coûts de transport consécutive au développement du réseau ferré, suite à la Loi Freycinet de 1880 (Risse, 1994). L'emploi de la chaux et des engrais entre ainsi dans les pratiques régulières, pratiques renforcées par la diffusion des résultats des engrais sur les rendements céréaliers (cf. recherches de Dehérain, 1902). Les animaux domestiques, en particulier les bovins, restent néanmoins d'importants fournisseurs d'éléments fertilisants pour la production végétale, comme le dit l'adage de l'époque « *si tu veux du blé, fait du bœuf* » (Agulhon et al., 1976b). Une fumure ordinaire est alors de 30 à 35 t/ha¹⁷, l'épandage devant se faire en petit tas (ou fumerons) de même poids, également répartis tous les sept mètres (L'Arbalétrier, 1890 ; Chancrin et Dumont, 1921). L'emploi d'intrants reste également limité par le manque de produits, l'encore trop faible vulgarisation de l'innovation et l'absence d'investissements dans la propriété foncière (Agulhon et al., 1976c), ce qui autorise le maintien de systèmes de production ayant un lien fort avec le territoire.

Dans le même temps, la mondialisation du commerce de la laine (importation de laine d'Australie, d'Afrique du Sud et d'Argentine), la pénurie de main-d'œuvre et la mise en place de nouvelles méthodes de cultures, s'affranchissant de la fertilisation ovine, expliquent le considérable reflux des ovins (- 70 % entre 1850 et 1950) déjà bien engagé depuis le milieu du XIX^e siècle (Risse, 1994 ; Département des Sciences Animales INA - PG, 2005) Ce déclin s'est accompagné d'un changement de régions concernées par la production ovine (cf. Figure 1.5 ci-après).

¹⁷ Cette dose de fumier paraît particulièrement forte en particulier pour l'époque où le fumier restait encore une denrée recherchée. Elle est de plus incohérente avec les 3,7 t d'une autre référence page suivante. Cette différence illustre la difficulté à évaluer les quantités de fumier utilisées à cette époque, en particulier pour des historiens, non spécialistes de la gestion des effluents d'élevage. Cette information est donc à prendre avec les précautions d'usage.

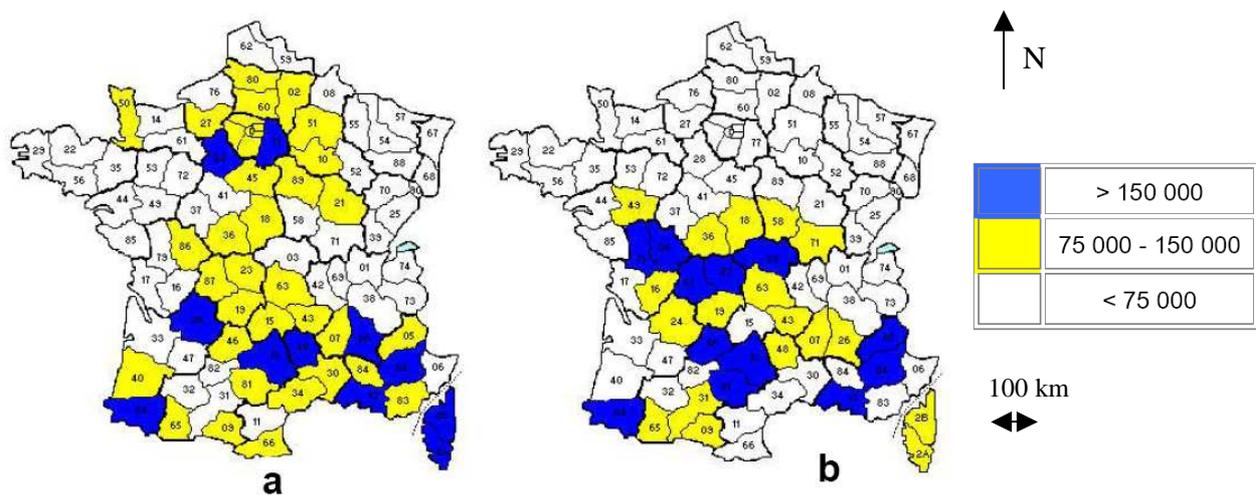


Figure 1.5 : Évolution de la localisation du cheptel ovin sur le territoire française entre (a) 1929 et (b) 1980 (Département des Sciences Animales INA - PG, 2005)

Dans le nouveau système émergent de polyculture – élevage, la friche est abandonnée au profit de la production fourragère qui permet d’obtenir, avec la sélection, des animaux mieux nourris et donc mieux conformés. Les animaux sont orientés progressivement vers la production de viande ou de lait, tandis que le travail, la fumure et les sous-produits animaux deviennent des produits accessoires (Pflimlin, 1994).

Cependant, depuis la fin du XVIII^e siècle, les agriculteurs utilisaient de plus en plus fréquemment, pour fertiliser leurs meilleures terres, le fumier et les purins produits en les mettant de préférence en tête de rotation. Le fumier est l’engrais organique par excellence, recommandé par les agronomes (Godard et Sebillotte, 1982) et populaire chez les agriculteurs. Il reste néanmoins produit en quantité insuffisante. Ainsi, en 1816, l’apport moyen de fumier en France est estimé à 3,7 t/ha/an, ce qui, avec un rendement de 9,5 q/ha de blé, couvre environ la moitié des besoins en azote (Boulaine, 1992). Si des équilibres locaux sont possibles, la majorité des exploitations ont un bilan négatif en apports d’éléments fertilisants. Pour compenser, les paysans recherchent tout engrais ou résidus pour épandre sur leurs sols et les fertiliser.

Cela passe notamment par l’idée, véhiculée par les agronomes, d’utiliser la matière organique des villes (Bourdon, 2005), dont Victor Hugo fut le chantre le plus connu (Boulaine, 1992). Ainsi, une exploitation du département de la Loire en 1810, qui exploite 30 ha (dont 8 ha de céréales et 6 ha de prairie temporaire) avec 6 UTH pour 4 bœufs, 4 vaches, 3 veaux et 50 brebis et qui produit 51 q de froment, 15 t de foin et 130 charretées de fumier, doit acheter 30 charretées supplémentaires de fumier à la ville voisine pour assurer son rendement en froment (Jussiau et al., 1999). Autre exemple, au milieu du XIX^e siècle, la campagne suburbaine absorbe les matières fécales que produit la ville de Lyon (162 000 t / an). Les agriculteurs, en particulier les maraîchers, peuvent ainsi fertiliser à faible coût leurs cultures, tout en réglant en partie un grave problème d’hygiène urbaine. Ces matières forment donc un engrais activement recherché, à l’origine d’un commerce parfois

fructueux entre agriculteurs, propriétaires urbains de fosses d'aisances, entrepreneurs et municipalité (Aguerre, 2003). Le stockage et l'évacuation du flot incessant des matières excrémentielles finissent cependant par poser d'importantes difficultés (odeurs notamment) aboutissant à la mise en place progressive du tout-à-l'égout qui a entraîné la disparition progressive de ce mode original de gestion des effluents urbains.

C'est également à partir du début du XX^e siècle qu'un accent est mis sur la construction des bâtiments d'élevage dont les agriculteurs recherchent une fonctionnalité maximum. Il s'agit d'économiser le travail en lien avec l'exode rural croissant, de limiter les pertes de nourriture et de fumier (trop souvent mal recueilli) et enfin de placer les animaux dans de meilleures situations d'hygiène et de confort (Jussiau et al., 1999). L'agronome Mathieu de Dombasle, dans ses écrits de 1840, recommande ainsi le développement de la stabulation permanente, les animaux ne devant sortir que le temps nécessaire pour boire et nettoyer l'étable, afin de maximiser la production de fumier (Knittel, 2007 ; Knittel et Benoît, 2008). Dans la plaine d'Alsace, les agriculteurs accordent ainsi un soin particulier au stockage du fumier, les exploitations disposant fréquemment d'une fosse à purin, outil nouveau à cette époque (Spindler, 2006). En Lorraine, la hauteur des tas de fumier est le signe, socialement visible, de la richesse des exploitations (Agulhon et al., 1976b) ; on « marie » la fille qui a le plus gros tas de fumier !

7. DE 1950 A NOS JOURS : DES DECHETS EMBARRASSANTS

La reconstruction de la France, au lendemain de la seconde Guerre Mondiale, provoque des modifications profondes de l'agriculture allant, selon les régions, de bouleversements rapides (Bretagne) à une évolution progressive (Massif central).

Les productions animales augmentent avec l'intensification des productions fourragères entraînant plusieurs mutations majeures (Barloy et al., 1989) :

- les techniques d'élevage évoluent provoquant une régression des aires paillées (régression du fumier) aux profits de systèmes produisant du lisier, en particulier dans les régions n'accédant pas facilement à la paille (régions d'élevage exclusif notamment) ;
- l'augmentation des effectifs animaux et la mécanisation entraînent un accroissement du volume de déjections animales à gérer et des tonnages épandus à l'hectare ;
- les assolements sont profondément modifiés par l'apparition du maïs ensilage, culture sur laquelle on peut faire des apports massifs de déjections animales (jusqu'à 80 t de fumier ou 100 m³ de lisier par ha et par an) ;
- le recours accru à la fertilisation minérale entraîne un désintérêt pour les effluents d'élevage, dont la fourniture en azote, phosphore, potasse est désormais peu prise en compte.

71. Généralisation de la fertilisation chimique

A la sortie de la seconde guerre mondiale, la production agricole est fortement dégradée et peu développée. L'objectif principal assigné à l'élevage est la production alimentaire afin de satisfaire les besoins de la population. L'une des grandes orientations de l'effort national, fixée par le plan Monnet (1947 – 1950), porte sur l'agriculture. Elle repose notamment sur l'utilisation de puissants moyens de production issus de la deuxième révolution industrielle, dont l'équipement en tracteurs et machines agricoles (notamment les épandeurs à fumier) et l'approvisionnement en engrais chimiques et carburants. Les agronomes font en parallèle l'apologie globale des engrais chimiques au détriment des engrais organiques, pour « rompre le cercle enchanté à l'intérieur duquel l'ancienne culture tournait sans fin » (Richard, 1951). L'intérêt agronomique des effluents d'élevage est globalement confiné à la fertilisation des prairies. C'est dans les régions de montagne et en particulier dans le Massif central, que les fumiers restent les plus utilisés (cf. Figure 1.6 ci-après), en raison du relief accidenté et d'un état d'esprit peu ouvert à la nouveauté, selon les auteurs de l'époque (Richard, 1951).

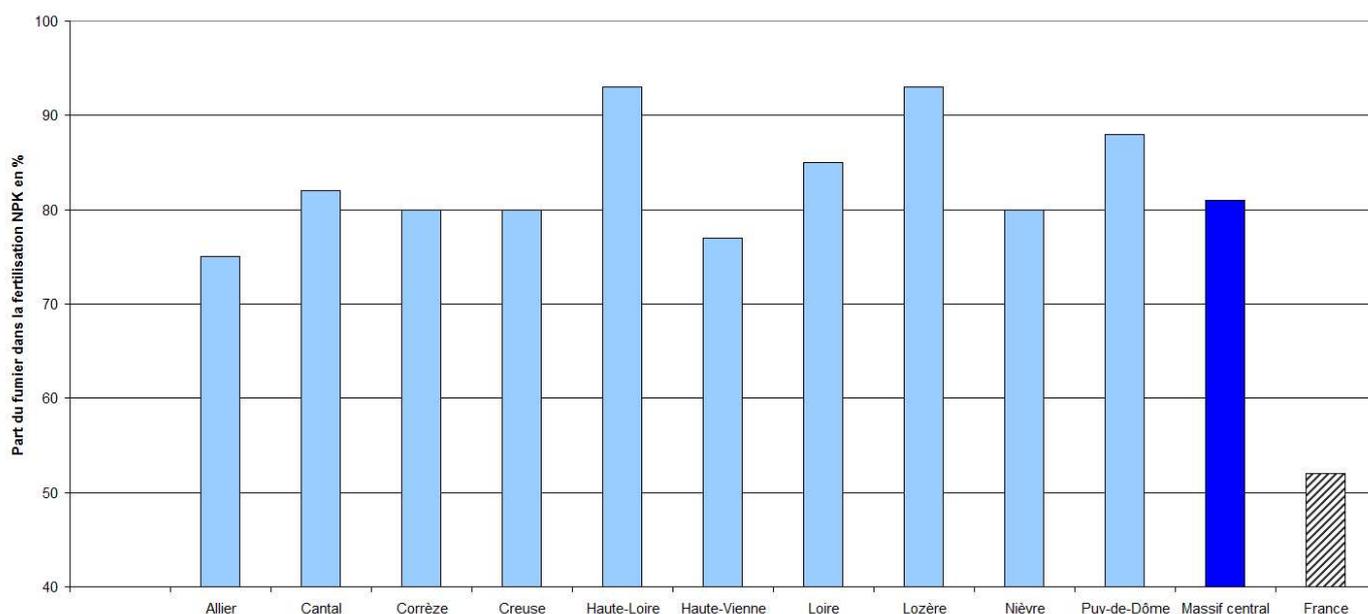


Figure 1.6 : Part du fumier dans la fertilisation en azote, phosphore et potasse des départements du Massif central en 1950 (Source : Richard, 1951)

Quelques agronomes établissent ainsi des corrélations entre le niveau de dépense en engrais, les rendements obtenus, le sol et les résultats financiers des exploitants ; l'investissement en engrais minéraux est considéré comme l'investissement le plus rentable que puisse faire l'agriculteur (Pontailier, 1971). Les agriculteurs n'achetant pas d'engrais minéraux sont ainsi considérés comme peu évolués, l'exemple proposé ci-dessous en est une parfaite illustration (cf. Tableau 1.6).

Achat d'engrais en Francs / ha	Type d'agriculteurs
De 0 à 50	Petits agriculteurs peu évolués (<i>Massif central</i>)
50 à 60	Moyenne de la France
60 à 90	Petits agriculteurs moyennement évolués
90 à 150	Agriculteurs évolués en mauvaise terre
150 à 200	Agriculteurs évolués en bonne terre
Plus de 200	Agriculteurs très évolués en très bonne terre

Tableau 1.6 : Diagnostic élémentaire sur le niveau d'intensité des cultures (Source : Chombart de Lauwe et al., 1963)

Ce n'est qu'au milieu des années 1960 que les agriculteurs situés en région d'élevage se mettent à utiliser de façon plus massive les engrais minéraux, tout en restant à des niveaux bien inférieurs à ceux des régions céréalières (Pontailier, 1971). Pour maintenir un taux de matières organiques satisfaisant, les agronomes recommandent l'utilisation de fumier frais (artificiel¹⁸ en l'absence d'élevage sur l'exploitation) pour éviter toutes pertes d'éléments fertilisants.

72. Spatialisation et spécialisation culture / élevage

Une dissociation spatiale entre les cultures et l'élevage apparaît ainsi, en raison de la disparition progressive de la traction animale et de l'emploi généralisé des engrais qui se substituent aux déjections animales. Boutonnet (2005) montre ainsi que la part du fumier dans la valeur de l'animal a diminué de près d'un quart entre 1950 et 1992 (cf. Tableau 1.7 ci-dessous). La consommation annuelle d'engrais azotés et phospho-potassiques passe de 1,1 à 4,8 millions de tonnes d'éléments fertilisants entre 1950 et 1975 en France (Jussiau et al., 1999). Cette consommation atteindra 6,1 millions de tonnes en 1990, avant de redescendre en dessous des 4 millions de tonnes en 2004, en raison du raisonnement accru de la fertilisation minérale.

Produits Espèces	Années	Travail	Fumier	Laine	Peaux – plumes	Lait	Œufs	Viande
Grands herbivores (bovins + équins)	1950	35	3	-	2	38	-	22
	1992	8	2	-	1	45	-	44
Petits herbivores (ovins + caprins)	1950	-	5	30	10	9	-	46
	1992	-	3	18	7	5	-	67
Ensemble des animaux	1950	23	4	3	3	26	7	34
	1992	5	3	1	2	28	6	55

Tableau 1.7 : Répartition en % de la valeur des différents produits des animaux d'élevage (en valeur de la production totale de chacune des années) (Source : Boutonnet, 2005)

N'étant plus nécessaires à la fertilisation, les animaux, en particulier les troupeaux ovins, disparaissent graduellement de la plupart des exploitations de grandes cultures (Nord et bassin

¹⁸ Création de fumier de toutes pièces à l'aide de paille et de déchets fermentescibles arrosé d'urine animale et d'engrais minéraux de synthèse (pour enrichir le produit)

parisien essentiellement). Le développement des engrais chimiques a donc permis de se dispenser peu à peu des engrais de ferme. Ces derniers, en tant que produits connotés négativement, deviennent progressivement des déchets dont il faut se débarrasser (Langlais, 2003) et qui, lorsqu'ils sont épandus, ne sont que peu ou pas pris en compte dans la fertilisation. L'agriculture biologique fait néanmoins exception car les déjections animales restent des produits intentionnellement voulus et recherchés pour assurer la continuité du processus de production (Langlais, 2002).

73. Des pratiques bouleversées par l'évolution des bâtiments et des techniques

731. De nouveaux effluents, de nouvelles pratiques

Avant 1950, le fumier est l'effluent d'élevage majoritaire, facile à manipuler manuellement en raison du mélange des déjections et de la litière et de la petite taille des troupeaux (Coléou, 1970). Dans les régions comme l'Aubrac où la paille est rare, voire absente, le « fumier » extrêmement fluide¹⁹ est quotidiennement raclé, chargé dans le tombereau à bœufs et épandu sur les prairies proches des bâtiments d'exploitation (CNRS, 1970). La modernisation des bâtiments d'élevage à partir de 1950 et l'évolution des productions provoquent une forte différenciation des effluents produits. La circulaire sur les capacités de stockage des effluents d'élevage (Ministère de l'Agriculture, 2001) recense ainsi 98 types de déjections animales. Couplées à la mécanisation, les pratiques de gestion vont fondamentalement évoluer pour aboutir aux pratiques actuelles.

732. Des bâtiments qui évoluent

La gestion du fumier se voit d'abord facilitée par la mécanisation de son évacuation. Les premiers matériels sont des wagonnets sur rails, comme ceux mis en place par Decauville sur sa ferme dès 1876 (Wikipedia, 2007). Ce système laissera progressivement la place aux premiers évacuateurs à fumier peu avant la seconde guerre mondiale sans que ce matériel soit vulgarisé (non mentionné dans le Larousse agricole de Braconnier et Glandard, 1952). Les évacuateurs à fumier ne se généraliseront qu'après 1960 (première mention dans le Larousse agricole de Clément, 1981) avec la modernisation des bâtiments d'élevage. Cette modification est néanmoins très lente, en particulier dans les zones de montagne. Dans le Massif central, des enquêtes effectuées dans 604 exploitations de 28 communes (Jaubourg et al., 1987), montrent que six bâtiments sur dix sont encore curés manuellement, un sur cinq pour les bâtiments construits après 1960 (cf. Tableau 1.8).

¹⁹ Les agriculteurs ne parlaient pas encore de lisier, même si dans les faits l'effluent était du lisier. (CNRS, 1970)

En %	Manuel	Tracteur	Chaîne	Autre système
avant 1914	74	6	20	0
de 1914 à 1945	67	8	24	1
de 1945 à 1960	60	7	33	0
de 1960 à 1975	30	30	38	2
de 1975 à 1985	22	35	42	1
ensemble	61	12	26	1

Tableau 1.8 : Systèmes de reprises des déjections selon la date de construction en % de 837 bâtiments (727 stabulations entravées : et 110 stabulations libres) (Source : Jaubourg et al., 1987)

Les difficultés financières, les impossibilités techniques, mais aussi la sous-estimation de la contrainte évacuation du fumier sont les principales raisons à la lenteur de cette évolution. L'enlèvement des déjections est pourtant, pour 38 % des agriculteurs, une contrainte majeure de travail (Lablanquie et al., 1988).

Le manque de réflexion globale et à long terme peut également entraîner, chez certains éleveurs, des choix parfois inadéquats pour la région (Hacala et al., 1999). Pflimlin (1999) cite l'exemple de l'élevage allaitant du pourtour du Massif central où la stabulation libre entièrement paillée prédomine dans des systèmes majoritairement herbagers produisant peu de paille.

733. Généralisation du matériel d'épandage

L'épandage manuel du fumier comme du purin était une tâche longue, pénible et particulièrement fastidieuse en raison des moyens rudimentaires utilisés : fourche, brouette et charrette pour le fumier, tonneau et arrosoir pour le purin.

Alors que le premier épandeur à fumier est créé en 1899 aux États-Unis par le maître d'école Joseph Oppenheim²⁰ sous la forme d'une remorque à fond amovible avec une vis hélicoïdale garnie de pointes à l'arrière (Crochet, 2006), il semblerait que ce matériel n'ait été utilisé pour la première fois en France qu'en 1950. Ce matériel aurait été créé par les ateliers Heywang (situés dans le Bas-Rhin) qui, jusqu'à leur liquidation judiciaire en 2003, restaient les premiers fabricants français d'épandeurs agricoles.

Deux types de mécanisation sont tout d'abord observés : une mécanisation partielle avec un éparpilleur de fumier qui permet l'épandage de petits tas de fumiers entreposés préalablement au champ et une mécanisation totale avec les épandeurs. Les éparpilleurs de fumier n'ayant supprimé que la partie épandage proprement dite (Walter et Rolland, 1976), les épandeurs à fumier, mentionnés dès 1952 (Braconnier et Glandard), sont plébiscités avant de se généraliser dans toutes les exploitations dans les années 1980 (Clément, 1981).

²⁰ Joseph Oppenheim fut le fondateur de New Idea. Cette entreprise qui appartient désormais au groupe AGCO reste une des principaux fabricants mondiaux d'épandeurs à fumier.

Plus facilement que le fumier, le lisier permet une mécanisation quasi-intégrale tout en rationalisant le travail et en économisant la paille (Hacala et al., 1999). Cela en fait un effluent plébiscité par nombre d'agriculteurs pour sa facilité de gestion. En contrepartie, la valeur fertilisante de cet effluent devient souvent négligée. Le développement des élevages hors-sols, en particulier porcins et avicoles, et le développement des caillebotis facilitent par ailleurs la forte augmentation de la production de lisier (Jussiau et al., 1999).

L'apparition des tonneaux à lisier en métal (à l'origine, les tonneaux à purin étaient en bois avec de faibles capacités), permettant un épandage facile, rapide et sur des distances plus importantes, accélère le développement du lisier. Le stockage du lisier devient nécessaire, ce qui entraîne la construction de fosses à lisier ou de systèmes d'écoulement par gravité avec stockage direct dans le tonneau. L'équipement des bâtiments en fosse à lisier reste néanmoins lent, essentiellement pour des raisons financières. Ainsi, seuls 5 % des bâtiments de l'Aubrac sont équipés en 1970 (CNRS, 1970) alors que cette région a adopté dans sa quasi-totalité le système lisier.

Prenant les formes les plus diverses, les matériels de transport et d'épandage modifient complètement les pratiques en permettant un travail rapide et plus éloigné des bâtiments d'exploitation (Centre National d'Études et d'Expérimentation de Machinisme Agricole, 1974 ; Cedra, 1991). S'ils allègent le travail lié à la gestion des effluents, ils posent néanmoins d'autres problèmes propres à la mécanisation, en particulier dans les zones de montagnes. La portance des terrains et leur topographie (pente, accessibilité aux parcelles) peuvent en effet, partiellement ou totalement, limiter le passage des engins (De Montard, 1986). Cela entraîne une modification du parcellaire fertilisé par l'abandon des parcelles les moins mécanisables. Il est donc nécessaire de se poser la question de l'organisation spatiale des chantiers d'épandage, à l'instar de Morlon (2005b) pour les chantiers propres aux grandes cultures.

74. Une gestion des effluents qui doit évoluer

La nature, la valeur fertilisante et le volume d'effluents présentent une forte variabilité en fonction du type et du niveau de production animale, de l'équilibre de l'alimentation, ainsi que des bâtiments et des stockages utilisés. Pour gérer au mieux ces effluents, il est donc essentiel que les agriculteurs, dans le contexte agricole et réglementaire actuel, connaissent bien leurs produits (Hacala et al., 1994). Cela est d'autant plus nécessaire que les compositions chimiques ont fortement évolué par rapport au fumier d'antan (Gueydon et al., 1994).

La gestion de l'apport fertilisant des effluents d'élevage doit donc être modifiée avec l'apparition du lisier. Le lisier, à fraction ammoniacale élevée, se gère de façon similaire à un engrais minéral une fois que l'agriculteur a tenu compte de trois éléments (Hacala et al., 1999) :

- la date précise d'épandage ; le lisier n'est véritablement efficace que s'il est apporté en période de forts besoins ;
- la dose par passage ; il s'agit d'apporter la dose nécessaire à la plante sans diminuer l'appétence (cas des prairies pâturées) ;
- le matériel ; il doit permettre un épandage au moment le plus propice en limitant les pertes par volatilisation et les odeurs.

Le fumier et les composts font l'objet d'une gestion plus passive²¹, la minéralisation s'effectuant durant les deux à quatre campagnes qui suivent l'épandage (Hacala et al., 1999). Ce décalage entre l'épandage et la libération des éléments minéraux (arrière-effets) font du fumier et du compost des produits plus délicats à gérer que le lisier, en particulier lorsqu'ils sont seuls sur l'exploitation (Hacala et al., 1999).

Les apports de fumier sur prairie diminuent par ailleurs au profit du maïs qui supporte des apports massifs sans les inconvénients de dégradation du couvert des prairies et de développement des adventices. Le maïs peut ainsi recevoir, dans certaines régions comme les Pays de la Loire, jusqu'à 90 % du fumier produit (Auckenthaller, 1999), ce qui en fait une culture exutoire (Landais, 1996).

En 1982, la part des surfaces herbagères recevant uniquement une fumure organique est très faible. Cet épandage, qui concerne seulement 9 % de la surface toujours en herbe, est effectué, selon Pousset (1984), principalement sur les parcelles proches du siège de l'exploitation pour « se débarrasser de fumiers ou lisiers encombrants ». La combinaison d'une fertilisation organique avec une fertilisation minérale est beaucoup plus fréquente en particulier sur les prairies temporaires.

Les enquêtes sur les pratiques culturales réalisées en 2001 et 2006 (Rabaud et Cesses, 2004 ; Chapelle-Barry, 2008) sur les prairies temporaires (rendement moyen de 7,5t/ha en 2006) et les prairies permanentes intensives (rendement moyen de 7 t/ha en 2006) peuvent également éclairer sur les pratiques de fertilisation organique de ces dernières années. Il faut néanmoins garder à l'esprit que ces enquêtes ne concernent que très peu les régions d'élevage extensif comme le Massif central. En effet, elles se concentrent essentiellement dans le grand Ouest et le Nord de la France et ne tiennent compte que des pratiques effectuées sur les prairies permanentes intensives. Ces dernières sont, par ailleurs et le plus souvent, couplées à d'autres cultures (céréales, maïs, oléo-protéagineux et betterave), prioritaires pour les apports organiques.

²¹ Effet fertilisant décalé dans le temps au contraire du lisier, aux effets plus immédiats

En tenant compte des restrictions sus-citées, en 2006, en France, seules 34 % des prairies temporaires et 15 % des prairies permanentes reçoivent un apport de fumure organique. Ce pourcentage est néanmoins en augmentation par rapport à la précédente enquête de 2001 où seules 28 % des prairies temporaires et 11 % des prairies permanentes recevaient un apport de fumure organique. Les exploitants semblent par ailleurs privilégier les apports annuels uniques de fumure organique.

L'enregistrement des pratiques concernant les fumures organiques et minérales et le mode d'exploitation des prairies a quant-à-lui beaucoup varié entre les enquêtes de 2001 et 2006 comme le montre le Tableau 1.9 ci-dessous.

	Régions concernées	Année	Enregistrement des pratiques (en % des surfaces)		
			Fumure organique	Fumure minérale azotée	Mode d'exploitation (foin, ensilage, pâture)
Prairies temporaires	Basse-Normandie, Pays de la Loire, Bretagne, Centre, Bourgogne, Lorraine, Franche-Comté, Poitou-Charentes, Aquitaine, Midi-Pyrénées, Limousin, Rhône-Alpes, Auvergne	2001	40	49	30
		2006	87	84	46
Prairies permanentes intensives	Picardie, Haute-Normandie, Basse-Normandie, Nord-Pas-de-Calais, Pays de la Loire, Bretagne	2001	25	42	23
		2006	72	83	48

Tableau 1.9 : Pourcentage des surfaces en prairies temporaires et en prairies permanentes intensives où les pratiques sont enregistrées et type de pratiques enregistrées (Chapelle-Barry, 2008)

L'enregistrement des pratiques de fertilisation effectuées sur prairies est devenu la norme entre l'enquête de 2001 et l'enquête de 2006, ceci y compris dans les zones non vulnérables, moins concernées auparavant par les obligations réglementaires de recensement des pratiques de fertilisation. Cette augmentation de l'enregistrement des pratiques peut s'expliquer par la réglementation imposant de plus en plus fréquemment cette connaissance écrite (ZV, PHAE...), mais aussi par l'augmentation du prix des engrais minéraux de synthèse. Les agriculteurs, afin de mieux valoriser ces produits et les fertilisants organiques, enregistrent leurs pratiques pour mieux les faire évoluer face à la nécessité économique.

75. Des problèmes de gestion devenant récurrents

Extrêmement efficace sur les rendements, cette « gestion » des effluents trouve cependant ces limites. Une loi relative aux déchets est ainsi promulguée le 15 juillet 1975, premier signe de la prise de conscience des problèmes existants. La population commence en effet à trouver les atteintes à l'environnement et au paysage difficilement supportables. De plus, les agriculteurs sont confrontés à une baisse du taux de matières organiques des sols, base de la fertilité, y compris dans

les régions où ces restitutions n'ont jamais cessé (Hacala et al., 1999). Cette diminution est favorisée par la succession rapide des cultures (monoculture de maïs ou succession herbe / maïs en particulier), par la forte minéralisation de la matière organique de l'horizon de surface en raison des multiples opérations de travail du sol et enfin, par le passage du système fumier au système lisier (Barloy et al., 1989). La production exclusive de lisier sur une exploitation entraîne en effet un bilan humique le plus souvent négatif, au contraire du fumier (Hacala et al., 1999).

La concentration des systèmes de production, avec ses conséquences agraires et environnementales (pollutions azotées et phosphorées, mais aussi pollutions bactériologiques des ressources en eau, pollutions olfactives, etc.), est remise en cause, en particulier dans le cas de la gestion des effluents d'élevage hors-sol (Jussiau et al., 1999 ; Janichon, 2004). Dans certaines régions, les populations font de plus en plus une distinction entre le lisier, d'odeur peu appréciée et d'un aspect modérément engageant, et le fumier, produit plus « traditionnel » qui bénéficie d'une image plus positive (Hacala et al., 1999 ; Rémy, 2006). Ce déficit « d'image » du lisier en fait un sujet désormais sensible pouvant aboutir à des discussions houleuses et à des modifications de gestion.

La naissance d'organismes officiels, tel que le CORPEN (Comité d'Orientation Pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'ENVironnement) en 1984 ou l'application de la Directive nitrates en 1991 (délimitant les zones vulnérables²² et les zones d'excédents structurels²³) sont parmi les premiers éléments montrant l'importance que prend l'environnement dans l'activité agricole (Paillotin, 2000).

76. Des disparités régionales

Les problèmes liés à une gestion inadéquate des effluents conduisent à une situation diversifiée. Il existe en effet des différences sensibles selon les territoires. La Bretagne est ainsi classée en totalité en zone vulnérable, avec plus de 50 % du territoire en zone d'excédents structurels²⁴. En Auvergne, aucun canton n'est classé en zone d'excédents structurels, une partie des départements de l'Allier et du Puy-de-Dôme (majoritairement les zones de plaines) étant cependant classés en zone vulnérable.

Une analyse menée par le service statistique du Ministère de l'Agriculture et le CORPEN diagnostique la non-maîtrise de l'azote agricole. En France, le solde entre l'azote minéral et organique utilisé en agriculture et l'azote consommé par les plantes est excédentaire d'environ 10 %

²² La délimitation de zones vulnérables dans les secteurs où les eaux présentent une teneur en nitrates approchant ou dépassant le seuil de 50 mg/l et/ou ont tendance à l'eutrophisation (prolifération des algues). La délimitation actuelle en France métropolitaine concerne au moins 74 départements (mars 2003, dans l'attente d'une carte avec données actualisées). Elle s'appuie sur les observations de la campagne de surveillance de la qualité des eaux souterraines et superficielles (2000-2001) qui a confirmé la poursuite de la dégradation de la qualité dans les secteurs pollués.

²³ Zones en excédent structurel d'azote lié aux élevages (ZES) : une zone est considérée en excédent structurel d'azote dès lors que la quantité totale d'effluents d'élevage produite annuellement conduirait, si elle était épanchée en totalité, à un apport annuel d'azote supérieur à 170 kg d'azote/ha de surface épanchable.

²⁴ 104 cantons sur 201 étaient classés en Zone d'excédents structurels au 1^{er} août 2002. Source : Préfecture de Bretagne

depuis la réforme de la Politique Agricole Commune de 1992 (Rabaud et Cesses, 2004). D'après la Figure 1.7 ci-après, seules les régions de montagne (en particulier, le Massif central) et le pourtour méditerranéen sont en situation d'équilibre ou déficitaire.

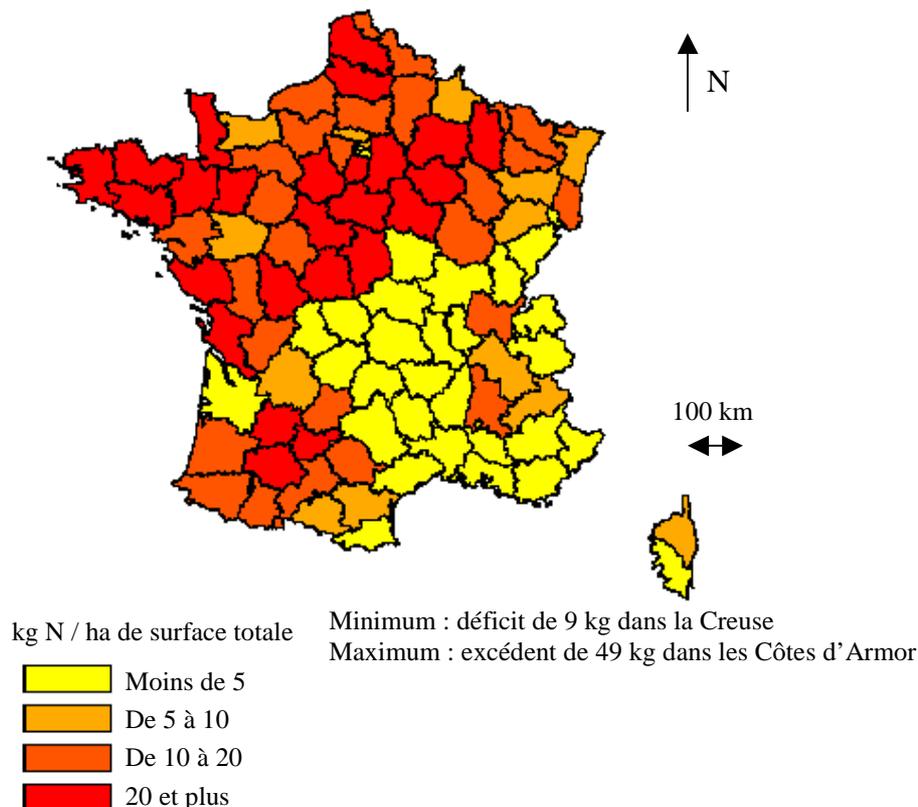


Figure 1.7 : Solde entre l'azote organique et minéral utilisé en agriculture et l'azote consommé par les plantes, par département français (Rabaud et Cesses, 2004)

Les régions en déficit azoté ne sont pas pour autant exemptées de problèmes de gestion des effluents. Le travail effectué dans le Haut-Languedoc héraultais par Juery (2005) montre ainsi que la quasi-totalité des trente-cinq exploitations d'élevage enquêtées présente de fortes lacunes dans la gestion de leurs effluents : capacités de stockage des lisiers insuffisantes, distances minimales d'épandage aux rivières et habitations non connues et / ou non respectées, eaux de lavage de traite et lactosérum directement rejetées dans le milieu naturel, etc. Le constat est d'autant plus préoccupant qu'une grande majorité de ces agriculteurs se disent satisfaits de leurs pratiques.

77. Une évolution des pratiques due partiellement à la réglementation

La gestion des effluents d'élevage ne dépend plus seulement des choix des agriculteurs et des facteurs agronomiques et économiques. Les conditions qu'imposent à cet égard les législations européenne, française, voire locale, sont de plus en plus importantes. Il faut distinguer ici le dispositif réglementaire obligatoire du dispositif facultatif qui n'a évidemment pas les mêmes conséquences pour l'agriculteur. Nous ne donnerons ici qu'un rapide aperçu des différentes

réglementations et possibilités offertes à l'agriculteur dans le cadre de la gestion des effluents d'élevage.

771. Une réglementation obligatoire très contraignante

Chaque exploitation est soumise au règlement sanitaire départemental (RSD) qui fixe, sous forme d'arrêtés préfectoraux, les règles minimales en matière de salubrité et de santé publique. Ce RSD varie donc selon les priorités de chaque département.

Les élevages les plus importants sont également soumis à la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Il importe de préciser ici que ce sont les installations²⁵ et non l'exploitation, qui sont soumises à cette réglementation. Selon la gravité des risques encourus et / ou des inconvénients susceptibles d'être produits, les installations sont différenciées entre celles soumises à déclaration et celles soumises à autorisation. La distinction entre les deux types d'ICPE est basée sur l'effectif animal maximal observé au cours d'une année (et non pas sur l'effectif moyen).

Les installations soumises à déclaration doivent déclarer leur existence en préfecture et respecter les prescriptions environnementales associées à leur statut. Les installations soumises à autorisation doivent obtenir, après réalisation d'une étude d'impact comportant une enquête publique, une autorisation d'exploiter délivrée, elle-aussi, par la préfecture. Cette autorisation est valable uniquement pour une installation donnée avec des caractéristiques définies (lieu, espèce et nombre d'animaux).

De nombreuses règles concernant la gestion des effluents d'élevage sont incluses dans le RSD et la nomenclature ICPE. Cela touche plus particulièrement les conditions d'implantation des bâtiments agricoles et les conditions de stockage, de traitement et d'épandage des effluents : distance aux cours d'eau, aux tiers, etc. D'autres dispositifs réglementaires s'appliquent aux élevages, en particulier aux installations classées. Le plus emblématique est la directive nitrates (Union Européenne, 1991) et ses décrets d'applications qui plafonnent les apports azotés organiques et minéraux autorisés et imposent des normes de stockage, de traitement et d'épandage des effluents d'élevage.

Ces réglementations multiples sont de plus en plus contraignantes sur les périodes et les distances d'épandage par rapport aux habitations et points d'eau. La réglementation est par ailleurs plus stricte pour les lisiers, qui cumulent les nuisances les plus fortes et de plus grands risques, par rapport aux fumiers et plus encore aux composts (Pflimlin, 1999). Les contraintes réglementaires influent donc fortement sur la mise aux normes des bâtiments et par conséquent, sur le choix des

²⁵ Une installation, dans le domaine agricole, correspond à l'ensemble des bâtiments situés sur un même site d'exploitation.

déjections produites. Le paradoxe est, comme le cite Morlon (1998), que ces normes, jugées contraignantes par les agriculteurs, ne sont que les « bonnes pratiques » recommandées d'autrefois.

772. Les aides à la mise aux normes

Dans le cadre des programmes de maîtrise des pollutions d'origine agricole (PMPOA 1 et 2), l'État, les collectivités territoriales et les agences de l'eau ont, par ailleurs, aidé les éleveurs à financer les études et travaux nécessaires à la remise aux normes des bâtiments, pour maîtriser les pollutions. Le diagnostic environnemental des exploitations d'élevage (DEXEL), réalisé par un technicien agréé identifie les risques de pollution et propose les améliorations nécessaires. L'agriculteur dépose ensuite une demande de subvention pour travaux et équipements, accompagnée d'un projet d'amélioration des pratiques agronomiques. Celui-ci comporte un plan d'épandage, un plan de fumure annuel, un cahier d'enregistrement des épandages et des engagements en matière de gestion de la fertilisation.

L'éligibilité des élevages au PMPOA 2 étant réduite aux zones d'action prioritaire (zones vulnérables au titre de la directive nitrates et, le cas échéant, d'autres zones définies par arrêté du préfet de région) et aux élevages de taille importante (élevages de bovins de plus de 90 UGB ou de plus de 70 UGB pour un jeune agriculteur installé depuis moins de 5 ans), certaines zones d'élevage étaient de fait exclues de ce dispositif d'aide à la mise aux normes des bâtiments. Un plan de modernisation des bâtiments d'élevage a donc été lancé le 1^{er} janvier 2005 et reconduit pour la période 2007-2013. Il s'applique à tout le territoire et permet des investissements liés à la gestion des effluents essentiellement en zone non vulnérable.

773. Des dispositifs incitatifs et contractuels

Suite à la dégradation de la qualité des eaux souterraines et de surface, un important dispositif facultatif pouvant déboucher sur des aides a été mis en place. Comme le mentionne la directive nitrates (Union Européenne, 1991), la France a mis en place un code de bonnes pratiques agricoles (1993). Son application est volontaire, même s'il sert de référence dans l'évaluation des pratiques de fertilisation azotée. Il contient des dispositions relatives aux périodes, modes et conditions d'épandage, ainsi qu'aux modes de stockage des fertilisants. Il préconise également l'élaboration de plans de fumure et la tenue de cahiers d'épandage. L'utilisation des Mesures Agri-Environnementales (MAE) et des Contrats Territoriaux d'Exploitation (CTE) pluri-annuels ont ainsi permis la mise en place de modes de gestion originaux des effluents d'élevage : développement du compostage, modernisation du matériel, construction d'aires étanches de stockage...

Les Contrats d'Agriculture Durable (CAD) ont pris la suite des CTE en tant que démarche volontaire d'agriculteurs désireux d'engager des actions de préservation de l'environnement ou d'amélioration de la qualité de la production en échange d'un appui financier de l'État pour

compenser la perte de revenu encourue. Parmi les actions possibles, certaines portaient sur la gestion des effluents d'élevage (compostage des effluents d'élevage, analyse des matières organiques, pesées des épandeurs, etc.).

La PAC, par l'intermédiaire de la conditionnalité des aides, est également susceptible d'influer sur les pratiques de gestion des effluents d'élevage. La Prime Herbagère Agri-Environnementale (PHAE) en est un parfait exemple. Les agriculteurs s'engagent ainsi par contrat à respecter un ensemble de mesures, dont la tenue d'un cahier d'épandage, en échange d'aides directes.

8. LA GESTION DES EFFLUENTS D'ELEVAGE, UNE NECESSITE QUI PERDURE

La gestion des effluents d'élevage redevient donc une nécessité pour les agriculteurs. La gestion des effluents d'élevage est désormais bien différente de l'imagerie populaire ancestrale du paysan épandant son fumier à la fourche. Cette gestion doit être conforme aux impératifs de modernité (temps et confort de travail, adéquation agronomique, sécurité sanitaire, impact environnemental...) qu'impose désormais toute activité agricole. Dans un contexte agricole difficile, il apparaît opportun d'être capable de différencier ces différents modes de gestion selon leurs objectifs (tendre vers plus d'« autonomie azotée », libérer du temps de travail, optimiser la gestion agronomique...), l'impact environnemental de ces effluents et leur acceptation sociale, fortement remise en cause à l'heure actuelle. Ceci permettra ensuite de promouvoir les modes de gestion les plus adaptés selon les différents cas rencontrés.

S'il est possible de faire évoluer certaines pratiques de gestion au niveau technique et réglementaire par l'intermédiaire de campagnes d'information et de sensibilisation, l'amélioration de l'équipement et la mise aux normes des installations sont des évolutions lourdes et coûteuses pour les exploitations agricoles. Alors que l'aide financière est de plus en plus difficile à obtenir, il s'avère impératif de développer les investissements et techniques collectifs de gestion des effluents d'élevage.

La gestion des effluents d'élevage a continuellement évolué au cours des siècles, avec une évolution accélérée au cours des cinquante dernières années. Acte technique primordial autrefois, cette gestion perdure toujours à l'époque actuelle. C'est pourquoi nous allons maintenant nous intéresser à celle-ci en développant la problématique, les concepts et objets d'étude de notre travail, ainsi que le choix de notre territoire d'étude.

Chapitre 2 : Problématique, concepts et objets de recherche

1. PROBLEMATIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE

Les pratiques agricoles se composent de processus biotechniques productifs, renvoyant assez généralement à une perspective économique, et de fonctions non directement productives influençant les processus précédents (Teissier, 1979 ; Landais et al., 1990 ; Girard, 2004). Dans le contexte socio-économique actuel propice à l'agrandissement des exploitations, au développement d'une agriculture multifonctionnelle et à la prise en compte des préoccupations environnementales et de qualité des produits (tensions sur la production), les pratiques agricoles se voient soumises à un processus de transformation (Girard, 2006).

Ces pratiques font l'objet de discussions entre les agriculteurs qui les mettent en œuvre et les personnes (agents de développement, acteurs de l'espace rural ou encore chercheurs...), qui proposent, voire prescrivent de nouvelles pratiques. Or, d'après Girard (2006), ces « prescripteurs » connaissent peu ou mal les pratiques des agriculteurs. L'étude des pratiques des agriculteurs et de leur diversité est donc une étape nécessaire avant de proposer toute pratique innovante y compris d'un point de vue juridique.

Parmi l'ensemble des pratiques réalisées dans une exploitation agricole, nous choisissons de nous intéresser plus particulièrement aux pratiques de gestion des effluents d'élevage. Dans toutes les exploitations agricoles comportant une activité d'élevage, les agriculteurs doivent gérer le produit de cette activité que sont les effluents d'élevage. Ces produits, représentés principalement par le fumier, le lisier ou le compost, auxquels viennent s'adjoindre d'autres formes intermédiaires, sont à la fois des sources importantes d'éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium notamment), mais aussi des amendements organiques contribuant au maintien du potentiel de production des sols (Bodet et al., 2001).

11. Une grande diversité d'effluents et de pratiques de gestion

Pour travailler sur les gestions des effluents d'élevage et être en phase avec la réalité, il est nécessaire de bien comprendre le fonctionnement des élevages (Burton et al., 2007). Or, les critères à prendre en compte pour étudier la gestion des effluents d'élevage sont nombreux comme le montrent les différentes études de Hacala et al. (1999), Raison et al. (2005), Aubry et al. (2006) et Burton et al. (2007). Nous choisissons de travailler ici sur la gestion des effluents d'élevage, ce qui nous permet de travailler à la fois sur les stratégies globales des agriculteurs, mais aussi sur les pratiques précises et réelles des agriculteurs.

Les critères de gestion des effluents peuvent être regroupés en quatre catégories :

- Les critères de production, fonction de l'élevage, des bâtiments et des effluents obtenus ;
- Les critères de transfert, de stockage et de transformation des effluents ;
- Les critères d'allocation, fonction de l'aptitude à l'épandage des parcelles, des périodes d'épandage, du matériel et des imports-exports d'effluents ;
- Les critères généraux que sont la réglementation et l'évaluation des pratiques par analyse des résultats et enregistrements.

Avec cette variété de critères, la représentation des pratiques, de leur diversité et des modes de gestion n'est pas évidente car l'explication à l'aide de critères quantitatifs tend à dénaturer le travail souhaité (Girard, 2006). Il s'agit donc d'utiliser une méthode capable de formaliser les pratiques et leur gestion, en présentant les manières concrètes dont les agriculteurs gèrent leurs exploitations (dans notre cas, les effluents d'élevage) et les justifications de leurs choix.

12. Dualité des problématiques entre plaine et montagne

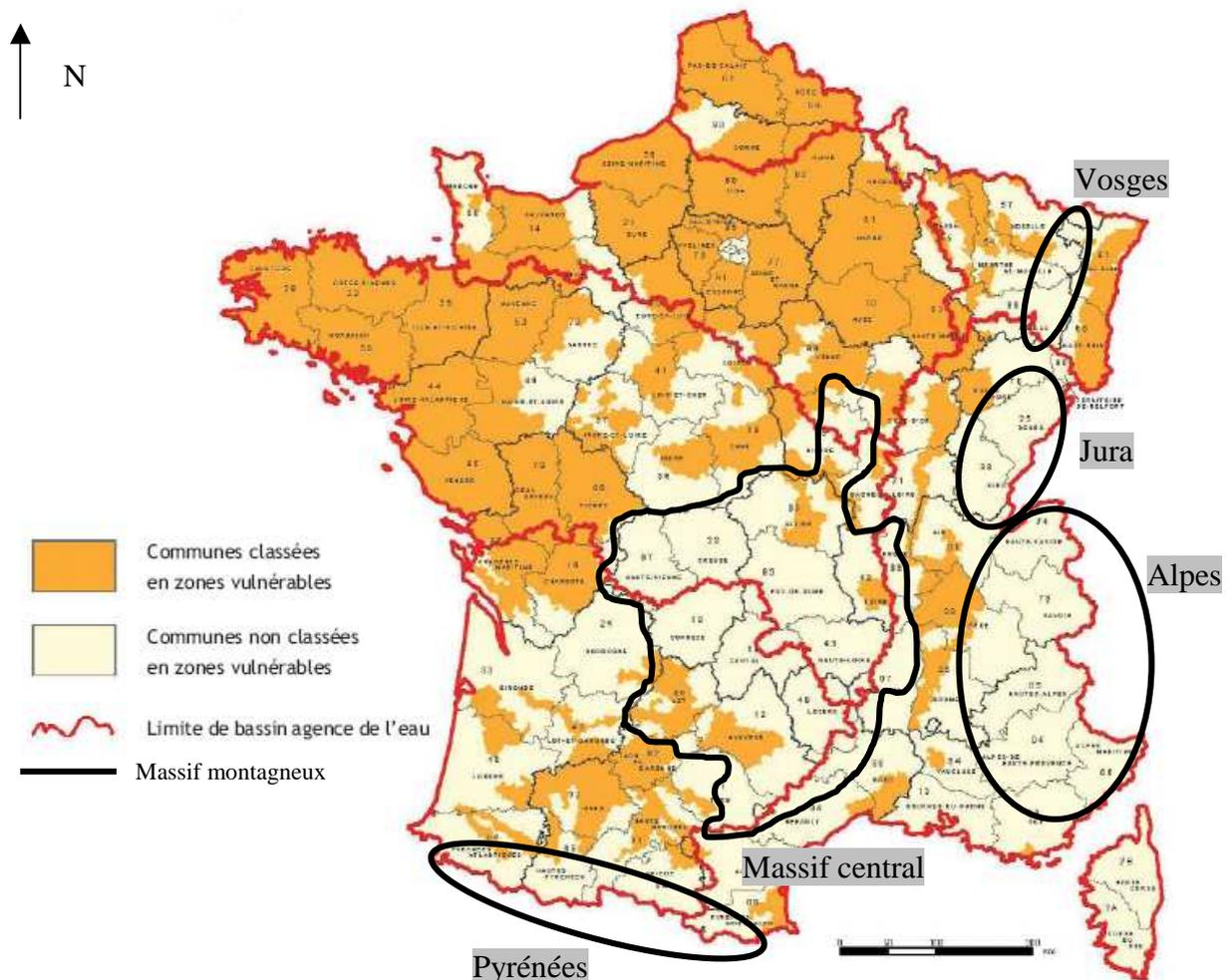
La présentation, même simplifiée, des critères de gestion des effluents montre combien les différentes combinaisons sont nombreuses selon la diversité des élevages et des surfaces disponibles pour les épandages. Or, la gestion des effluents d'élevage est devenue l'objet de nombreuses attentions pour maîtriser les multiples risques environnementaux inhérents à l'utilisation de ces produits (Benoît et al., 1997 ; Katerji et al., 2002).

Le premier risque environnemental de la gestion des effluents d'élevage est l'excédent de nutriments par rapport à une surface donnée, aboutissant inévitablement à des formes de pollution de l'eau et de l'air (Burton et al., 2007). La mise en œuvre d'une politique cohérente de gestion des effluents nécessite d'identifier et de prendre en compte les principaux nutriments à l'origine des pollutions, que sont l'azote, le phosphore et le potassium. Burton et al. (2007) recommandent ainsi d'estimer les quantités annuelles produites d'effluents et de nutriments, puis d'évaluer les possibilités locales de valorisation agronomique par épandage sur les terres de l'exploitation. Ce calcul, en respectant les plafonds définis par la Directive Nitrates de l'Union Européenne (Union Européenne, 1991), permet de déduire les excédents de nutriments à éliminer.

Ce risque d'excédent d'effluents concerne particulièrement les élevages intensifs qui se trouvent, en général, concentrés géographiquement pour simplifier notamment le fonctionnement des filières (usines d'aliments près des zones portuaires, abattages rassemblés...) et permettre l'import massif d'aliments sur les exploitations. Cette concentration pose des difficultés de gestion des effluents, en particulier pour les élevages hors-sol, car l'adéquation entre les surfaces cultivables de l'exploitation sur lesquelles sont épandues traditionnellement les effluents et le nombre d'animaux producteurs d'effluents n'est plus systématiquement assurée. De nombreux travaux de recherche ont donc été entrepris pour comprendre, modifier et améliorer les différentes pratiques observées et les

problèmes qui en découlent en zone d'excédents structurels, tels ceux réalisés sur l'île de la Réunion (Guerrin et Paillat, 2003) ou en Bretagne (Bayon, 2004 ; Cosnier et al., 2004 ; Préfecture de Bretagne, 2004 ; Rubin et al., 2004 ; Thenail et al., 2004).

La problématique est différente dans les zones de montagne, dont la concentration en élevage est moindre et où les problèmes de gestion des effluents d'élevage sont spécifiques. Ces régions ne comportent en effet que peu d'élevages avicoles ou porcins et présentent d'avantage d'élevages bovins et ovins, laitiers ou allaitants en lien avec des surfaces fourragères basées principalement sur l'herbe. Or, si les élevages bovins et ovins, laitiers ou allaitants, produisent à l'échelle nationale la majeure partie des effluents (Leroux, 2003), ils ne sont que rarement à l'origine d'excédents structurels (cf. Figure 2.1 ci-dessous). Leurs systèmes d'élevage sont généralement plus extensifs et disposent de plus grandes surfaces d'épandage (Burton et al., 2007), tendance souvent accentuée dans les zones de montagne.



Source : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
Direction de l'Eau - Mission SIEau - Novembre 2004

Figure 2.1 : Relation entre la présence de zones vulnérables et les massifs montagneux français

Les exploitants doivent néanmoins gérer des handicaps propres à ces régions de montagne (Bernhard, 2002 ; Ricard, 2002). Le milieu physique est le plus souvent pénalisant en raison de la

topographie (pente et accessibilité notamment) et du climat (enneigement, gel...). La structure agraire des exploitations et, notamment leurs parcelles fréquemment émiettés, renforce ces difficultés. Les travaux entrepris sur la gestion des effluents d'élevage portent, dans les régions de montagne, sur la destination des déjections animales en lien avec leur valorisation agronomique (Le Houérou, 1994 ; Fleury et al., 1997 ; Jeangros et Troxler, 2006 ; Capitaine et Reuillon, 2007), la protection des ressources en eau (Küng-Benoît, 1992 ; GIS Effluents et qualité des eaux et Beutin, 2004 ; Vansteelant, 2004) et les activités touristiques (Caneill et Capillon, 1990).

Ces différences régionales conduisent à restreindre l'étude aux zones de montagne, territoires en adéquation qui plus est avec l'implantation de nos structures d'accueil CUMA Orga-Fertil et CUMA départementale de compostage du Puy-de-Dôme et le laboratoire de recherche AFOS (Enita Clermont).

13. Une valorisation agronomique primordiale

En sus d'être une des préoccupations majeures des structures d'encadrement de la production agricole, la gestion des effluents d'élevage l'est également pour les exploitants. L'évolution défavorable du contexte énergétique et l'augmentation prévue et prévisible du coût des engrais minéraux de synthèse favorisent une nouvelle prise en compte agronomique des effluents d'élevage (Besnard et al., 2006). Les effluents d'élevage deviennent ou redeviennent alors des engrais de ferme (Bodet et al., 2001).

Dans les régions à vocation herbagère comme le Massif central (DRAF Auvergne, 2000), les matières organiques sont valorisées prioritairement sur les cultures lorsqu'elles sont présentes puis sur les prairies temporaires ou permanentes. Ces effluents d'élevage peuvent parfois représenter, notamment en agriculture biologique, la source de fertilisation quasi exclusive de l'exploitation (Capitaine et al., 2007).

14. Un travail à l'échelle de l'exploitation

Stonehouse et al. (2002) et Thomas (2002) déplorent le manque de travaux sur la gestion des effluents à l'échelle globale de l'exploitation. En effet, les pratiques de gestion des effluents d'élevage concernent l'ensemble des systèmes internes de l'exploitation que sont le système d'élevage, le système de culture et le système fourrager qui assure la liaison entre les deux systèmes précédents. L'étude des différents systèmes nécessite une connaissance de la stratégie globale de l'exploitant et de la logique de répartition de l'utilisation des différentes parcelles. Le niveau de gestion considéré est donc l'exploitation agricole où l'agriculteur organise les transferts des effluents des ateliers d'élevages vers le système de culture.

Notre échelle de travail est donc l'exploitation agricole en tant qu'unité de gestion et de décision principale en agriculture. Cela permet d'inclure, de plus, la diversité des formes d'organisation

présentes et les « agrégats » formés à partir de plusieurs exploitations agricoles (CUMA, entraide...).

15. Problématique

La problématique de notre thèse peut s'exprimer globalement en trois questions :

- 1) Quelles sont les pratiques de gestion des effluents d'élevage mises en place dans les exploitations de montagne avec l'évolution des structures des exploitations, des méthodes de fertilisation et de la réglementation ?

Pour répondre à cette question dans le détail et plus globalement, deux approches ont été mises en place. La première démarche est le suivi détaillé de pratiques dans trois exploitations agricoles. La seconde approche est constituée d'enquêtes en exploitation, permettant la description globale des pratiques de gestion des effluents d'élevage dans des territoires variés. L'objectif de travail est d'obtenir des éléments descriptifs quantitatifs des pratiques de gestion observées ou enquêtées, tels que la nature des effluents, les conditions de stockage ou encore, les doses, périodes et modalités d'épandage.

- 2) Quels sont les facteurs qui déterminent les pratiques de gestion des effluents d'élevage bovins et ovins dans les zones de montagne ?

Les deux approches précédentes ont été réutilisées pour répondre à cette question. En interprétant les éléments descriptifs quantitatifs mais aussi et surtout qualitatifs, ce travail met en évidence les différentes relations entre les pratiques et leurs déterminants. La hiérarchisation des facteurs par l'agriculteur est également un élément essentiel de réponse à la question.

- 3) Quel est l'impact de quelques pratiques de gestion des effluents d'élevage sur la production herbagère des prairies ?

Plusieurs pratiques de fertilisation organique ont été ainsi expérimentées dans différentes conditions pédo-climatiques avec un protocole commun incluant la mesure des rendements fourragers, des indices de nutrition et de l'évolution de la flore. Les impacts ainsi mesurés viennent enrichir notre perception des pratiques observées ou enquêtées précédemment.

151. Pratiques de gestion des effluents d'élevage

Notre travail vise à mieux connaître les pratiques de gestion des effluents d'élevage mises en œuvre par les agriculteurs et à identifier les marges de manœuvre dont disposent les exploitations pour répondre à des enjeux agronomiques et environnementaux. Ces enjeux sont notamment le maintien d'un potentiel de production, l'optimisation de la gestion des sources de fertilisation en fonction des

contraintes propres à l'exploitation et la gestion des enjeux environnementaux que sont la biodiversité, la qualité des eaux souterraines et superficielles et la qualité de l'air.

Il nous faut, dans ce but, identifier les pratiques de gestion des effluents d'élevage employées en élevage bovin et ovin, laitier et allaitant, dans une zone de montagne principalement herbagère. Nous devons ensuite comprendre comment ces pratiques sont mises en œuvre dans le cadre d'exploitations agricoles réelles avec des contraintes qui leur sont propres et quelle est leur diversité, et enfin, pratiquer une évaluation de ces gestions.

Nous recherchons, par ailleurs, les critères de différenciation entre les pratiques mises en œuvre (système d'élevage, structure de l'exploitation, activité autre qu'agricole, environnement pédo-climatique...) afin de pouvoir proposer une méthode d'approche différente des pratiques de gestion des effluents d'élevage. Notre thèse s'est ainsi orientée sur une approche globale de l'exploitation agricole centrée sur la gestion des effluents d'élevage, approche inspirée des travaux de Bonneville et al. (1989).

152. Facteurs déterminant les pratiques de gestion des effluents d'élevage

S'interroger sur les pratiques de gestion des effluents d'élevage bovin et ovin en zone de montagne amène à se poser plusieurs autres questions, notamment sur l'importance des **facteurs déterminants** (ou forces motrices) à l'origine des différentes gestions observées des effluents d'élevage. Nous distinguons **trois catégories** avec, tout d'abord, la **logistique** (comprenant les bâtiments et le matériel et l'organisation du travail). Les **contraintes spatiales** (parcellaire, réglementation...) **et temporelles** (conditions climatiques, périodes de pousse de l'herbe...) qui influencent les lieux et les périodes d'utilisation des effluents d'élevage constituent la seconde catégorie. La dernière catégorie de facteurs est formée par les possibilités de **valorisation agronomique et économique** de ces effluents d'élevage. Ces déterminants sont en inter-relation les uns avec les autres.

Ces trois types de facteurs peuvent aboutir à de multiples pratiques de gestion des effluents d'élevage, parmi lesquelles l'agriculteur choisit celles qui lui conviennent le mieux. Notre hypothèse est que, parmi ces différents déterminants, **les facteurs agronomiques sont prépondérants dans les choix de pratiques mises en place par l'exploitant**. La gestion est ensuite évaluée à l'aide de différents indicateurs, non nécessairement agronomiques, ce qui permet ensuite à l'agriculteur de faire évoluer, si nécessaire, sa gestion des effluents d'élevage.

Il ne s'agit pas ici d'évaluer de façon rigoureuse l'efficacité des pratiques réelles d'un point de vue strictement agronomique, les pratiques les plus efficaces n'étant pas forcément celles qui seront conservées par la suite. Nous cherchons ici à connaître ce qu'évalue l'agriculteur (efficacité agronomique, efficacité économique, combinaison de critères...), et si cette efficacité est mesurée

en valeur absolue ou en valeur relative. Il est par contre nécessaire d'évaluer certaines pratiques d'un point de vue agronomique, pour vérifier la part réelle de l'agronomie dans la mise en place des pratiques.

2. CHOIX DU TERRITOIRE D'ETUDE, LE MASSIF CENTRAL

21. Spécificités des territoires de montagne en lien avec les effluents d'élevage

211. Des montagnes tournées vers l'élevage en système herbager

En France, la moyenne montagne se caractérise typiquement par une alternance de plateaux d'altitude, de crêtes et de vallées à une altitude comprise entre 700 et 2 000 m et par un climat continental montagnard avec des précipitations de 700 à 2 000 mm par an (Diry, 2002). Actuellement, les trois activités principales de ces montagnes sont l'agriculture, la sylviculture et le tourisme. L'agriculture est caractérisée par une large domination de l'élevage en lien avec l'occupation du sol. En effet, la couverture végétale prédominante de ces espaces est aujourd'hui constituée majoritairement d'étendues prairiales et de quelques zones réduites de cultures labourables (Diry, 2000)²⁶. Ces vastes espaces disponibles et la difficulté à mettre en place une autre activité agricole sur ce territoire font de la montagne un lieu privilégié pour les élevages bovins et ovins, où l'herbe est aujourd'hui considérée comme une ressource fourragère obligatoire des systèmes de production agricole.

Trois types de prairies se rencontrent principalement : les prairies temporaires (PT), les prairies permanentes²⁷ (PP) et les estives, prairies permanentes d'altitude utilisables seulement en été. Un quatrième type de couvert peut être ajouté avec les parcours (pelouses, landes et bois), constitués de surfaces rarement mécanisables, boisées ou non (taux d'enherbement minimum de 33 %), pouvant avoir plusieurs strates de végétations (herbe, broussailles, arbres). En raison d'une productivité faible, mais offrant des ressources alimentaires variées, ils sont essentiellement utilisés pour le pâturage dès lors que les animaux peuvent pénétrer sur les parcelles.

La physionomie de ces prairies et parcours varie selon la pression de prélèvement exercée par les pratiques de pâturage et de récoltes mises en œuvre au sein des systèmes de production agricole

²⁶ Cet usage du territoire sous forme d'étendues prairiales quasi-unique est néanmoins récent. Auparavant, cultures et prairies étaient étroitement mélangées comme le montre l'exemple des blés de Saint Véran, cultivés à 2 200 m d'altitude ou les travaux de Koerner (1999) sur les champs de la montagne Vosgienne.

²⁷ Selon la définition réglementaire officielle de l'INSEE, les prairies permanentes (ou "pâturages" permanents) sont des « terres hors rotation des cultures de l'exploitation, consacrées à la production d'herbages (ensemencés ou naturels) sur une base permanente (tout au moins sur une période de cinq ans ou plus) ». Une prairie permanente qui est labourée et ressemée dans l'année conserve son caractère permanent car il y a continuité de culture herbacée dans l'année. Toute parcelle occupée par une prairie au cours de cinq campagnes, devient donc une prairie permanente en sixième campagne. Par défaut, les autres prairies sont des prairies temporaires.

mais aussi selon les pratiques de fertilisation exercées. La présence d'un couvert végétal permanent limite les pertes en éléments fertilisants.

Si l'élevage bovin et ovin est l'activité agricole majoritaire des zones de montagnes, il est soumis à de fortes contraintes, non seulement physiques, mais aussi structurelles qu'il nous faut maintenant étudier.

212. Des contraintes particulières pour l'exploitant agricole

Les critères physiques que sont l'altitude et la pente sont des facteurs constitutifs des montagnes françaises (Peltier, 1985) même s'ils ne sont pas systématiquement associés. Les travaux d'Auricoste et al. (1983) dans les Vosges du Sud et le Causse du Larzac et les travaux de Malpel (2001) dans le Massif central ont listé de façon non exhaustive les contraintes pour le système fourrager en montagne. Parmi celles-ci, les contraintes s'exerçant sur les pratiques de gestion des effluents d'élevage sont de trois types :

- Les contraintes spatiales propres au territoire étudié. Le relief, et en particulier la pente, conditionne la mécanisation des parcelles (accessibilité, exposition, présence de bassins versants). L'altitude dicte l'organisation en raison d'un allongement de l'hiver et d'une réduction de la saison végétative des végétaux de l'ordre de 8 à 9 jours par 100 m d'altitude supplémentaire. Elle entraîne également un accroissement du nombre de jours de gelées (pouvant aller jusqu'à plus de 100 jours par an) et de la durée d'enneigement avec des conséquences sur la durée d'hivernage.
- Les contraintes spatiales ponctuelles. Ce sont l'empierrement, les rochers affleurants, les talus, les arbres..., qui gênent la valorisation des surfaces.
- Les contraintes spatiales étalées. Elles s'expliquent le plus souvent par la nature des sols, qui peuvent rendre l'exploitation plus vulnérable aux risques de sécheresse (Pflimlin, 1998) ou proscrire le passage du matériel à certaines périodes (zones hydromorphes avec une faible portance).

Les éléments de l'économie et de la société rurale structurent également l'espace et peuvent gêner son utilisation agricole :

- Les limites du parcellaire (clôtures, murets, fossés, haies, chemins...) et le réseau hydrographique peuvent constituer des barrières entre parcelles.
- Les axes routiers et les lignes électriques et téléphoniques quadrillent le parcellaire d'une exploitation.
- L'emplacement du parcellaire et des bâtiments par rapport aux hameaux et villages (proximité, obligation de les traverser pour se rendre sur la parcelle), la distance des parcelles aux bâtiments d'élevage déterminent partiellement l'utilisation des parcelles.

- La superficie et la forme des parcelles peuvent rendre les manœuvres difficiles.
- Le mode de faire-valoir (propriété, fermage, communaux, sectionnaux) a une influence sur les aménagements et les activités agricoles réalisées. La présence de zones protégées avec des réglementations spécifiques est également un facteur contraignant.

Les zones de montagne sont donc marquées par une hétérogénéité forte, elle-même créée par les contraintes physiques, spatiales et temporelles (Morlon et Benoît, 1990). En raison de l'importance des moyennes montagnes herbagères en France, il nous faut choisir un territoire d'étude plus restreint. Parmi les zones de montagnes disponibles, notre choix s'est porté sur le Massif central.

22. Le Massif central, une montagne diversifiée

221. Caractéristiques générales du Massif central

S'étendant sur 15 % du territoire national, le Massif central est un ensemble de moyennes montagnes d'altitude modérée (altitude moyenne de 715 m) (Comité de massif du Massif central, 2006). Comme l'illustre la carte de la Figure 2.2, ce vaste territoire de près de 85 000 km² au relief peu accentué est composé, par opposition à la haute montagne, d'un seul étage, faisant dire à Fel (1983) que « le Massif central s'étale plus qu'il ne s'élève ». Ce périmètre prend donc en compte aussi bien les plaines intérieures comme la Limagne que les bas plateaux limousins à l'Ouest ou encore les zones plus montagneuses comme le massif du Cantal. Le territoire du Massif central est avant tout consacré aux activités agricoles et forestières. Ainsi, la Surface Agricole Utilisée (SAU) constitue 47 % de la superficie du massif, le taux de boisement du territoire atteignant les 36 % (29 % au niveau national) (Datar Massif central et Insee Auvergne, 2002).

Avec 3,7 millions d'habitants au recensement INSEE de 1999 et 44,6 hab. / km², le Massif central est un espace où la densité moyenne de population est assez faible (Insee Auvergne, 2005). Cette densité varie de 122 hab. / km² dans les zones urbaines et périurbaines à 23 hab. / km² en zones rurales. La trentaine de pôles urbains présents dans le massif entraîne une influence non négligeable de la ville sur l'espace rural. Ainsi, 38 % de la population et 34 % des actifs vivent et travaillent hors des villes (Datar Massif central et Insee Auvergne, 2002).

Le Massif central est par ailleurs le support de nombreux travaux et réflexions scientifiques pluridisciplinaires. Les équipes de recherche comme le Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Territoires Ruraux Sensibles du Massif central²⁸ le considère comme un modèle représentatif des problématiques des zones des moyennes montagnes françaises et européennes.

²⁸ Le GIS Territoires Ruraux Sensibles du Massif central regroupe 8 organismes (Cemagref, Inra, Enita Clermont, Engref, Universités : d'Auvergne, Blaise Pascal, Jean Monnet et de Limoges). Les thématiques étudiées sont les espaces, les hommes et leurs activités, les politiques et les outils de représentation et de concertation

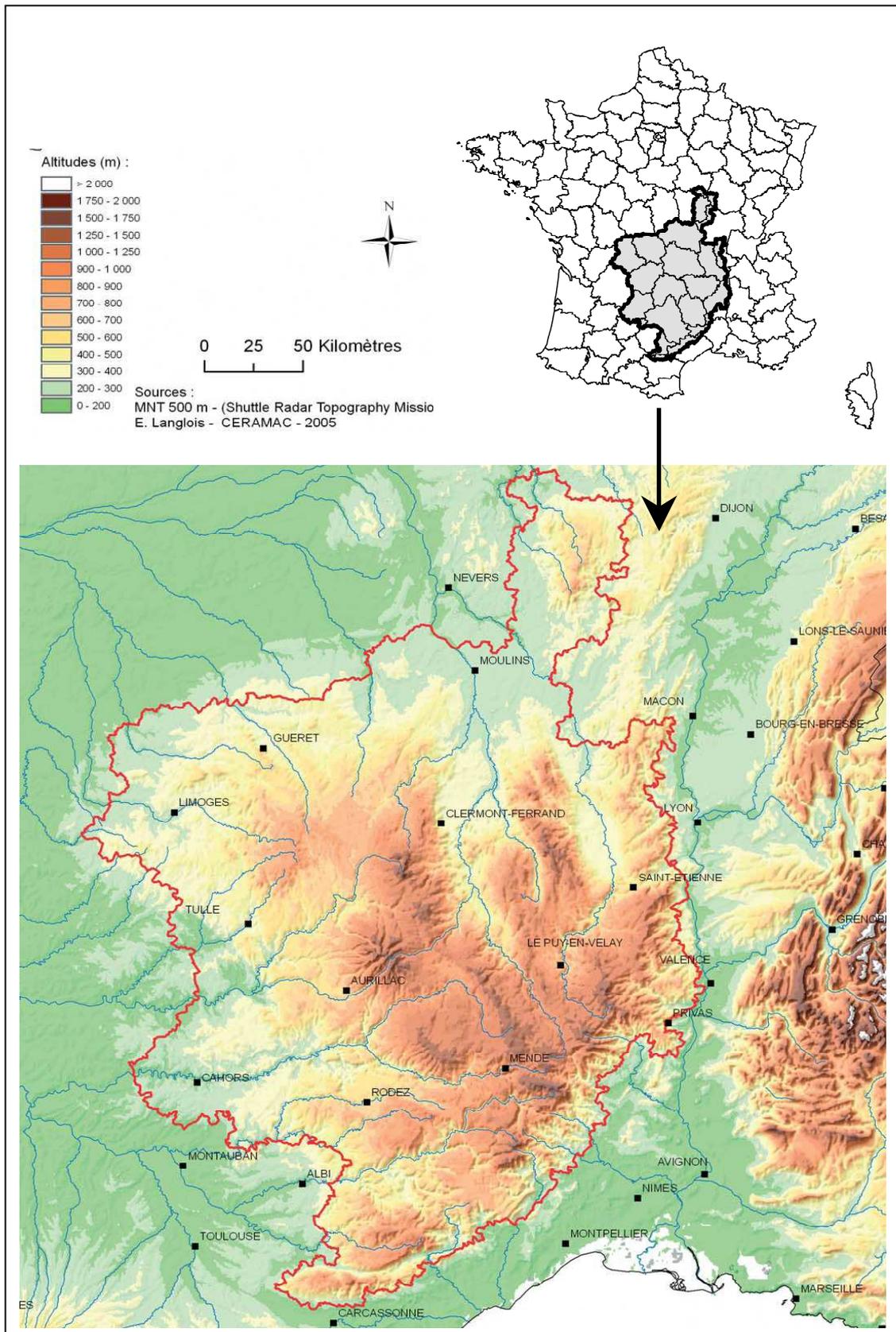


Figure 2.2 : Situation et milieu physique du Massif central

Le Massif central dispose également d'un capital écologique de premier ordre, caractéristique des zones de montagne française. Par exemple, 62 % des communes du massif présente au moins une ZNIEFF contre 41 % des communes pour le reste de la France. Dix parcs naturels régionaux

(PNR)²⁹ et le parc national des Cévennes sont inclus, pour tout ou partie, dans le périmètre du massif, renforçant fortement son attractivité touristique.

Le réseau hydrographique du Massif central alimente quatre des principaux bassins fluviaux français (Loire, Garonne, Rhône, Dordogne). Le Massif central est ainsi souvent désigné comme le « château d'eau de la France ». Les agriculteurs se trouvent donc partiellement en charge de la préservation et de la protection de l'eau, patrimoine naturel indispensable. La pression environnementale et sociale sur les agriculteurs peut être particulièrement importante. Les agriculteurs doivent en tenir compte, notamment lors de la gestion des effluents.

À l'Ouest du massif (Limousin, Ségala...), la pluie est abondante (jusqu'à 2 000 mm) et bien répartie, ce qui favorise la pousse de l'herbe. Le versant méditerranéen du massif (Mézenc et Cévennes notamment) est en revanche plus sec et, surtout, irrégulièrement arrosé avec des périodes de sécheresses estivales régulières. Le centre et l'Est du Massif central, abrités par les hauteurs à l'ouest, ont une pluviométrie beaucoup plus faible (600 mm d'eau par an en Limagne). Ces conditions climatiques très diverses entraînent des contraintes très différentes selon les petites régions agricoles, contraintes s'exerçant différemment sur la gestion des effluents d'élevage.

Par ailleurs, la faible part de terres labourables par rapport aux terres mécanisables (en raison d'une profondeur faible des sols et de nombreux obstacles) limite les possibilités de diversification culturale. Le relief freine également les communications et entraîne un surcoût, en particulier d'approvisionnement (Bouvard, 2006). Le climat, en raison du froid (lié à l'altitude³⁰), provoque des surcoûts avec la construction de bâtiment pour l'hivernage des animaux et la constitution de stocks de fourrages plus importants. Ces handicaps naturels entraînent une compétitivité moindre des exploitations situées en zone de montagne par rapport à la moyenne nationale (Ricard, 1997). Ils sont cependant partiellement compensés par les soutiens publics comme l'ICHN (Indemnité Compensatoire des Handicaps Naturels).

Il faut également signaler qu'il existe des exceptions à ces désavantages : plateaux mécanisables, sols de bonne qualité comme les planèzes... L'utilisation de races locales, la disponibilité en foncier et la valorisation des produits par des labels de qualité permettent aussi à certaines exploitations d'atteindre une rentabilité correcte.

²⁹ Compris en totalité, PNR des Volcans d'Auvergne, du Livradois Forez, de Millevaches, des Causses du Quercy, des Grands Causses et du Morvan ; compris partiellement, PNR du Pilat, des Monts d'Ardèche, du Haut Languedoc et du Périgord-Limousin)

³⁰ Par exemple, la limite naturelle de la forêt est de 1 300 m dans le Massif central contre 1 800 m dans les Préalpes et 2 200 m dans le cœur des Alpes françaises.

222. L'agriculture dans le Massif central

2221. Une agriculture qui reste importante tout en se professionnalisant

L'agriculture occupe encore une place importante dans le Massif central au contraire d'autres régions françaises. Ainsi, le pourcentage d'agriculteurs par rapport aux actifs est de 8 % dans le massif contre 2,7 % en moyenne pour la France. Le potentiel de production agricole, présenté au sein du Tableau 2.1, s'est concentré et n'est plus détenu que par 90 000 exploitations en 2000 (-33 % par rapport à 1988). Cela n'est possible que par des gains de productivité importants notamment par Unité de Travail Annuel. La taille moyenne des exploitations est de 44 hectares dans le Massif central au recensement général agricole (RGA) de 2000.

Structure des exploitations agricoles ³¹ dans le Massif central	Nombre d'exploitations	SAU totale (en ha)	SAU moyenne par exploitation en ha
Ensemble des exploitations	90 166	3 996 811	44,3
Exploitations non professionnelles	33 583	346 452	10,3
Exploitations professionnelles ³²	56 583	3 650 359	64,5

Tableau 2.1 : Structures des exploitations du Massif central ; Source : Service Régional de Statistique Auvergne – Recensement Général Agricole 2000

Entre le recensement général agricole de 1988 et celui de 2000, les exploitations agricoles se sont également professionnalisées. Ces dernières représentent désormais près de 63 % de toutes les exploitations agricoles du Massif central, exploitent 91 % de la surface agricole utilisée et produisent plus de 94 % du potentiel économique. La gestion des effluents d'élevage étant étroitement liée aux surfaces agricoles, les exploitations non professionnelles seront écartées par la suite car elles utilisent peu de surface en pourcentage par rapport aux exploitations professionnelles (8,7 % contre 91,3 % de la SAU).

2222. Une montagne tournée vers l'élevage

Le Massif central est traditionnellement consacré à l'élevage. Près de 90 % de la surface fourragère principale est ainsi à destination directe de l'élevage ce qui permet d'élever sur ce territoire près de 20 % du cheptel bovin français et 40 % des brebis (Agreste, 2001).

³¹ La définition statistique de l'exploitation agricole est donnée par le décret et l'arrêté du 24 janvier 2000. C'est une entité économique et de production qui répond simultanément aux trois conditions suivantes :

- Elle crée des produits agricoles ;
- Elle atteint ou dépasse une certaine dimension : 1 ha de SAU ou 20 ares de cultures spécialisées ou présence d'une activité de production suffisante estimée en effectifs animaux, en surface ou en volume de production ;
- Elle est soumise à une gestion courante indépendante.

³² Les exploitations professionnelles répondent à deux critères supplémentaires par rapport à la précédente définition :

- Dimension économique d'au moins 8 UDE (Unité de Dimension Européenne) soit 9 600 € de marge brute standard. Cela correspond à 10 vaches laitières ou 22 vaches nourrices ou encore 80 brebis ;
- Utilisation au minimum de 0,75 UTA.

De même, la surface toujours en herbe (à destination de l'élevage) représente 62 % de la SAU du Massif central et près de 30 % de la STH française comme l'illustre le Tableau 2.3.

Type d'utilisation de la SAU	Utilisation de la SAU (en ha)		% Massif central / France.
	Massif central	France	
Céréales	468 961	9 027 086	5,5
STH	2 449 287	8 316 070	29,5
SFP	3 382 248	13 000 533	26,0

Tableau 2.2 : Utilisation de la SAU dans le Massif central (ensemble des exploitations) Source : Service Régional de Statistique Auvergne – Recensement Général Agricole 2000

Les parties du massif les plus élevées en altitude, en raison de difficultés techniques mais aussi financières, sont orientées majoritairement, voire exclusivement, en STH comme l'illustre la Figure 2.3 ci-après. En ajoutant les fourrages, près de 85 % de la SAU du massif est ainsi consacrée à l'affouragement, contre 47 % en France.

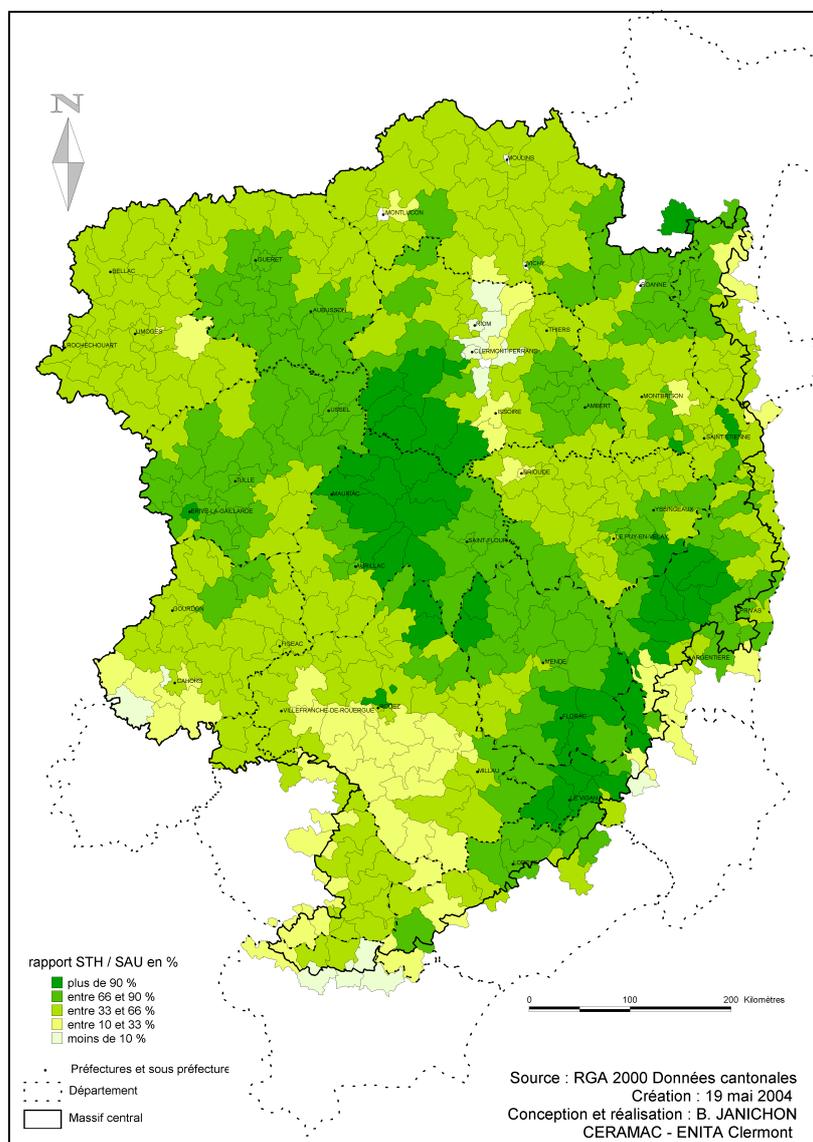


Figure 2.3 : Pourcentage de la Surface Toujours en Herbe dans la Surface Agricole Utile dans le Massif central

Le Massif central masque néanmoins, derrière une homogénéité apparente, une grande diversité des conditions pédo-climatiques, des couverts végétaux, et par adaptation, des systèmes de production agricole (Brunschwig et al., 2000 ; Datar Massif central et Insee Auvergne, 2002). La carte de la Figure 2.4 souligne la prédominance des productions bovines laitières et allaitantes, mais également l'existence d'une grande diversité des Orientations Technico-Économiques des EXploitations agricoles (OTEX). L'élevage est donc largement présent en tant qu'activité agricole majoritaire (forêt non comprise) dans le Massif central avec quelques exclusions comme le bassin céréalier de la Limagne dans le Puy-de-Dôme.

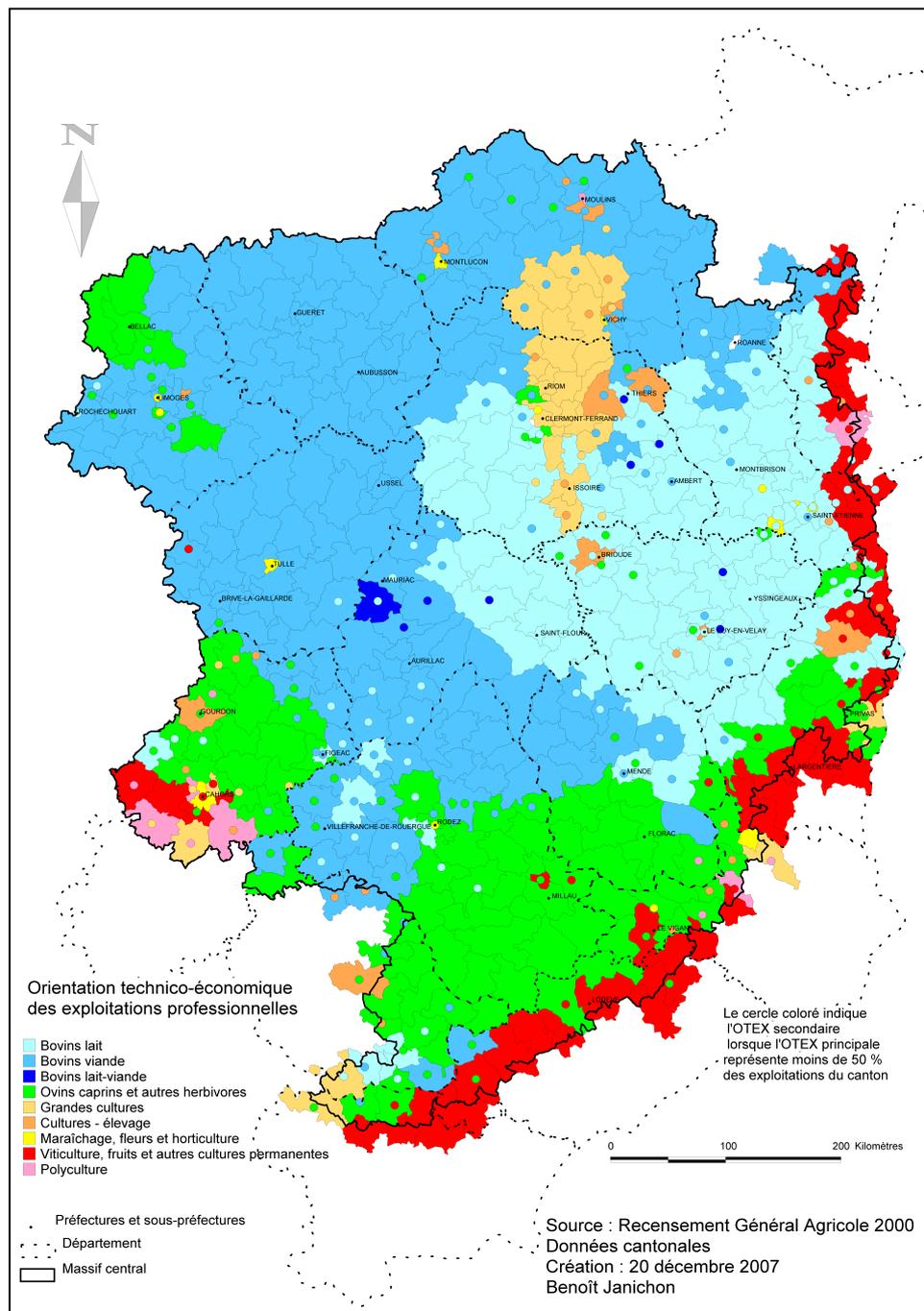


Figure 2.4 : Les systèmes de production agricole du Massif central

La Prime au Maintien des Systèmes d'Élevages Extensifs³³, qui s'adressait prioritairement aux régions d'élevage extensif, était également un bon indicateur de la vocation d'élevage du massif. En effet, le Massif central regroupait à lui seul 50 % des bénéficiaires de la prime à l'herbe et près de 45 % de la surface primée, soit 2,2 millions d'hectares (Ulmann, 2001). Ce fort pourcentage caractérise donc l'élevage du massif en indiquant un chargement animal faible et une importante spécialisation culturelle dans les prairies, ce que confirme la Figure 2.5.

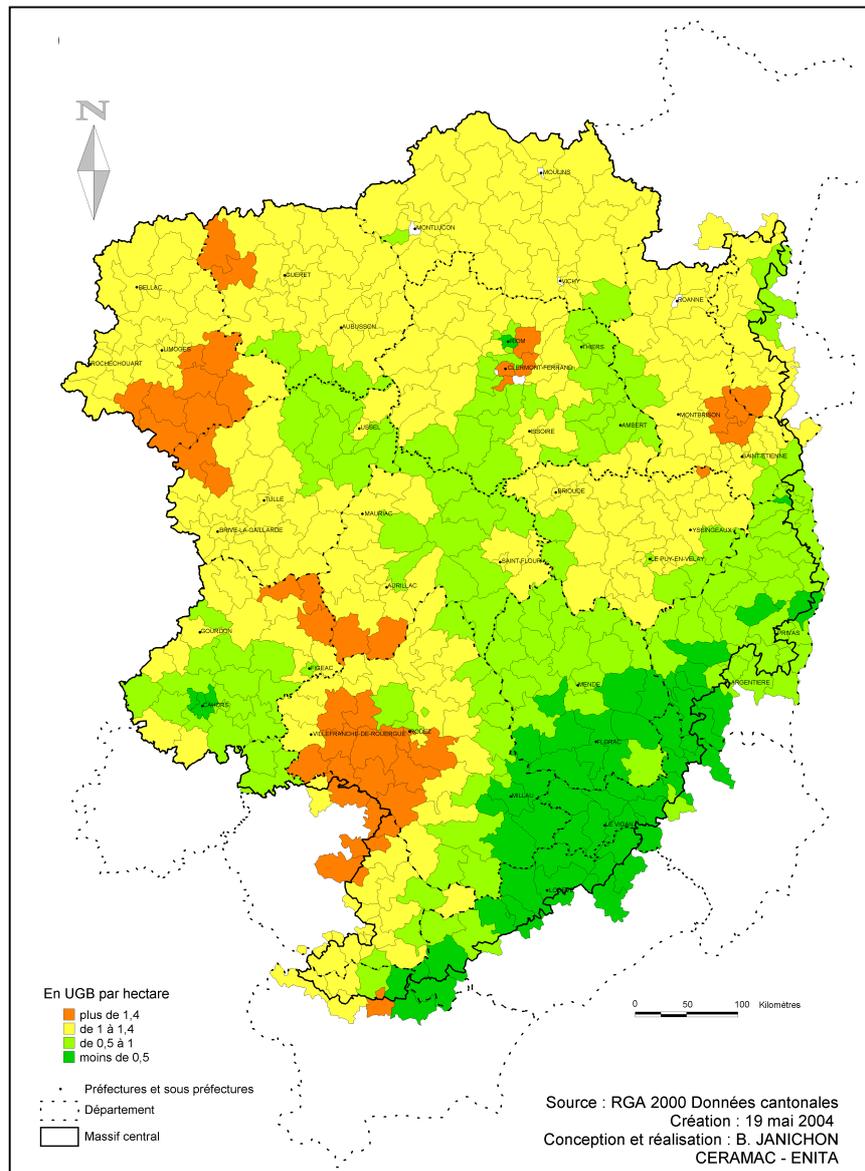


Figure 2.5 : Chargement herbivore moyen en UGB / ha dans le Massif central

La vocation fourragère oriente les systèmes de production vers les élevages herbivores principalement (bovins et ovins essentiellement, mais aussi caprins et équidés). Les élevages de nature plus intensive (porcs et volailles) sont néanmoins présents sur le territoire, mais se trouvent disséminés dans l'espace ce qui dissimule leur présence.

³³ PMSEE : aussi appelée Prime à l'Herbe, elle est devenue la Prime Herbagère Agri-Environnementale dont la nouvelle version est sortie en 2007

Nous observons globalement un chargement inférieur à 1,4 UGB / ha. Seuls quelques rares secteurs (8,6 % des cantons) ont un chargement supérieur qui peut s'expliquer de deux façons :

1. Une région d'élevage intensif avec un nombre d'animaux important par hectare de SFP (ex : Ségala aveyronnais à l'est de Villefranche de Rouergue).
2. Une région de cultures où le chargement animal est élevé en raison d'une faible SFP, la majorité de la SAU étant consacrée aux cultures céréalières (ex : Limagne autour de Clermont-Ferrand).

Les résultats du RGA 2000 (cf. Tableau 2.3) confirment l'importance du troupeau bovin (Agreste, 2001). Le secteur bovin allaitant est en forte progression (+ 26 % entre 1988 et 2000) tandis que le nombre de vaches laitières est en diminution en raison de l'âge élevé des exploitants et de la restructuration du secteur imposé par les quotas laitiers (- 24,8 % entre 1988 et 2000).

CHEPTELS	Massif central		% Massif central / France (2000)
	Expl.	effectif	effectif
Bovins	57 874	3 984 160	19,7
<i>dont vaches laitières</i>	<i>20 851</i>	<i>543 925</i>	<i>13,0</i>
<i>vaches nourrices</i>	<i>43 238</i>	<i>1 369 384</i>	<i>31,7</i>
Ovins	22 841	3 833 439	40,7
Caprins	5 919	197 944	16,5
Équidés	13 931	66 540	14,8
Porcins	13 214	950 489	6,6
Volailles	50 228	12 145 698	4,2

Tableau 2.3 : répartition des cheptels dans le Massif central (ensemble des exploitations) ; Source : Service Régional de Statistique Auvergne – Recensement Général Agricole 2000

L'autre production importante du massif est celle des ovins. Si globalement elle est en diminution par rapport à 1988 (- 11 %), la tendance est ici inversée entre les brebis laitières et les brebis allaitantes. Les ovins allaitants sont en forte diminution (- 15 %) alors que le secteur laitier, valorisé en particulier dans le « rayon roquefort », continue son essor (+ 19 %).

Nous pouvons constater sur le Tableau 2.4 que le Massif central accentue sa vocation de zone d'élevage au cours du temps puisque sa part dans les élevages bovins et ovins français ne fait qu'augmenter entre 1970 et 2000. Le territoire semble donc se spécialiser progressivement dans l'élevage des herbivores. Pour les ovins, il s'agit cependant d'une augmentation relative, le cheptel total du Massif central diminuant entre 1970 et 2000.

% Massif central / France	1970	1979	1988	2000
Bovins	14,1	14,6	16,9	19,7
Ovins	34,3	35,6	37,6	40,7

Tableau 2.4 : Évolution des cheptels bovins et ovins (ensemble des exploitations) ; Source : DRAF Auvergne, Service Régional de Statistique – Recensement Général Agricole 1988 et 2000

L'agriculture du Massif central semble suivre globalement l'évolution d'une zone de montagne. Elle se spécialise ainsi dans l'élevage en particulier allaitant et extensif car c'est là, dans une logique libérale, qu'elle possède le plus d'atouts (Jacquet-Montsarrat, 2002). Cela permet également de pallier la diminution de la main-d'œuvre et l'augmentation de taille des exploitations agricoles.

Si le Massif central abrite une majorité de territoires herbagers et extensifs, il comprend également des régions relativement intensives (Ségala, Haut-Limousin, Châtaigneraie) ainsi que des zones où les cultures sont associées à l'élevage (Velay, Bas-Berry, Plaine du Forez). Il convient donc d'éviter toute généralisation hâtive, les systèmes herbivores de production ne fonctionnant pas tous en logique extensive (cf. Figure 2.2 de localisation du Massif central précédemment présentée).

223. Des rejets azotés issus de l'élevage dans l'ensemble peu importants

La conséquence directe de cette présence importante de systèmes d'élevage très diversifiés (troupeau bovin, ovin, caprin... ; élevage allaitant, laitier, hors-sol...) est une production corrélée positivement de matières organiques très diverses (fumier, lisier...) tout comme les pratiques de gestion qui peuvent en découler.

Les données utilisées, pour réaliser la Figure 2.6 des rejets azotés dans le Massif central, ont été calculées selon les coefficients de rejets azotés établis par le CORPEN³⁴ en 2002. Les classes de rejets azotés organiques ont été choisies en fonction de trois normes existantes :

- 130 unités d'azote : apport maximum sur les parcelles inscrites à la PHAE ;
- 170 unités d'azote : apport maximum dans les Zones en Excédents Structuraux (ZES) ;
- 250 unités d'azote : apport maximum autorisé par la loi.

Les effluents, s'ils sont produits proportionnellement au nombre d'animaux et sous des formes très diverses, sont cependant épandus à une densité faible par rapport à d'autres régions françaises. La Figure 2.6 des rejets azotés révèle bien que les problèmes d'excès azotés d'origine organique sont rares dans le massif.

Les rejets azotés sont, par exemple, toujours inférieurs à 170 unités soit le rejet maximum en zone d'excédents structurels. De plus, bien que les ruminants transforment peu efficacement les nutriments (conduisant à des rejets élevés par kg de lait ou viande produits), cette situation ne constitue pas un préjudice pour la qualité de l'eau dans les zones où la prairie permanente est prédominante, la charge animale / ha faible (1 à 1,4 UGB/ha), les achats d'engrais minéraux et de concentrés limités et les contraintes de stockage et d'épandage des effluents d'élevage globalement respectées (Pflimlin et Madeline, 1995).

³⁴ Comité d'Orientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement

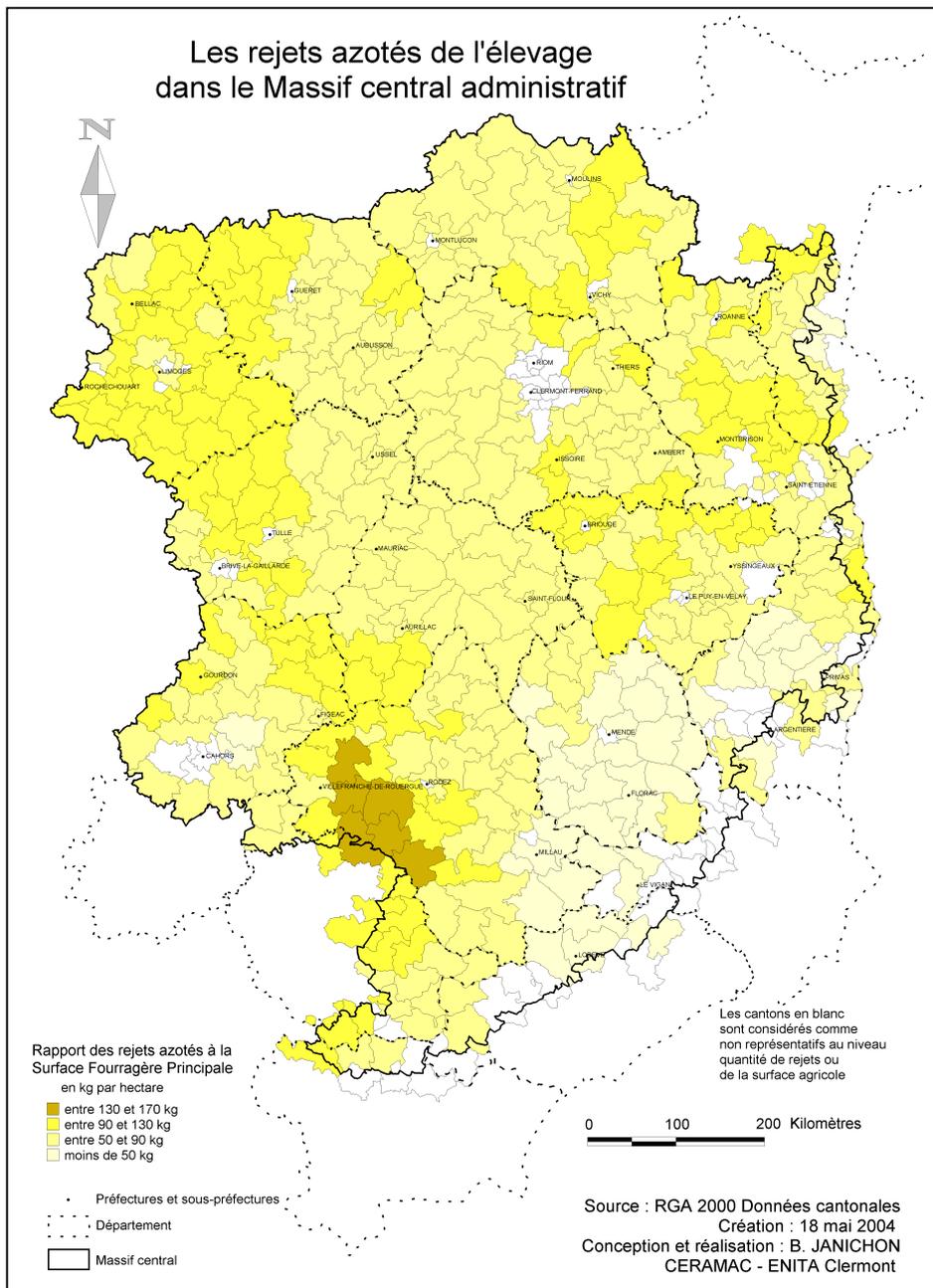


Figure 2.6 : Les rejets azotés de l'élevage dans le Massif central

La problématique posée par les effluents d'élevage est donc bien distincte de ce qui est observé dans d'autres territoires réputés pour leurs excédents structurels.

3. OBJETS D'ETUDE ET CONCEPTS UTILISES

Les pratiques agricoles de gestion des effluents d'élevage idéalisées combinent la valorisation sur les cultures des effets amendants et fertilisants des effluents et la minoration des nuisances pouvant être générées par l'utilisation de ces produits. Or, les pratiques actuelles sous-valorisent généralement les effluents en raison d'une discordance entre les types d'effluents produits et les cultures réceptrices. Ainsi, le lisier n'est pas le produit le plus adapté pour la gestion de la

fertilisation des prairies, sa période de production hivernale étant distincte des périodes de besoins en éléments fertilisants de la prairie que sont la reprise de végétation ou l'après - fauche. Cette discordance peut générer des risques de pollution (Guerrin et Paillat, 2003).

31. Les effluents d'élevage

311. Qu'est ce qu'un effluent d'élevage ?

Les produits épandables destinés à fertiliser les terres agricoles proviennent de plusieurs origines :

- Des engrais de synthèse achetés sur le marché.
- Des fertilisants d'origine urbaine (en particulier les effluents urbains, mais aussi les déchets fermentescibles ou encore les déchets verts) et industrielle (eaux blanches de laiterie, verts de sucrerie...).
- Des fertilisants d'origine agricole (déchets de stockage d'oignons...) et, plus particulièrement, **les effluents issus directement ou indirectement de l'activité d'élevage**. Seuls ces derniers sont pris en compte dans notre étude.

Les produits auxquels nous nous intéressons sont les **effluents d'élevage**. Par convention, ils seront également dénommés « matières organiques » ou « déjections animales » dans ce travail. Les effluents d'élevage sont définis comme des **sous-produits créés dans le cadre d'une activité d'élevage**, qu'elle soit de plein-air intégral, partiel ou hors-sol. Lorsque ces produits servent à la fertilisation des terrains agricoles, ils peuvent être également appelés « engrais de ferme ». Cette définition ne sera pas ou peu utilisée dans cette thèse pour ne pas les confondre avec les engrais minéraux de synthèse.

Comme nous l'avons vu précédemment, les effluents d'élevage ne sont plus des produits attendus par les exploitants agricoles dans le cadre de leur activité. Les systèmes d'élevage actuels ne sont donc plus organisés pour produire des matières organiques. Ils sont orientés vers la création d'autres produits, viande et lait pour les plus classiques, même s'il en existe d'autres beaucoup moins courants dans le Massif : œuf, laine, etc.

Les matières organiques sont, en conséquence, des sous-produits de systèmes d'élevage organisés à d'autres fins. Le plus souvent encombrants et ne pouvant être stockés indéfiniment, les effluents d'élevage sont donc généralement évacués au plus vite par l'agriculteur. Ce dernier utilise classiquement la méthode la plus simple et la plus rapide pour les éliminer : **l'épandage sur des surfaces agricoles**. Cela signifie que la gestion des effluents d'élevage présente un fort lien à l'espace, observable par ailleurs dans l'évaluation des excédents azotés.

3111. Les effluents issus directement des animaux

Les effluents d'élevage issus directement des animaux comportent quatre types d'éléments (Bodet et al., 2001 ; Théwis et Leterme, 2005) :

- Des gaz produits directement par les animaux (gaz carbonique issu de la respiration et méthane issu de la fermentation ruminale notamment) ou de la fermentation anaérobie des déjections animales. Généralement non récupérés par l'éleveur³⁵, ils ne font pas l'objet de pratiques agricoles et ne seront plus évoqués par la suite.
- Du fumier, mélange de litière, d'urines et d'excréments. Une distinction est opérée entre le fumier, de litière paillée, curé quotidiennement et le fumier issu d'une litière accumulée. Cet effluent peut par ailleurs être composté³⁶ (Janichon et al., 2003).
- Du lisier, mélange d'urine et d'excréments sans litière.
- Du purin. Ce sont les jus, composés essentiellement d'urine plus ou moins diluée, qui proviennent de l'égouttage des fumiers stockés. La couverture du tas de fumier influe fortement sur la composition du purin (Petit, 2006).

À l'origine de fortes variations des quantités moyennes et de la composition des fumiers, lisiers, purins produits par animal et par an, deux types de facteurs se distinguent (Bodet et al., 2001 ; Théwis et Leterme, 2005). Les facteurs liés à l'animal tels que l'espèce, l'aliment consommé (ainsi que sa forme de présentation et sa digestibilité) forment un premier groupe. Les facteurs liés aux bâtiments et à la conduite d'élevage forment le second groupe avec le type de stabulation, le système de collecte des déjections, l'abondance et la fréquence des paillages et des nettoyages, etc.

³⁵ Les gaz issus de la fermentation anaérobie, en particulier le méthane, peuvent être récupérés par l'intermédiaire d'installation de méthanisation afin de produire de l'énergie sous forme de biogaz. La méthanisation est une digestion anaérobie, ou fermentation méthanique, qui transforme la matière organique en compost, méthane et gaz carbonique par un écosystème microbien complexe fonctionnant en absence d'oxygène.

³⁶ Le compostage est un procédé biologique exothermique de décomposition aérobie permettant la conversion et la valorisation des matières organiques fraîches par plusieurs populations microbiennes. Il permet d'obtenir par aération et homogénéisation un produit stabilisé, hygiénique, semblable à un terreau et riche en composés humiques, le compost. Ce processus permet une évaporation de l'eau, une concentration des éléments fertilisants et une réduction significative (30 à 50 %) de la quantité de fumier originelle (40 à 60 % du volume).

Ces effluents d'élevage prennent différentes formes allant du solide au liquide avec tous les stades intermédiaires. La Figure 2.7 ci-dessous en présente une typologie simple.

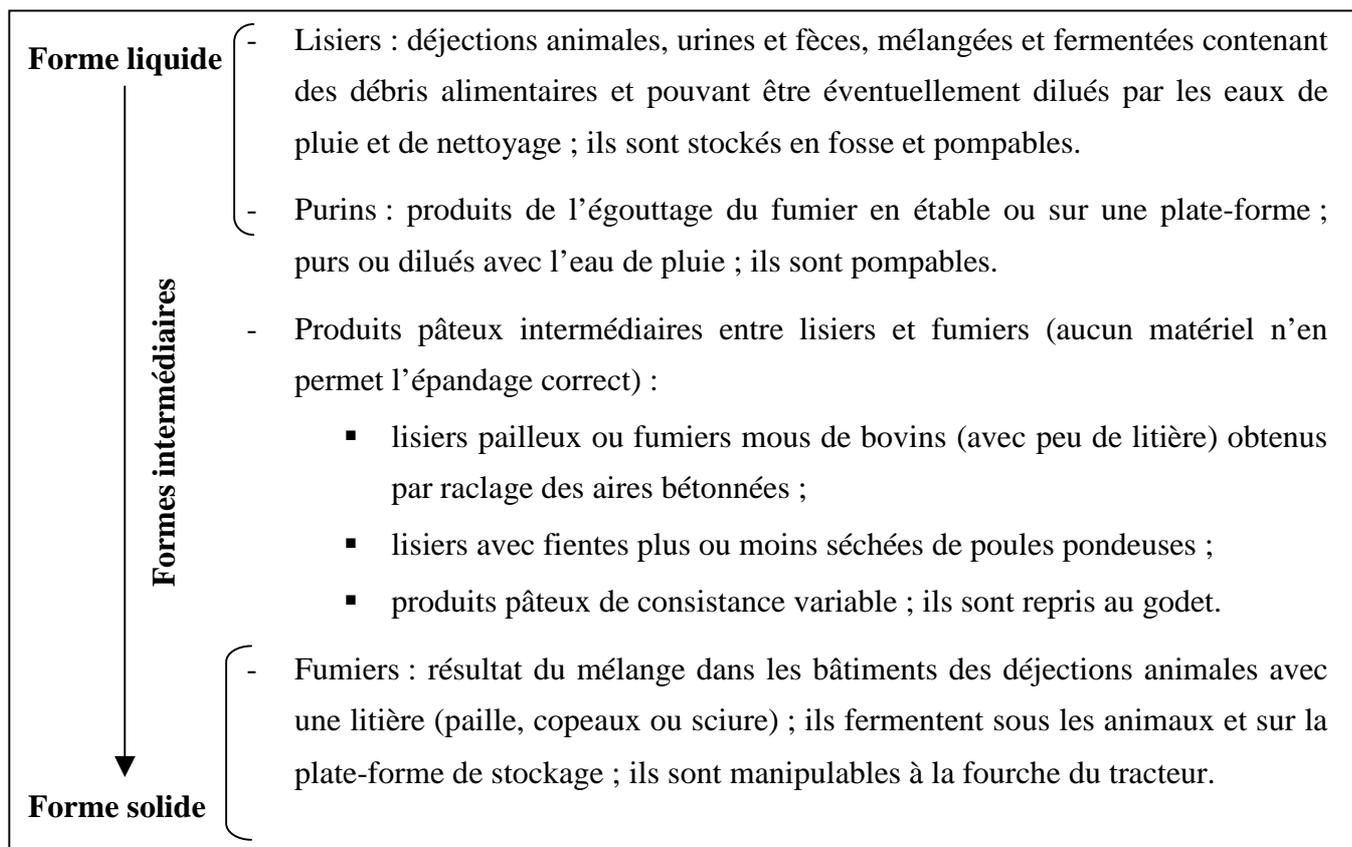


Figure 2.7 : Présentation des différentes formes d'effluents issues d'une activité d'élevage : Source : (Bodet et al., 2001)

Les formes intermédiaires difficiles à gérer sont finalement peu fréquentes dans les exploitations d'élevage. Les agriculteurs s'arrangent en effet pour que ces produits évoluent directement ou indirectement vers les formes liquides ou solides qui sont gérables, comme le montrent les deux exemples suivants. Dans le premier exemple, les fumiers mous sont stockés sur une fumière bétonnée avec murs de contention et récupération des jus. Au fur et à mesure de l'évacuation des jus, le fumier devient manipulable avec une fourche et donc gérable à l'épandeur. Dans le second exemple, un lisier pailleux non pompable, stocké en fosse non couverte, le devient suite à l'adjonction des eaux blanches et la prise en compte du volume d'eau apportée par la pluie. Seul un brassage de la fosse est nécessaire pour homogénéiser les différents états du lisier.

3112. Les effluents non issus directement des animaux

Il s'agit des écoulements, hors lisiers et fumiers, produits par les pratiques d'élevage. Ils se décomposent de la façon suivante (Institut français de l'environnement, 2005 ; Théwis et Leterme, 2005 ; Petit, 2006) :

- Les jus de silos, résultat de la fermentation naturelle transformant un fourrage en ensilage.
- Les eaux blanches, issues du nettoyage des matériels de traite, de transformation éventuelle de lait (laiterie) et de buvée des veaux.
- Les eaux vertes, issues des lieux de passage des animaux, des nettoyages des bâtiments, des quais et des aires d'attente de traite.
- Les eaux brunes correspondent aux eaux de pluie souillées collectées sur les aires d'exercices découvertes.
- Les laits d'alimentation ou anormaux (lait mammiteux, présence d'antibiotiques...), le lactosérum issu de la transformation fromagère et, chez les ovins laitiers, les laits de traite d'allaitement³⁷ et de tarissement³⁸ (Patout et al., 2003).

Hormis les laits de traite d'allaitement et de tarissement, la quantité d'écoulements non maîtrisés des élevages ovins est considérée comme non significative en raison de pratiques agricoles peu propices à leur production (Institut français de l'environnement, 2005).

L'ensemble de ces effluents non issus directement des animaux possède un faible intérêt agronomique (valeur fertilisante et amendante faible), doublé d'une forte charge polluante (Bodet et al., 2001). Ils n'ont donc qu'une faible utilité pour l'agriculteur. Ils peuvent être mélangés aux lisiers, contribuant à leur dilution, et épandus comme tels (Petit, 2006), ou être gérés de façon indépendante notamment par des systèmes spécifiques (Ménard et al., 2007). Ces systèmes peuvent être le lagunage naturel, les filtres plantés de roseaux, les massifs filtrants végétalisés ou encore les bosquets épurateurs.

3113. Caractéristiques générales des effluents d'élevage

La production, le stockage et l'épandage de ces effluents sont soumis à divers lois et règlements que l'agriculteur doit respecter. Les rejets directs dans le milieu naturel des effluents liquides (lisier, eaux vertes, lactosérum...) étant strictement interdits³⁹, le stockage est obligatoire (Théwis et Leterme, 2005). Il doit permettre la limitation des pertes dans le milieu naturel, la législation insistant particulièrement sur l'étanchéité des ouvrages de stockage et de circulation des effluents.

³⁷ En AOC Roquefort, les agneaux sont sevrés à un mois. Néanmoins, pour favoriser la montée du lait des brebis et la transition avec la période de traite, les brebis laitières sont traitées une fois par jour. Ce lait, dit de traite d'allaitement, ne peut être commercialisé avant 21 jours. Il est généralement jeté.

³⁸ Le tarissement des brebis laitières se fait par espacement des traites sur 2 à 4 semaines. Ce lait non collecté, dit de tarissement, est généralement jeté.

³⁹ La décomposition des matières organiques dans l'eau consomme notamment de l'oxygène fragilisant ainsi l'écosystème aquatique.

La collecte séparée des eaux pluviales et des effluents est par ailleurs recommandée pour diminuer les volumes à gérer.

Les effluents d'élevage peuvent être stockés pendant une durée nécessairement limitée (selon la loi, inférieure à 18 mois) avant d'être épandus sur une surface déterminée. Durant ce stockage, ces matières organiques peuvent subir différents procédés de traitements plus ou moins élaborés favorisant ou permettant une évolution des produits. L'agriculteur dispose alors de matières organiques plus facilement valorisables et/ou présentant de moindres risques vis à vis de l'environnement (Janichon et al., 2003 ; Ménard, 2005).

Par ailleurs, les règles générales de gestion des épandages enjoignent que la capacité d'absorption des sols ne doit jamais être dépassée. Ainsi, la stagnation prolongée des effluents sur les sols, leur ruissellement et / ou leur percolation vers les nappes souterraines ne doivent pas se produire. Cela nécessite une capacité de stockage des déjections animales d'au moins quatre mois (capacité réglementairement demandée), voire de six mois en zone de montagne où les périodes d'épandage sont restreintes notamment par la présence de neige (Théwis et Leterme, 2005).

L'épandage des effluents liquides est interdit sur fortes pentes et sur les terrains nus, gelés ou enneigés. De plus, les épandages ne sont autorisés qu'à une certaine distance des zones sensibles selon le produit épandu et la période d'épandage.

312. Intérêts de la valorisation des effluents pour les agriculteurs

Il existe de multiples enjeux liés à la gestion des effluents d'élevage. Malgré leurs interactions mutuelles, nous en distinguons quatre : les enjeux d'ordre agronomique et technologique, les enjeux économiques, les enjeux d'ordre social et les enjeux environnementaux.

3121. Les enjeux agronomiques et technologiques

La gestion des effluents a pour but de stocker et d'épandre de manière appropriée les effluents afin d'obtenir la meilleure valorisation agronomique, économique et technologique possible. Il s'agit ainsi, pour un agriculteur d'optimiser le rapport entre la valeur de ces effluents et la quantité nécessaire pour fertiliser les terrains de l'exploitation.

La gestion des effluents d'élevage présente de multiples intérêts agronomiques et technologiques pour les agriculteurs. En effet, les effluents d'élevage, appelés fréquemment engrais de ferme dans le cadre d'une valorisation agronomique, sont à la fois des engrais complets et des amendements. L'azote, le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium et les oligo-éléments présents dans les effluents d'élevage sont partiellement ou totalement utilisables par les plantes.

Si nous prenons le cas de l'azote, cet élément se présente sous deux formes, minérale et organique, dans les effluents d'élevage. La fraction minérale directement utilisable de cet élément

(comparativement à l'ammonitrate) varie de 0 à 70 % selon la nature de l'effluent. La part restante est minéralisée à un rythme beaucoup plus lent dans les années suivant l'épandage (Bodet et al., 2001). Les agriculteurs doivent ainsi raisonner la fertilisation basée sur ces effluents à des pas de temps différents selon le type d'engrais de ferme considéré et par rapport à des engrais minéraux. Dans tous les cas, l'utilisation agronomique des effluents n'est valable qu'après analyse de ces effluents. Les effluents d'élevage ont de plus une valeur amendante, en particulier organique, à prendre en compte pour préserver la fertilité des sols et réduire les risques de pollution. L'apport régulier de fumier peut ainsi augmenter sensiblement le taux de matières organiques d'un sol en quelques années.

Il existe donc un fort enjeu agronomique de maîtrise de la dose d'effluents pour en obtenir la meilleure valorisation possible en adéquation avec la culture réceptrice et les conditions pédoclimatiques du lieu d'utilisation. Une gestion agronomique adaptée des effluents d'élevage nécessite de s'interroger sur plusieurs points pour sélectionner les cultures les plus aptes à recevoir un engrais de ferme donné :

- effets sur le rendement et / ou sur la qualité du produit récolté
- effets sur la qualité de l'air et des eaux superficielles et profondes
- présence / absence de risques sanitaires
- facilité d'emploi en remplacement des engrais minéraux
- autonomie des exploitations.

Cet enjeu est également couplé à un enjeu technologique, les effluents devant être stockés et parfois traités avant d'être utilisés notamment par l'épandage. L'amélioration des process de traitement, des conditions de stockage et des matériels d'épandage doit permettre de limiter, voire de supprimer, les différentes atteintes à l'environnement provoquées par l'utilisation d'effluents d'élevage. Ces technologies doivent être également au service de l'agriculteur en proposant des modes de gestion à coûts restreints et dont la pénibilité est faible.

3122. Les enjeux d'ordre économique

La gestion des effluents peut avoir un impact interne positif sur l'exploitation via, notamment, une diminution des charges opérationnelles. L'optimisation de cette valorisation permet aux agriculteurs de limiter leurs charges, les engrais de ferme étant déjà présents sur l'exploitation. Cela peut ainsi permettre à un agriculteur de limiter les apports d'azote, de phosphore et de potassium de synthèse (ammonitrate ou engrais ternaire par exemple), en valorisant des ressources dont il dispose de façon récurrente. L'importance des coûts des traitements éventuels et parfois obligatoires (notamment en zone d'excédents structurels) de ces effluents avant utilisation peut cependant pénaliser le fonctionnement économique de l'exploitation. Cela ne remet pas en cause l'utilisation de ces matières organiques qui permettent de tendre vers une « autonomie » plus grande en engrais minéraux.

L'augmentation du coût de l'énergie, en particulier du pétrole, peut également permettre d'augmenter la valorisation des effluents d'élevage comme sources énergétiques. Des installations de méthanisation (fabrication de biogaz) commencent ainsi à se développer en particulier dans les régions à très forte densité d'élevage.

3123. Les enjeux d'ordre social

La valorisation permet également de ne pas ternir l'image de produits de qualité. Cet aspect de la valorisation est important pour les systèmes d'élevages du Massif central qui sont généralement peu intensifs au niveau des surfaces comme des animaux. La société a donc l'image d'un espace où l'agriculture est respectueuse de l'environnement, extensive et crée des produits de qualité.

D'après Papy (1993), les problèmes liés à la gestion des effluents d'élevage correspondent à des processus biophysiques partiellement maîtrisés et se développant localement dans l'espace. Pour lui, les enjeux liés aux effluents d'élevage auraient avant tout, une nature sociale. Dès lors, les problèmes découlant de la gestion des effluents peuvent avoir une réalité sociale sans fondements scientifiques avérés montrant les rapports de cause à effet entre l'activité agricole, le phénomène physique correspondant et l'impact observé. Une présomption de risque lié aux effluents peut ainsi suffire à donner une réalité sociale à un problème. C'est le cas en particulier des élevages hors-sols qui, lorsqu'ils sont associés à la production de lisier, sont refusés par la population locale quasi systématiquement en raison de risques précédemment avérés (Janichon, 2004).

La gestion des effluents d'élevage peut créer des nuisances olfactives (par la volatilisation d'ammoniac notamment) et visuelles qui peuvent perturber les autres usagers de cet espace. La vue de tas de fumier desquels s'écoulent des jus sur un chemin de randonnée ou d'un épandage de lisier sur la neige (cf. Figure 2.8 et Figure 2.9 ci-après) peut remettre en cause l'image positive d'une région et limiter le développement du tourisme ou des filières agro-alimentaires de qualité. Il est possible de maîtriser le développement des odeurs par l'utilisation de techniques appropriées (compostage, épandage avec enfouissement direct, couverture des fosses de stockage de lisier, etc.) permettant ainsi de diminuer la fréquence des plaintes.



Figure 2.8 : Stockage de fumier au champ ; jus s'écoulant sur le chemin de randonnée – Massif du Sancy – avril 2004 – Cliché : B. Janichon



Figure 2.9 : Épandage de lisier sur neige (pratique interdite) – Chaîne des Puys – fév. 04 – Cliché : B. Janichon

La valorisation des effluents d'élevage peut aussi donner une image positive des filières agro-alimentaires en diffusant l'image d'une agriculture peu, voire pas, consommatrice d'intrants et qui utilise au mieux les ressources disponibles. C'est le cas en particulier de l'agriculture biologique qui utilise quasi exclusivement les effluents d'élevage pour assurer la fertilisation des parcelles et bénéficie ainsi d'un « bonus » d'image. Dans certaines régions, la concentration des effluents, voire leur nature (lisier essentiellement), entraîne cependant des problèmes d'acceptabilité sociale pouvant être infiniment complexes à gérer (Janichon, 2003 ; Janichon, 2004). Il nous faut évoquer ici le cas des appellations d'origine contrôlée. Aucune des AOC de produits laitiers du Massif central ne comporte de références explicites à la gestion des effluents d'élevage. Il y a, au mieux, des mesures qui interviennent indirectement dans cette gestion. C'est le cas pour l'AOC Roquefort (2001) qui interdit l'élevage hors-sol et impose le pâturage en conditions climatiques favorables.

Des AOC extérieures au Massif central comportent pourtant des références sur la gestion des effluents d'élevage en particulier l'AOC Reblochon. Le cahier des charges de cette AOC précise les fumures organiques autorisées et les classe par ordre de priorité. La tenue d'un cahier d'épandage est par ailleurs obligatoire. Il n'est cependant fait aucune mention de doses de fumure organique à respecter dans ce cahier des charges (2007).

3124. Les enjeux environnementaux et sanitaires

L'utilisation d'effluents d'élevage peut être à l'origine de pollutions multiples. Le Tableau 2.5 ci-dessous détaille les différentes atteintes à l'environnement provoquées par l'utilisation inadéquate de ces matières organiques.

Effets possibles	Description
Contamination des eaux de surface ou souterraines	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apports ou concentrations accrus de divers polluants (nitrates, phosphore...) ▪ Pollution par les matières organiques en suspension (perte d'oxygène...) ▪ Pollution microbiologique d'origine fécale
Contamination ou dégradation du sol	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apports ou concentrations accrus de divers polluants ▪ Productivité décroissante (compaction du sol...)
Pollution de l'air	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hausse des particules ambiantes (poussière...) ▪ Hausse des gaz odorants et à effet de serre
Effets écologiques sur la biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dégradation de l'écologie aquatique ▪ Perte de biodiversité éventuelle

Tableau 2.5 : Atteintes à l'environnement provoquées par la gestion inadaptée d'effluents d'élevage

Dans son rapport « Livestock's long shadow » (Steinfeld et al., 2006), la FAO met ainsi en exergue « les menaces que constitue l'élevage pour l'environnement et en particulier la pollution de l'eau ». Il s'agit « pour les agriculteurs de parvenir à une meilleure gestion du fumier et à une meilleure utilisation des déjections sur terres agricoles. »

Les enjeux environnementaux sur la qualité de l'eau et des milieux aquatiques sont particulièrement sensibles dans le Massif central. La seule région Auvergne concentre ainsi 17 % des sources d'eaux minérales et 18 % des sites d'embouteillage de France ainsi que 11 % des stations thermales (Dolques, 2002). Couplés à des obligations de qualité de l'eau de consommation, il est nécessaire de maîtriser les deux types de pollutions que sont les pollutions diffuses et les pollutions ponctuelles. Ces dernières, localisées dans le temps et l'espace, peuvent être aisément supprimées en particulier par le respect des réglementations : fosses de stockage d'une capacité de quatre mois pour les installations classées, suppression des rejets directs dans le milieu naturel... Cette mise aux normes des exploitations d'élevage nécessite cependant de lourds investissements freinant ainsi une mise en place généralisée.

Les pollutions diffuses sont plus complexes à appréhender en raison de leurs multiples origines dans le temps et dans l'espace nécessitant un travail global de gestion sans réponse immédiate. D'après

L'Agence de l'Eau Loire – Bretagne (2004), les agriculteurs ont entrepris de nombreux efforts en particulier par la mise en place de pratiques plus respectueuses (bandes enherbées, couvert végétal...) et par la mise aux normes, mais cela reste à intensifier. Si de nombreux problèmes découlent d'une gestion inadaptée, un travail adéquat sur la gestion des effluents d'élevage semble permettre d'obtenir des résultats inverses. Il est donc nécessaire d'évaluer l'incidence socio – environnementale des pratiques de gestion des effluents d'élevage.

3125. Évaluation des effets sur l'environnement

L'évaluation des effets provoqués par la gestion des effluents d'élevage peut se faire par l'intermédiaire de critères dont les principaux sont présentés dans le Tableau 2.6 ci-après. Ces critères permettent d'évaluer l'incidence environnementale et sociale d'une technique de gestion d'effluents en mettant en exergue ses atouts et ses défauts.

Critères	Description	Évaluation
Échelle	Portée géographique et répartition de l'effet	Exploitation, local, régional...
Nature	Incidences de l'effet (risque pour la santé et la sécurité humaines, existence ou non de mesures d'atténuation ou de compensation)	Domage non mesurable, réversible, irréversible...
Emplacement	Présence de l'effet à l'intérieur ou à proximité d'une zone vulnérable sur le plan écologique ou socioculturel	Oui / non
Vulnérabilité	Niveau de préoccupation des pouvoirs publics, organismes de réglementation, agences de l'eau vis à vis de cet effet	Faible à nul, moyen, fort
Ampleur	Mesure en quantité absolue ou par rapport au stock existant, selon l'intensité, le moment, la durée de l'effet, sa probabilité, etc.	Effet négligeable, moyen, majeur...
Divers	Obligations en vertu de la loi	
	Capacité des exploitants à maîtriser l'effet et niveau de préoccupation	
	Coût nécessaire pour maîtriser l'effet	
	Image de l'effet auprès de la population	

Tableau 2.6 : Critères communément utilisés pour évaluer l'effet d'une pratique sur l'environnement (d'après Canadian Standards Association, 2002)

La portée de chacun de ces effets varie d'une région à l'autre en fonction de facteurs locaux (Burton, 1996). La nuisance olfactive a ainsi tendance à être davantage perçue lorsque l'élevage est présent dans une région à forte densité de population (en particulier, en zone périurbaine) ou éminemment touristique.

313. Des produits à l'interface de la zootechnie et de l'agronomie

De manière générale, les concepts relatifs à la zootechnie sont relatifs à un lot d'animaux alors que les concepts agronomiques sont relatifs à une parcelle, un groupe de parcelles ou une exploitation situés dans l'espace. Dans tous les cas, ce sont des concepts situés dans le temps.

Les effluents d'élevage sont un élément de liaison direct entre les activités d'élevage et les activités de cultures notamment par le transfert de fertilité, qu'il soit directement effectué par l'animal ou par l'intermédiaire d'une intervention humaine (Landais et Lhoste, 1993). Il est donc nécessaire de bien

comprendre le fonctionnement à la fois des élevages qui sont à l'origine de ces effluents, mais aussi du système de culture qui va les recevoir (Burton et al., 2007).

Les effluents d'élevage sont également à l'interface entre zootechnie et agronomie car leur gestion dépend simultanément de ces deux disciplines. Du point de vue zootechnique, le volume d'effluents d'élevage produits par animal et la teneur en éléments minéraux des déjections animales sont largement influencés par les progrès génétiques et la modification des techniques liées à l'alimentation et à la santé des animaux⁴⁰ (Théwis et Leterme, 2005). À titre d'exemple, l'augmentation du niveau de production par vache réduit les rejets azotés par tonne de lait en raison de la diminution des besoins d'entretien des animaux pour un volume de lait croissant.

Par ailleurs, les choix et les pratiques des éleveurs conditionnent fortement les effluents obtenus (cf. diversité des pratiques dans la partie 1). La forme (liquide, solide) des effluents obtenus dont dépend partiellement la valorisation agronomique, est issue essentiellement de la conception des bâtiments dans lesquels ils sont produits.

32. Les pratiques de gestion des effluents d'élevage

321. Définition des pratiques et de leur diversité

Le concept de pratique a été créé et défini pour répondre à l'écart croissant constaté entre les propositions techniques du développement et de la recherche agronomique et l'absence de mise en place de ces techniques dans les systèmes de productions agricoles (Osty, 1974 ; Petit, 1975). Pour Petit (1981), il s'agit avant tout de comprendre la manière dont agissent les agriculteurs car ceux-ci « *ont de bonnes raisons de faire ce qu'ils font* ». Ce préalable effectué, il est alors possible de proposer des changements techniques adaptés aux agriculteurs et aux conditions de production en exploitation. Cette approche est parfois critiquée en raison de sa propension à survaloriser des savoirs-paysans ancestraux techniquement ineptes (Darré, 1996).

Il existe de multiples définitions des pratiques en tant que « *manières de faire, réalisées dans une optique de production* » (Teissier, 1979), « *manières concrètes d'agir des agriculteurs* » (Milleville, 1987), ou encore comme « *l'ensemble des actions mises en œuvre dans l'utilisation du milieu* » (Blanc-Pamard et Lericollais, 1991). Dans l'ensemble, les définitions reposent sur la distinction entre technique et pratique. Les pratiques se distinguent des techniques dans la mesure où « *si les techniques peuvent être décrites indépendamment de l'agriculteur qui les met en œuvre, il n'en est pas de même des pratiques qui sont liées à l'opérateur et aux conditions dans lesquelles il exerce son métier* » (Teissier, 1979). Ainsi, « *si les techniques sont de l'ordre de la connaissance, les pratiques sont de l'ordre de l'action* » (Deffontaines et Petit, 1985). Dans ce sens, les pratiques

⁴⁰ Prohibés en Europe, les hormones de croissance ou les anabolisants utilisés aux États-Unis contribueraient à une meilleure efficacité azotée de la ration et ainsi, à diminuer les rejets.

sont les révélateurs des projets agricoles en tant qu'activités matérielles, intentionnelles et régulières. L'analyse de ces pratiques présente donc un intérêt pour la gestion des exploitations agricoles, le développement ou l'innovation technique.

Landais et al. (1990) soulignent également les relations existantes entre technique et pratique permettant de passer « *du savoir au faire (mettre une technique en pratique) et du faire au savoir (tirer de la pratique des enseignements techniques)* ». Selon les objectifs de l'étude, la pratique peut être étudiée comme un acte élémentaire tel que « prendre une fourche de fumier » ou comme un ensemble plus global d'activités comme « curer l'étable » (Deffontaines et Lardon, 1989).

Trois volets de recherche complémentaires sont distingués afin de caractériser les pratiques des agriculteurs (Landais et Deffontaines, 1988) :

1. L'étude des **modalités** est une description des pratiques par une personne extérieure à l'exploitation. Cela correspond à ce que fait l'agriculteur et comment.
2. L'étude de **l'efficacité** renvoie aux résultats obtenus par l'agriculteur à l'issue de ces pratiques. Il y a alors distinction entre les **effets** des pratiques qui ont lieu sur les objets directement et matériellement concernés (ex. : effets d'un épandage de lisier sur la reprise de végétation au printemps) et les **conséquences** de ces pratiques qui s'appliquent aux éléments non directement concernés par la pratique en question telle que l'organisation du travail.
3. L'étude de **l'opportunité** s'intéresse aux déterminants des pratiques. Les déterminants sont les raisons qui amènent l'agriculteur à mettre en place ces pratiques. Ils sont étudiés au niveau de l'exploitation agricole conçue comme un système complexe piloté. L'observateur extérieur peut ensuite confronter les objectifs de l'agriculteur et les résultats obtenus.

La compréhension des pratiques peut nécessiter le passage à un niveau d'organisation supérieur qu'est le groupe d'agriculteurs. C'est en effet à ce niveau que la création et l'appropriation collective des techniques sont effectuées (Darré, 2004). Il est alors nécessaire de prendre en compte, pour la définition des pratiques agricoles, la manière dont celles-ci sont concrètement mises en œuvre dans l'exploitation comme dans le contexte local caractérisé par une histoire, un territoire et des particularités de fonctionnement (Landais et Deffontaines, 1988).

Les pratiques agricoles sont des révélateurs des objectifs de production et des hiérarchies des agriculteurs entre leurs différentes productions, des atouts et contraintes liés à l'hétérogénéité du territoire et des animaux, leur niveau de technicité et enfin du référentiel technique utilisé (Bonneviale et al., 1989).

L'étude des combinaisons de pratiques, réunies dans les concepts de « système de pratiques » et de « stratégie réalisée » permet d'appréhender les logiques de fonctionnement technique et économique en exploitation (Deffontaines et Raichon, 1981). Le système de pratiques, d'après

Landais et Deffontaines (1988), correspond à la combinaison de pratiques, mises en œuvre par un agriculteur donné, observée par un chercheur, ce qui permet de caractériser la spécificité du système. Cette caractérisation s'effectue le plus souvent à l'aide de monographies. Par ailleurs, la stratégie réalisée est la « cohérence qui émerge de façon planifiée, au fur et à mesure, d'un ensemble de choix et d'actions réalisées » (Mintzberg, 1987). Cela aboutit à la formalisation des combinaisons de pratiques (Girard, 1995 ; 2006). Cristofini et al. (1978 ; 1986 ; 1990) ont ainsi utilisé les pratiques comme indicateurs privilégiés, mais non exclusifs du fonctionnement des systèmes de production. Cette nouvelle approche a ainsi permis l'observation de pratiques stables dans des structures d'exploitation variables. Or ces données étaient auparavant antinomiques dans l'approche typologique classique, qui reposait sur l'étude des caractéristiques structurelles (SAU, main-d'œuvre, cheptel...) pour différencier les pratiques des agriculteurs.

322. Les pratiques liées à la gestion des effluents d'élevage

Nous présentons ici les pratiques de gestion des effluents d'élevage (Aubry et al., 2002), la variabilité de ces pratiques (Paillat et al., 2003) et l'importance de cette gestion, en particulier dans les systèmes herbagers de montagne.

À ce jour, les pratiques agricoles de gestion des effluents d'élevage connues sur le territoire et reconnues par la loi sont les suivantes (Institut français de l'environnement, 2005) :

- Épandage direct des lisiers et fumiers produits sur la surface épandable de l'exploitation ; d'après Théwis et Leterme (2005), les pratiques majoritaires d'utilisation du fumier consistent à stocker le fumier frais à la ferme ou au « champ » sur les terres agricoles, puis à l'épandre une fois « mûr » avant labour.
- Épandage des lisiers et fumiers produits par l'exploitation sur la surface épandable d'un tiers (cas fréquents dans les élevages « hors-sol » et / ou dans les exploitations produisant plus de 170 kg N/ha/an, situées en zone d'excédents structurels) ;
- Amélioration de la qualité des lisiers et fumiers produits par compostage, méthanisation (valorisation énergétique), séchage ou toutes autres techniques validées sur site ou sur un site extérieur (plate-forme collective notamment) ; épandage sur la surface épandable de l'exploitation ou d'un tiers ;
- Traitement d'abattement de l'azote (diminution de la quantité d'azote contenue dans les effluents par traitements biologique, physico-chimique ou chimique) des lisiers et fumiers produits par l'exploitation, puis épandage du produit obtenu sur la surface épandable de l'exploitation ou d'un tiers ;
- Cession des lisiers et fumiers produits par l'exploitation à un tiers qui assure la transformation, le traitement et la valorisation agronomique du produit (fabrication d'engrais organique pour le jardin par exemple).

323. Les déterminants des pratiques de gestion des effluents d'élevage

Les pratiques de gestion des effluents d'élevage sont mises en place par les agriculteurs selon divers déterminants. Ces derniers peuvent être d'origine :

- **Agronomiques** (apports minéraux et organiques...); ex : *les parcelles fauchées reçoivent-elles plus d'effluents organiques que les parcelles pâturées ?*
- **Zootechniques** (appétence des cultures, qualité sanitaire des produits...); ex : *les parcelles ensilées sont-elles exemptes d'apports organiques pour éviter la contamination par les spores butyriques ?*
- **Réglementaires** ; ex : *certaines régions sont-elles plus respectueuses de la réglementation en vigueur que d'autres ?*
- **Logistiques** (= physiques) ou **géographiques** (= spatiales) (Soulard, 2005 ; Morlon et Trouche, 2005a ; Morlon et Trouche, 2005b) ; ex : *la réalisation des épandages est-elle pondérée par une relation distance/temps entre le lieu d'épandage et le lieu de stockage des effluents ?*
- **Environnementales** (pertes de nutriments, charge organique des rivières...); ex : *existe-t-il des épandages hors la loi sur lesquels il est facile d'agir pour améliorer la qualité de l'eau ?*
- **Sociales** (règles de bon voisinage et odeurs peu appréciées, bien-être animal avec l'élevage sur caillebotis, la production de lisier...); les travaux de Barrière (1997), portant sur l'action du droit pour une coviabilité des systèmes sociaux et écologiques, montrent que les habitants s'arrangent vis-à-vis de leur territoire en créant des règles qui leur conviennent (négociations entre acteurs). Ils se construisent ainsi des écarts par rapport aux règlements effectifs. Ces écarts représentent les pratiques propres aux agriculteurs différentes de celles légalement autorisées. Ce corpus de règle constitue les droits locaux que ceux-ci soient inscrits ou non dans la loi ; ex : *des conflits d'usage sont-ils systématiquement créés lors d'épandage d'effluents ? Le système d'élevage (ovin, bovin) et les produits issus de l'exploitation (lait, viande, agritourisme...) conditionnent-ils les pratiques de gestion des effluents d'élevage ?*
- **Économiques** (économie d'engrais) : ex : *la gestion des effluents d'élevage permet-elle d'économiser sur l'achat d'engrais minéraux de synthèse sans pénaliser la production fourragère ?*

Un même déterminant peut aboutir à des pratiques différentes, tout comme des pratiques identiques peuvent être mises en place sous l'impulsion de déterminants distincts. La difficulté est de percevoir les processus de décision de l'exploitant, qui influent sur les pratiques (Sebillotte et Soler, 1990).

Pour Hérault and Sigwalt (2004), il existe une diversité importante de pratiques agricoles en matière de gestion des cultures et des apports azotés organiques. Ces pratiques évoluent semble-t-il continuellement en réponse aux pressions dont les agriculteurs font l'objet. Les agriculteurs cherchent avant tout à tirer le meilleur parti de leur outil de production pour des raisons

économiques. Ils expérimentent également de nouvelles façons de faire pour répondre à d'autres logiques (temps de travail, respect réglementation, réponse à la pression sociale du voisinage...). Ces innovations peuvent apparaître dans les groupes de travail animés par les Chambres d'agriculture, les syndicats agricoles ou encore les CETA⁴¹ lors d'échanges informels dans le cadre de relations d'entraide et sous l'incitation des techniciens agricoles.

324. Utilisation du territoire et variabilité des pratiques de gestion des effluents

3241. Définition de l'utilisation du territoire en lien avec la gestion des effluents

L'espace est simultanément le support (par le territoire, les lieux, les distances), le facteur (atouts et contraintes) et le produit des pratiques (Landais et al., 1990). Les facteurs que sont le milieu physique (pente, sol, exposition...), les structures agraires (accès, forme et distance des parcelles, dispositifs d'aménagement...), l'environnement (activités et occupation de l'espace voisin) ou les modes d'appropriation du territoire (modes collectifs d'utilisation, propriété, location...) sont ainsi à mettre en relation avec les pratiques (Deffontaines et Petit, 1985).

En agronomie, Gras et al. (1989) distinguent **l'utilisation** et la **gestion** de l'espace par l'agriculteur. L'utilisation de l'espace est la répartition, à chaque campagne, des différentes cultures sur le territoire de l'exploitation. L'unité de mesure considérée est l'application homogène d'un itinéraire technique sur une même portion de territoire, fractionnée ou non. La gestion de l'espace correspond à l'aménagement du territoire, l'unité de gestion se déterminant selon les caractéristiques du milieu et les systèmes de cultures en place.

En zootechnie, Naïthlo (1997) distingue également des pratiques **d'utilisation** de l'espace, des pratiques de **configuration**. Les premières sont les façons dont les éleveurs mobilisent les ressources, à chaque campagne, pour répondre aux objectifs de production. Les secondes sont les pratiques qui transforment l'espace, sur plusieurs années, pour une meilleure utilisation (Bonin et Lardon, 2002).

Les agriculteurs mettent en place simultanément des pratiques d'utilisation et des pratiques de gestion des effluents d'élevage pour répondre à la fois aux nécessités de prévisions annuelles et pluriannuelles. Il s'agit en effet d'utiliser les effluents d'élevage pour développer la ressource fourragère annuelle sans pénaliser les performances zootechniques. Ceci doit être fait tout en maintenant, voire en améliorant, le potentiel de production disponible. Par ailleurs, certains effluents comme le fumier se prêtent plus facilement aux pratiques de gestion pluriannuelles en raison de leur impact amendant et de leurs arrières-effets plus importants.

⁴¹ CETA : Centre d'Études Techniques Agricoles

La surface qui recevra les effluents ou surface épandable peut se définir de trois manières (Montel, 2001) :

- La Surface Apte à l'Épandage (SAE) ; seules les caractéristiques physiques des parcelles (pente, accessibilité, praticabilité, distance...) sont prises en considération, eu égard à l'aptitude des parcelles à recevoir des déjections.
- La Surface Potentiellement Épandable (SPE) : la SAE est diminuée des surfaces ne pouvant légalement pas recevoir de déjections, soit les surfaces concernées par des règles de distance vis-à-vis des habitations, cours d'eau, lieux de baignade, plages, piscicultures, etc., les surfaces exclues pour prescriptions particulières (captages, aptitude selon les données agro-pédologiques issues d'une étude d'impact, etc.), les surfaces en légumineuses et les surfaces « gelées », sauf jachères industrielles avec contrat (colza, betterave, blé) (Arrêté du 1er août 2005).
- La surface totale recevant des déjections animales : elle correspond à la surface potentiellement épandable et aux pâtures non épandables (parcelles non épandables physiquement ou réglementairement sur lesquelles des animaux sont présents et laissent des déjections). Travaillant sur les pratiques de gestion des effluents d'élevage et sur la mécanisation de l'épandage, nous ne retiendrons pas sur cette catégorie de surface épandable, celle-ci étant exclue de nos préoccupations.

En pratique, les agriculteurs ne connaissent pas les notions de SAE et de SPE. Ils utilisent les termes de « *surface épandable en pratique* » pour la SAE et de « *surface légalement épandable* » pour la SPE. Cette dénomination intègre les spécificités physiques et techniques propres à chaque exploitation. Par exemple, l'agriculteur inclut, dans la surface épandable en pratique, des hectares non épandables légalement, mais qui reçoivent dans la réalité des effluents d'élevage. De ce fait, nous utiliserons le plus souvent les termes « agriculteurs », ces derniers se rapprochant plus des pratiques mises en place.

Les surfaces recevant des effluents d'élevage, pour une année donnée, sont dénommées surfaces amendées en matière organique (SAMO) dans les travaux statistiques. Cette terminologie ne sera pas utilisée dans notre travail, notre préférence allant au taux de couverture en effluents d'élevage de la surface épandable.

3242. Dimension spatiale et temporelle des phénomènes et enjeux

Les phénomènes biophysiques liés aux effluents d'élevage s'inscrivent simultanément dans le temps et dans l'espace (Papy, 1993). Ainsi, une pratique d'épandage de lisier en un lieu donné de montagne ne donnera pas lieu systématiquement aux mêmes phénomènes biophysiques selon la période de l'année. Il est donc nécessaire de s'intéresser à l'ensemble des éléments temporels influant sur le processus étudié. Ceci est d'autant plus difficile que les conséquences d'une action,

comme l'épandage, ne sont pas, le plus souvent, connues instantanément, mais subissent un décalage dans le temps (pollution des nappes phréatiques à l'échelle de plusieurs années, etc.).

Il faut également comprendre l'organisation spatiale des phénomènes sans en négliger les composantes sociales inhérentes à tout espace humanisé. Les logiques de localisation des épandages d'effluents en sont un bon exemple. Par défaut, dans les régions de montagnes, l'épandage a lieu dans les terrains mécanisables les plus proches de l'exploitation (pour des questions de coût et d'organisation du travail). Pourtant, ces choix ne sont pas systématiquement les plus adaptés pour limiter les externalités négatives (pollution nitrique par exemple) liés à la gestion des effluents. L'emploi d'une technique particulière comme le compostage qui diminue les volumes à gérer peut remettre en cause cette organisation spatiale qu'il est nécessaire d'appréhender.

3243. Différenciation spatiale liée à la réglementation

Le Règlement Sanitaire Départemental (RSD) concerne l'ensemble des exploitations d'un département hors « installations classées pour la protection de l'environnement » (ICPE). Les installations classées sont des exploitations de taille plus importante que celles qui répondent au RSD. Elles se divisent en deux groupes, les installations classées soumises à déclaration et celles soumises à autorisation. La distinction entre les différents types d'exploitation se fait selon l'effectif animal présent.

Le RSD comme le classement ICPE ont pour objectif, la protection de l'eau et du voisinage. Ils indiquent les règles à respecter pour l'implantation et le fonctionnement des bâtiments d'élevage et fixent la réglementation en vigueur pour le stockage et l'épandage des déjections animales, des jus d'ensilage, et des eaux de lavage. Le RSD impose ainsi un minimum obligatoire de 45 jours de stockage, les fumiers et lisiers devant être stockés à 50 m des habitations, 5 m des routes et 35 m des puits et rivières. Le classement ICPE impose une capacité de stockage de 4 mois et un stockage à 100 m des habitations. Les distances d'épandage sont soumises au RSD ou aux arrêtés préfectoraux relatifs aux ICPE. A titre d'illustration, les distances d'épandage communément admises sont présentées dans le Tableau 2.7.

Distances par rapport aux	Distance d'épandage des effluents d'élevage						Compost
	Fumiers			Lisiers et purins			
	Prairies et terres en culture	Terres nues		Prairies et terres en culture	Terres nues		
		Distances	Délai d'enfouissement		Distances	Délai d'enfouissement	
Habitations de tiers, stades, campings (hors campings à la ferme)	≥ 100 m	≥ 100 m	24 H	≥ 100 m	≥ 100 m	24 H	10 m
	Si mise en œuvre d'un processus d'atténuation des odeurs ou stockage supérieur à deux mois			Si mise en œuvre d'un processus d'atténuation des odeurs			
				≥ 50 m	≥ 50 m	24 H	
	Si mise en œuvre d'un processus d'atténuation des odeurs ou stockage supérieur à deux mois			Si dispositif d'injection directe dans le sol			
≥ 50 m				≥ 50 m	24 H	10 m	10 m
Prélèvements d'eau	50 m	50 m	/	50 m	50 m	/	50 m
Lieux de baignades	200 m	200 m	/	200 m	200 m	/	200 m
Piscicultures	500 m	500 m	/	500 m	500 m	/	500 m
Berges des cours d'eau	35 m	35 m	/	35 m	35 m	/	35 m

Tableau 2.7 : distances d'épandage des effluents d'élevage (données à titre indicatif, seul le RSD et les arrêtés préfectoraux faisant foi)

Cette réglementation impose donc une différenciation spatiale de la gestion des effluents d'élevage en restreignant les surfaces sur lesquelles il est possible légalement d'épandre.

325. Représentation des décisions des éleveurs / gestionnaires d'effluents d'élevage

La plupart des études sur les effluents d'élevage ont pour objectif l'évaluation de la qualité de ces produits en tant que source de nutriments, leur usage en agriculture et le risque de pollution subséquent. C'est le cas des travaux réalisés en Europe et Amérique du Nord dans des régions d'élevage assez intensif (Lewis et al., 1999 ; Van Kessel et al., 1999 ; Jackson et al., 2000 ; Savard, 2000) comme des travaux réalisés en Asie et en Afrique en zone plus extensive (Motavalli et al., 1994 ; Thomson et Bahhady, 1995 ; Harris et Yusuf, 2001 ; Hoffmann et al., 2001 ; Harris, 2002 ; Somda et al., 2002 ; Thorne et Tanner, 2002 ; Lekasi et al., 2003).

Quelques études portent leurs efforts sur la diversité de la production et des usages des effluents d'élevage (Morse Meyer et al., 1997 ; Chalmers, 2001 ; Smith et al., 2001a ; Smith et al., 2001b ; Aubry et al., 2006). Les effluents d'élevage ne sont pas évalués ici comme source de nutriments, mais comme support de pratiques.

L'ensemble des travaux précédemment présentés utilise cependant la modélisation comme un outil permettant de représenter et d'analyser les pratiques de gestion des effluents d'élevage à l'échelle de l'exploitation. Pour obtenir cette modélisation, leur première étape est l'acquisition d'information par l'intermédiaire d'enquêtes afin de mieux comprendre les pratiques de gestion des effluents

d'élevage. La seconde étape est la construction d'une typologie d'exploitations basée sur les caractéristiques structurelles et les pratiques de gestion des effluents d'élevage, ainsi que la construction d'un modèle conceptuel de gestion des effluents d'élevage. Nous présentons par la suite, un modèle d'action conceptuel.

3251. Modèle conceptuel d'action

Il est nécessaire de développer une représentation conceptuelle des pratiques de gestion des effluents d'élevage afin de figurer et de mieux comprendre la gestion de ces produits à l'échelle de l'exploitation agricole. Nous avons ainsi développé un modèle conceptuel de gestion des effluents d'élevage à partir de données d'enquêtes, d'expertises et de la bibliographie. Nous nous sommes appuyés en particulier sur les travaux réalisés sur l'île de la Réunion par l'équipe de Guerrin et Paillat (2003) sur la modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité. Les pratiques observées chez les agriculteurs sont conceptualisées en quatre modules interconnectés représentant les achats et approvisionnements⁴², la production, la gestion des stocks et l'allocation des effluents comme le montre la Figure 2.10 (Aubry et al., 2006). Chacun des modules comporte des variables et des règles de décision aboutissant à la mise en place de pratiques chez les agriculteurs. Le premier module, nommé approvisionnement, porte sur l'importation d'effluents sur l'exploitation. Le second module, dit de production, décrit la création des effluents en terme de nature, de dynamique (période et durée de production), de quantité (nombre d'animaux, type d'animaux) et de qualité (type de bâtiment...). Le troisième module, dit de gestion des stocks d'effluents, décrit l'enlèvement des effluents du bâtiment, le stockage de ceux-ci puis leur évacuation. Le dernier module, dénommé allocation, concerne les différentes possibilités d'épandage des effluents, à l'état brut ou après transformation, et l'exportation éventuelle des effluents sur une autre exploitation.

⁴² Les auteurs entendent ici l'importation éventuelle d'effluents extérieurs à l'exploitation.

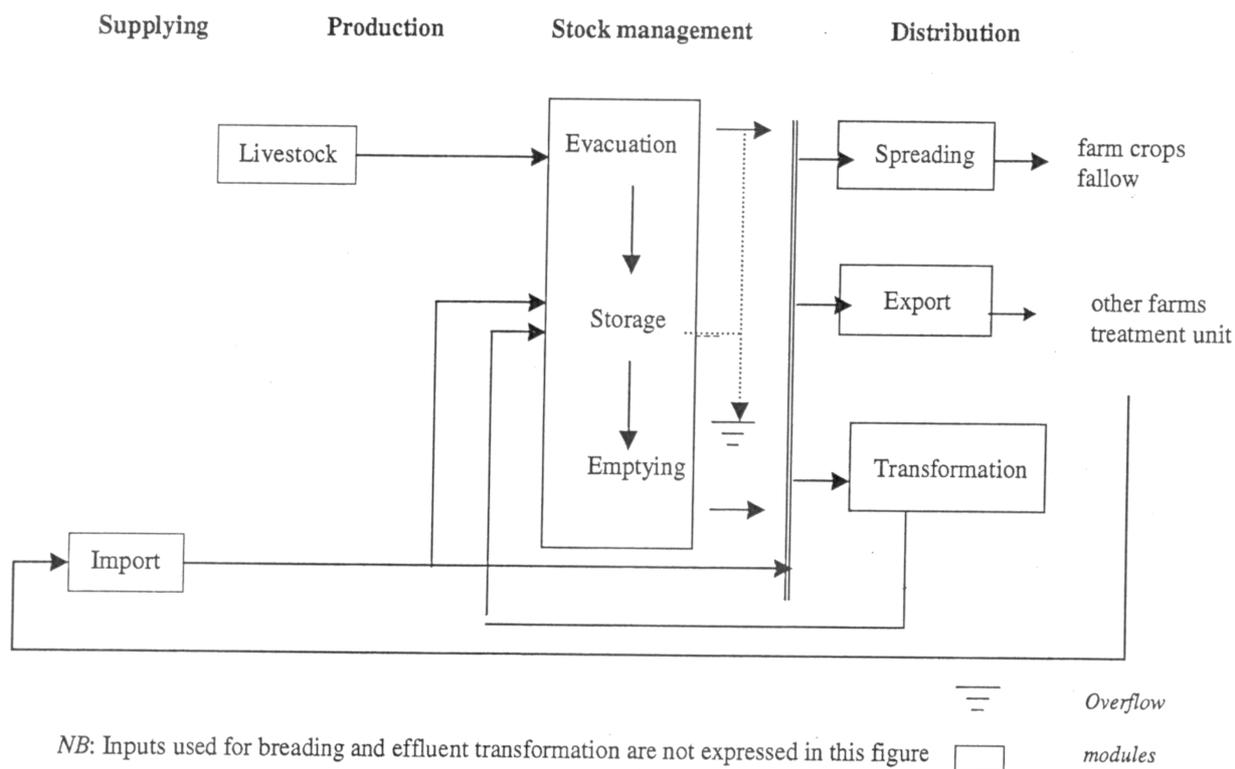


Figure 2.10 : Représentation du flux d’effluents dans une exploitation agricole d’après Aubry et al. (2006)

La Figure 2.11 présente le modèle d’action que nous utilisons. Il ne présente que trois modules dénommés production, manipulation et allocation des effluents d’élevage. Le module achats et approvisionnements du modèle développé par Aubry et al. (2006) est ainsi intégré au module production. Nous considérons en effet que l’importation d’effluents extérieurs à l’exploitation est une modalité de production parmi d’autres. Par ailleurs, le sous-module transformation est intégré dans le module manipulation car nous considérons que la transformation des effluents n’est qu’une étape préliminaire avant leur utilisation. Ce choix est validé par la très faible fréquence⁴³, dans notre territoire d’étude, de transformation des effluents à l’extérieur de l’exploitation pour une utilisation ultérieure sur la même exploitation. Dans le cas d’une transformation par compostage, les exploitants font préférentiellement appel à du matériel collectif, se déplaçant successivement sur chaque exploitation, plutôt qu’à des plate-formes de compostage extérieures à l’exploitation.

Le rejet éventuel d’effluents d’élevage dans le milieu naturel suite à la saturation des moyens de stockage n’est pas pris en compte dans notre modèle conceptuel d’action. Des discussions avec des experts ont en effet montré la mise en place de pratiques spécifiques capables de répondre à ce genre de situation. Ces pratiques peuvent néanmoins ne pas correspondre à la législation en vigueur. Un des exemples les plus courants est l’épandage de lisier sur sol gelé.

⁴³ Nous dénombrons parmi ces cas, des échanges de paille contre compost entre des exploitations d’élevage et des exploitations céréalières.

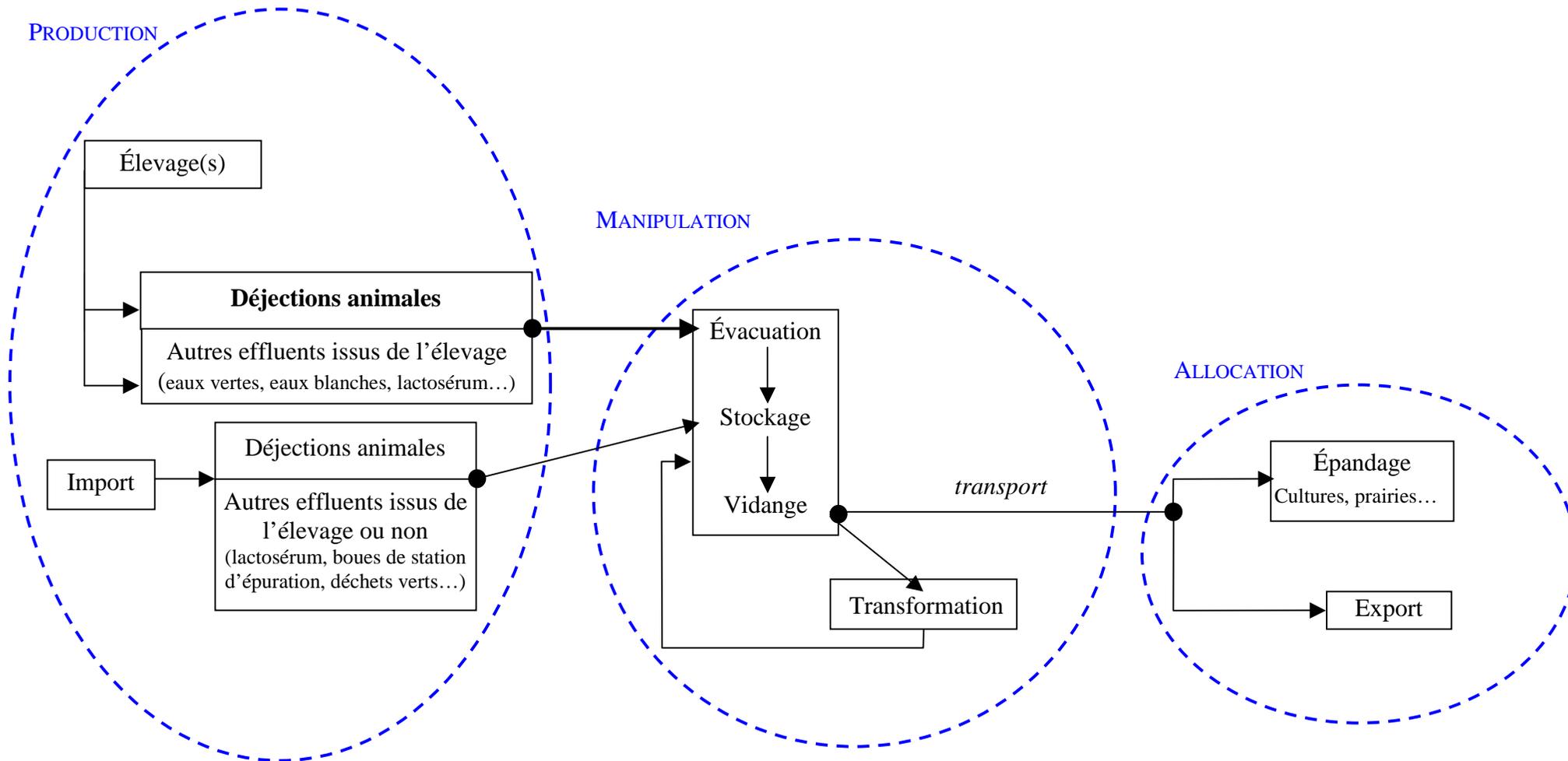


Figure 2.11 : Représentation de la gestion des effluents d'élevage en exploitation agricole

Nous estimons par ailleurs que les effluents utilisés sur l'exploitation passent systématiquement par une étape de stockage. La durée de cette étape est cependant extrêmement variable allant d'une utilisation immédiate (durée nulle) à un stockage durant plusieurs années. Ce choix nous permet de distinguer l'étape d'évacuation des effluents des bâtiments des étapes de vidange des lieux de stockage et de transport des effluents sur le lieu d'utilisation.

Notre modèle conceptuel ainsi conçu doit être suffisamment générique pour pouvoir correspondre à la majorité des situations réelles que nous serons susceptibles de rencontrer.

3252. Décomposition du système de production et de gestion de l'azote

D'après Chambaut et al. (2004), l'agriculteur agit sur son exploitation à travers plusieurs dimensions en gérant l'exploitation dans sa globalité, en mettant en œuvre des pratiques sur les troupeaux et les parcelles organisées sur un territoire. La modification des pratiques agricoles peut être effectuée par l'agriculteur à trois niveaux :

- à l'échelle du système de production, fixé notamment par les productions qu'il doit assurer afin d'en tirer un revenu
- à l'échelle des parcelles mais aussi des bâtiments car c'est à ce niveau que les pratiques agricoles sont décisives (choix des cultures, utilisation des intrants, gestion des effluents d'élevage, présence des animaux au pâturage)
- à l'échelle des espaces interstitiels bordant les parcelles (haies...) en tant que gestionnaire au moins partiel de cet espace

Les bilans apparents de P et N permettent d'évaluer les principaux flux et excédents (Simon et al. 1995) à l'échelle de l'exploitation. Les entrées sont composées des engrais minéraux, des effluents importés, des concentrés, des animaux importés et de la fixation symbiotique des légumineuses. Les sorties comprennent les produits animaux et végétaux ainsi que les animaux et effluents exportés sans prise en compte des dépôts d'azote atmosphérique.

Les leviers globaux d'action en exploitation pour améliorer la gestion de l'azote sont :

- l'alimentation (non prise en compte dans notre étude) ;
- l'aménagement des bâtiments et le stockage des engrais de ferme : aménager les bâtiments permet de limiter les émissions d'ammoniac (perte comprise entre 25 et 30 % de l'azote rejeté par les bovins), de produire des engrais de ferme correctement valorisables par les cultures et d'accroître l'efficacité de l'azote au sein de l'exploitation. La réflexion des bâtiments est à faire en cohérence avec les possibilités d'épandage et de contrainte de travail pour obtenir des valeurs fertilisantes plus stables, des périodes d'épandage plus ouvertes, des volumes réduits⁴⁴ et des

⁴⁴ Une conception intelligente des bâtiments visera à restreindre la production de produits à faible valeur fertilisante (tels les eaux vertes), peu intéressants pour l'agriculteur.

possibilités d'épandage sur les parcelles éloignées. Elle doit également accroître les capacités de stockage pour permettre d'épandre aux périodes recommandées ;

- la gestion de la fertilisation et des engrais de ferme : la fertilisation minérale doit être une variable d'ajustement de la fertilisation après l'évaluation de i) la fourniture d'azote par le sol eu égard à la variabilité des conduites (apports plus ou moins répétés d'effluents d'élevage, retournements de prairies...), ii) de la valeur fertilisante réelle des engrais de ferme à partir des normes CORPEN de 1999 et 2003, des volumes d'engrais de ferme (Dollé, 2001) et de leur composition par analyse (Bodet, 2001), iii) des rendements attendus des cultures (fourragères ou non). L'amélioration des pratiques agronomiques passe par une meilleure répartition des déjections sur l'ensemble de la surface (et plus seulement sur le maïs) aux périodes recommandées ;
- les systèmes de cultures : il s'agit de limiter les successions culturales laissant les sols nus en hiver, de systématiser l'implantation de cultures intermédiaires et de gérer les retournements de prairies, la quantité d'azote minéralisé après retournement pouvant être très importante (Decau et al, 1993).

Tout changement de pratique implique des temps de réponse très longs (Simon et al. 1995). Les travaux de modélisation montrent qu'il faut attendre entre 10 et 15 ans après la mise en œuvre de bonnes pratiques pour observer une amélioration sensible de la qualité de l'eau.

3253. Planification et pilotage

La planification des travaux de manipulation des effluents se fait essentiellement selon les conditions climatiques, la disponibilité en temps de travail et les cultures présentes, même si d'autres critères peuvent intervenir. Les travaux d'Aubry et al. (2006) montrent ainsi que la gestion des effluents d'élevage dépend fortement du temps disponible restant, une fois les autres activités réalisées. Par ailleurs, elle est raisonnée principalement en terme de dates d'épandage plutôt qu'en terme de volume d'effluents à épandre.

4. MODELE CONCEPTUEL D'ANALYSE LIANT DETERMINANTS ET PRATIQUES DE GESTION DES EFFLUENTS D'ELEVAGE

41. Une première tentative avec le modèle DPSIR

411. Présentation du modèle

Au départ, le modèle choisi pour construire notre modèle conceptuel a été le modèle DPSIR (Drivers - Pressures - State - Impact - Response) mis au point par l'Agence Européenne pour l'Environnement (Smeets et Weterings, 1999). Ce modèle permet d'aborder concrètement la complexité d'une gestion environnementale intégrée. Il permet de présenter les acteurs et leurs activités, leurs impacts sur l'environnement et sur les personnes, ainsi que les réactions de la société

civile pour la gestion optimale des ressources, pour la limitation des nuisances environnementales et pour la protection du cadre de vie... Il permet également de préciser tous les liens qui unissent ces éléments, en termes de synergies ou d'oppositions.

Le modèle DPSIR s'articule en cinq éléments, tous reliés par des liens de causalité :

- Les **Forces Motrices** (Driving Forces), qui regroupent les acteurs économiques et les activités associées, non nécessairement marchandes : agriculture, population, activités industrielles.... Ces « forces motrices » représentent les causes fondamentales des *Pressions*
- Les **Pressions** (Pressures) sont la traduction des Forces Motrices (rejets, prélèvements d'eau, artificialisation des milieux aquatiques...) aboutissant à l'origine d'un changement d'*État* dans l'espace et dans le temps
- L'**État** (State) décrit les milieux : variables physico-chimiques, biologiques...
- Les **Impacts** (Impact) sont la conséquence des *Pressions* et des *Réponses* sur les milieux : augmentation des concentrations en éléments nutritifs, perte de la diversité...
- Les **Réponses** (Responses) forment les différentes actions correctrices entreprises, pouvant s'exercer sur l'une ou l'autre des entrées du modèle, que ce soit sur les *pressions* (ex : la mise en place de bandes sans épandage pour éviter des transferts de pollutions, stations de traitements des effluents...), ou sur les *forces motrices* (ex : plan d'épandage, etc.).

Un exemple régulièrement cité concerne les émissions polluantes en agriculture :

- Forces motrices = épandage d'engrais et d'effluents d'élevage
- Pressions = quantité de nitrates qui rejoint le milieu
- État = zone eutrophisée d'un cours d'eau ou concentration en nitrates
- Impact = perte d'aménité du cours d'eau, augmentation de la teneur en nitrates
- Réponses = diminution des doses épandues...

412. Application à la gestion des effluents d'élevage

L'application de ce dispositif aurait permis de connaître les forces motrices agronomiques des pratiques ainsi que le poids relatif de ces moteurs face à d'autres logiques, notre objectif étant de déterminer la part de l'agronomie dans l'étude des pratiques de gestion des effluents d'élevage. Pour comprendre quels sont les facteurs intervenant parallèlement aux moteurs agronomiques dans les choix de gestion des effluents d'élevage, le questionnaire mis en place ne porte pas exclusivement sur les aspects agronomiques de cette gestion (questionnaire multi – facteurs) et s'applique dans différentes zones où le poids des moteurs agronomiques est sensiblement distinct (approche multi – locale).

Dans le principe, le modèle DPSIR reste particulièrement intéressant. Dans les faits, sur les cinq éléments à définir, deux seulement semblaient pouvoir être facilement renseignés : les forces

motrices et les réponses de l'agriculteur aux stimuli de son environnement. Le modèle semblant trop incomplet, il a donc été abandonné.

42. Un modèle développé pour cette étude, l'approche globale centrée sur les effluents d'élevage

La gestion des effluents d'élevage peut être vue comme une démarche progressive et continue, en perpétuelle évolution. Nous entendons ainsi exprimer la réactivité de l'agriculteur quant aux contraintes ou événements s'exerçant sur lui et son exploitation et concernant la gestion des effluents d'élevage. Une telle orientation nécessite une approche globale de l'objet effluent d'élevage et de ses pratiques de gestion. Pour cela, nous nous sommes inspirés des travaux de Bonneville et al. (1989) sur l'approche globale de l'exploitation agricole comme moyen d'en comprendre le fonctionnement.

Notre modèle, présenté sur la Figure 2.12, voit l'exploitation agricole comme un système à part entière. À l'intérieur de celle-ci, la gestion des effluents d'élevage se décompose en plusieurs étapes. La première étape est la définition des finalités de l'exploitant vis-à-vis des effluents d'élevage en fonction des contraintes spatiales, temporelles et réglementaire s'exerçant sur son exploitation et de sa logistique disponible. En tant que décideur, il effectue alors des choix stratégiques de gestion des effluents d'élevage, puis met en œuvre ses décisions sous forme de pratiques. La représentation de ses pratiques s'appuie sur le modèle d'action précédemment défini (cf. Figure 2.11). Enfin, l'agriculteur auto-évalue ses pratiques à l'aide d'indicateurs agronomiques ou de toute autre nature. En cas d'insatisfaction au niveau de ses résultats, il peut alors modifier ou adapter ses pratiques, voire en tester de nouvelles. Ce modèle sera particulièrement utilisé lors de nos enquêtes pour mettre en évidence la cohérence des pratiques de gestion de l'agriculteur.

La problématique étant désormais posée, nous allons maintenant présenter la méthodologie mise en place, méthodologie composée de trois approches complémentaires que nous allons successivement décrire.

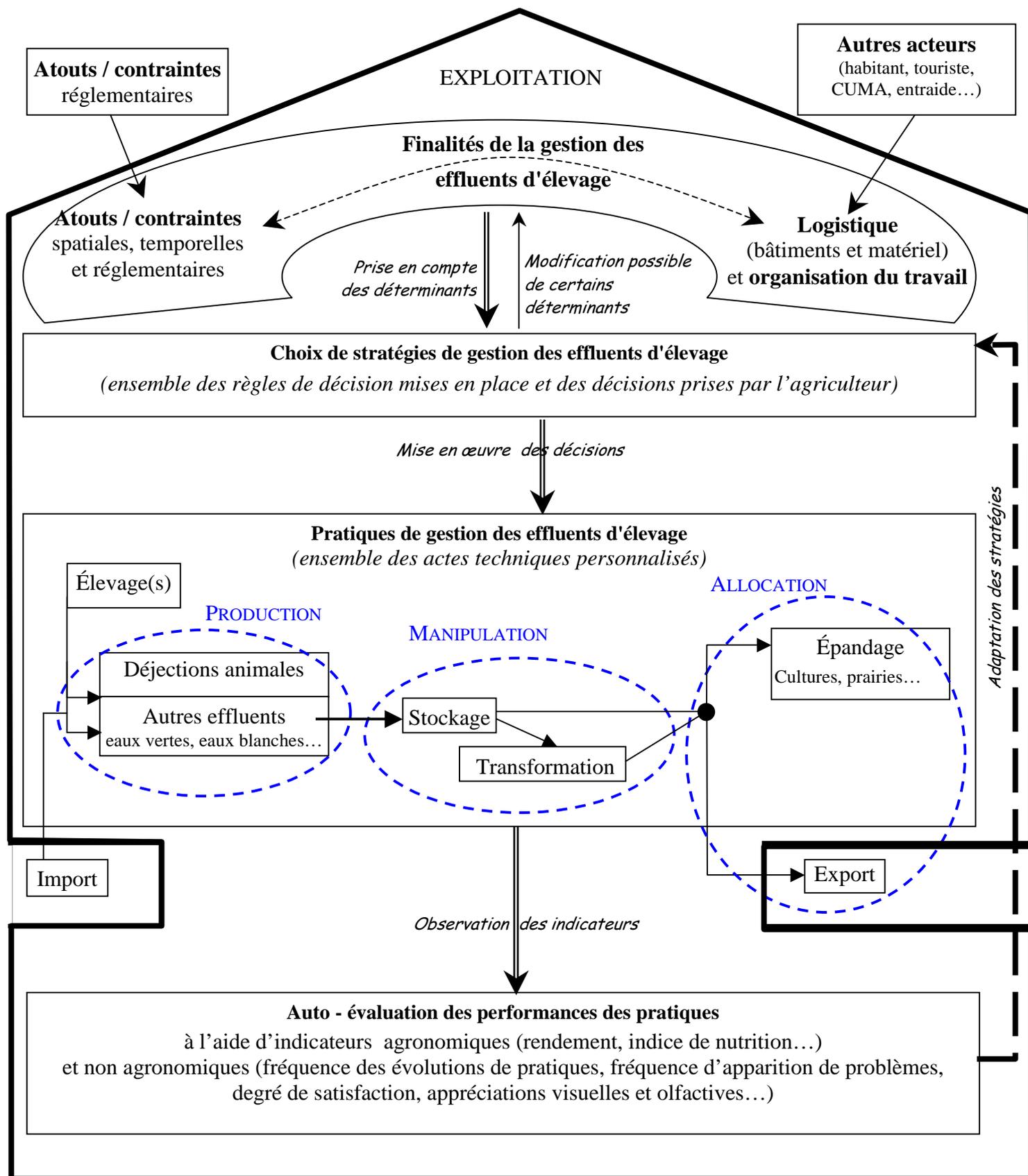


Figure 2.12 : Origine, mise en place et évaluation des stratégies de gestion des effluents d'élevage par les agriculteurs

Chapitre 3 : La construction de la démarche d'étude des effluents d'élevage, choix méthodologiques et postulats

1. UNE DEMARCHE D'ETUDE S'APPUYANT SUR TROIS DISPOSITIFS DISTINCTS

En raison de la complexité d'étude de l'objet effluents d'élevage, une simple méthode d'enquête ne semblait pas suffisante pour appréhender l'ensemble des forces motrices s'exerçant sur les pratiques de gestion des effluents. Pour répondre aux objectifs de recherche, le choix a été fait de s'appuyer sur un triple dispositif de recherche :

- A. **Le suivi d'agriculteurs in situ** pour observer des pratiques de gestion des effluents d'élevage. Les observations, peu nombreuses (3 suivis), mais très précises, permettent de refléter au mieux les réalités et contingences liées à la gestion des effluents d'élevage. Cela permet également de mieux connaître les pratiques des agriculteurs, étape nécessaire avant de proposer toute pratique innovante (Girard, 2006). Ce premier travail facilite l'élaboration d'un questionnaire d'enquête des pratiques de gestion des effluents d'élevage. Il favorise également la compréhension des informations ellipsées par les agriculteurs lors de ces enquêtes.
- B. **Des enquêtes en exploitation agricole** pour appréhender la diversité des pratiques de gestion des effluents d'élevage et les forces motrices s'exerçant sur elles. La répétition de ces enquêtes dans différents territoires permet la création de typologie d'exploitations en fonction des pratiques recensées, s'appuyant notamment sur le modèle conceptuel de gestion globale des effluents, précédemment développé. Ce travail peine cependant à connaître l'efficacité agronomique réelle des effluents d'élevage sans la mise en place d'expérimentations. Ces enquêtes, plus nombreuses, permettent également de faire apparaître de nouveaux éléments, non repérés lors des quelques suivis, du fait de leur faible nombre et de leur localisation proche.
- C. **Des expérimentations au champ** pour connaître l'efficacité agronomique réelle de différentes pratiques. Ces expérimentations permettent également de fournir aux conseillers et aux agriculteurs, par le biais des CUMA et des techniciens, de nouvelles pistes de réflexions quant à leurs pratiques de gestion des effluents d'élevage.

2. LE SUIVI DE TROIS EXPLOITATIONS AGRICOLES COMME DISPOSITIF D'OBSERVATION DES PRATIQUES

L'étude de l'impact des pratiques sur les potentialités agronomiques nécessite un suivi très détaillé et à long terme des pratiques de gestion. Or, Ryser, Pittet et al. (1998) ont montré dans leurs travaux que les logiques de gestion des effluents doivent être en place depuis huit ans pour voir apparaître des différences significatives. Il n'est pas possible pour cette raison de prendre des exploitations dont les pratiques ont fortement évolué ces dernières années. Il est de ce fait nécessaire de déterminer préalablement l'ensemble des faits que nous souhaitons suivre au cours du temps dans ces exploitations. Il est indispensable pour cela de comprendre les relations entre les indicateurs agronomiques et le fonctionnement du système de gestion des effluents d'élevage afin d'identifier dans les exploitations les principaux points clés qui sont liés aux potentialités agronomiques du parcellaire.

211. Choix du territoire et des exploitations

Le critère le plus déterminant dans le choix du territoire du suivi est sa proximité avec Clermont-Ferrand, notre base d'étude. Il s'agit en effet d'être le plus disponible possible pour pouvoir suivre au mieux les pratiques des agriculteurs, ces derniers décidant parfois d'une action une demi-heure avant sa réalisation. Une distance trop importante ne permet alors pas un suivi au plus près, notamment pour des questions de temps de déplacement et d'organisation (récupération du matériel nécessaire au suivi en particulier).

Notre territoire de suivi se situe de ce fait dans le Livradois (Puy-de-Dôme) à environ 60 km au sud-est de Clermont (cf. **Figure 3.1**), avec comme accroche initiale, les exploitations suivies par notre laboratoire d'accueil, l'unité de recherche Agronomie et Fertilité Organique des Sols. Les recherches de l'U.R. AFOS étudient la pérennité de production des systèmes d'élevage au travers notamment de leur composante agronomique et analysent la capacité d'autonomie de leur fonctionnement. Elles concernent principalement la gestion de la fertilité des sols dans une optique de durabilité et de pérennité de la production fourragère à court et à long terme. Dans le cadre d'actions de recherche sur la durabilité des systèmes laitiers biologiques, un suivi de fermes biologiques et conventionnelles a été mis en place avec un relevé fréquent d'informations sur les pratiques des exploitants. Notre propre suivi des pratiques de gestion des effluents d'élevage a eu lieu dans trois de ces exploitations. Il s'est effectué selon les disponibilités de l'agriculteur et nos propres disponibilités lors des différentes pratiques de gestion des effluents d'élevage effectuées.

Nous avons suivi trois exploitations situées dans le Puy-de-Dôme, dans la petite région agricole du Livradois. Deux exploitations sont en bovins laitiers exclusifs (1 en agriculture conventionnelle, 1 en bio) avec production de lisier pour les animaux en lactation et de fumier pour les vaches tarées

et les jeunes. Une exploitation est en bovins lait et viande (agriculture conventionnelle) avec production de lisier pour l'atelier laitier et production de purin et de fumier pour l'atelier vaches allaitantes, les génisses et les vaches tarées.

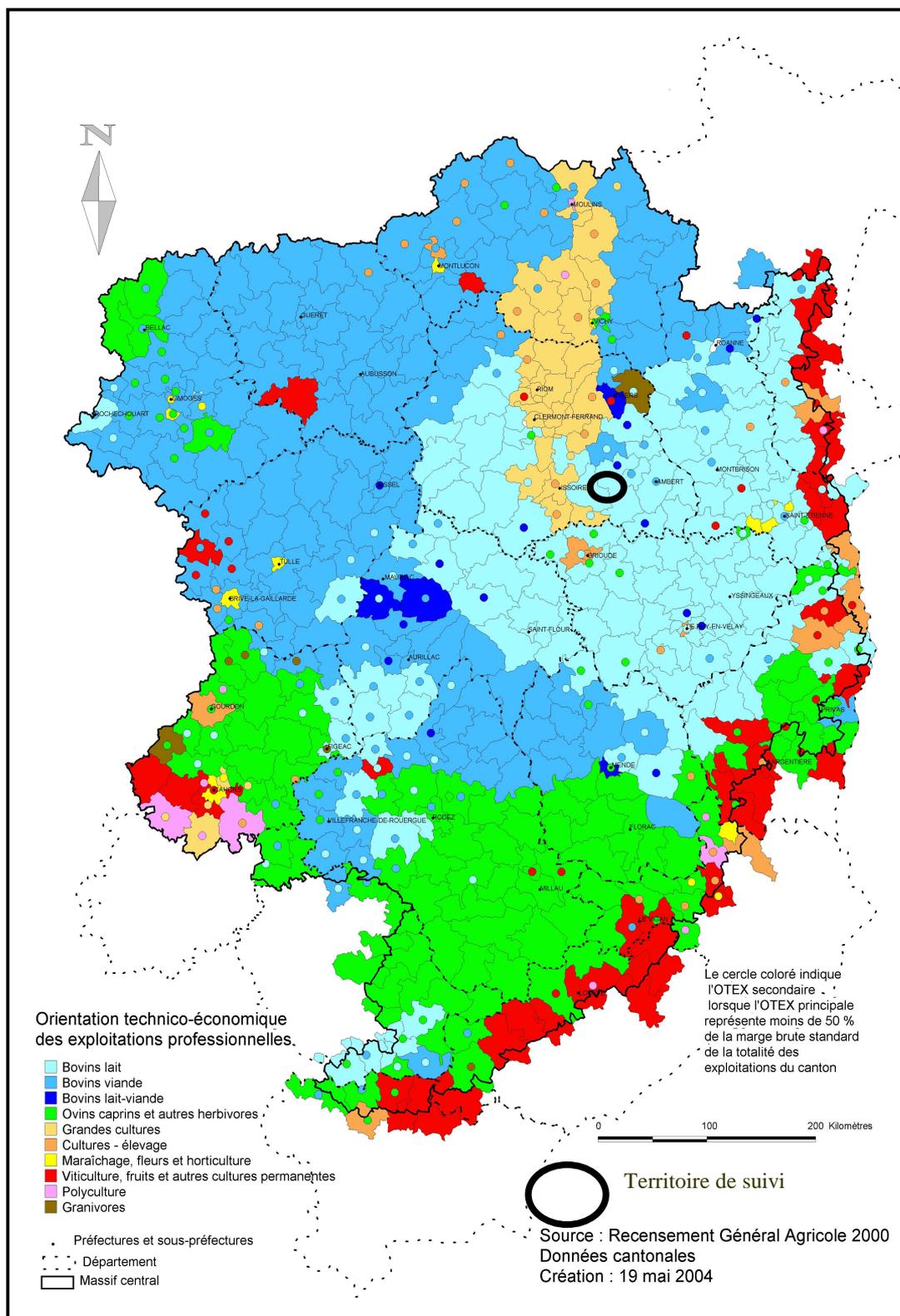


Figure 3.1 : Localisation du territoire de suivi des pratiques

Pour des raisons de confidentialité, les exploitations et les exploitants dans l'ensemble de la thèse sont nommés par les deux premières lettres de la région enquêtée (Au pour Aubrac, Mi pour Millau, Li pour Livradois et Sa pour Sancy) suivie d'un numéro à deux chiffres (08 par exemple). Les exploitants du suivi s'appellent ainsi Li01, Li02 et Li03.

212. Opérations de suivi effectuées

Chaque exploitation a reçu entre 3 et 5 visites au cours du suivi, ainsi qu'une enquête préliminaire au début du suivi (reprenant le protocole d'enquête présenté au 312 de ce même chapitre) et une enquête conclusive en fin de suivi. Les visites de suivi se sont étalées du mois d'octobre 2006 au mois de juin 2007 ce qui correspond à la période principale d'utilisation des effluents d'élevage sur ces exploitations. Ce travail de terrain a permis d'enregistrer au plus près chaque opération concernant la gestion des effluents d'élevage, notamment le curage des stabulations et les épandages de fumier, de compost et de lisier. Afin de faciliter le suivi des pratiques, nous avons apporté une aide occasionnelle aux agriculteurs lorsque cela a été nécessaire.

Le suivi des pratiques de gestion du fumier est inspiré des méthodes simples d'autocontrôle vulgarisées et utilisées par la Fédération régionale des CUMA d'Auvergne et les fédérations départementales affiliées (Cuma Auvergne, 2000). Une adaptation de ces méthodes a été faite pour le suivi des pratiques de gestion du lisier. Chaque suivi réalisé a abouti à une série de mesures, présentées par la suite, variant selon la disponibilité du matériel et les circonstances de déroulement du suivi.

2121. Mesures de densité, de tonnage et de temps de travaux

Lors du curage des stabulations, la densité en t / m^3 du fumier était mesurée avec la méthode du seau. Cette méthode consiste à remplir un seau de fumier sans le tasser. La pesée de ce seau, dont le volume est connu, permet d'obtenir la densité du fumier selon la formule :

$$\text{Densité en } t / m^3 = \frac{\text{poids du seau en kg}}{\text{volume du seau en L}}$$

Cette pesée s'effectuait à l'aide d'une balance de terrain, pouvant mesurer jusqu'à 60 kg, étalonnée à ± 20 g, mise à niveau et branchée sur la batterie d'un véhicule proche. Les premiers tests ont été effectués avec une poubelle de 60 L afin d'approcher, en 10 prélèvements, le m^3 recommandés par la norme « En 13080 » (Rousselet et al., 2005). Pour des questions de poids, nous sommes ensuite revenus à un seau de 16 L. La manipulation d'une poubelle de 60 L pleine de fumier par une personne seule posait en effet d'importants problèmes de manutention et de perte de temps.

Nous mesurons également, à différents endroits la hauteur du fumier accumulé en stabulation (mètre pliant en bois, précision ± 1 cm) afin de connaître approximativement, compte-tenu de la densité, le tonnage total de fumier curé. La hauteur de lisier accumulé dans la fosse était mesurée

(lorsque la fosse était accessible) pour évaluer la quantité de lisier prélevée lors de chaque voyage. Un chronométrage de toutes les opérations était par ailleurs effectué, comprenant la mesure des temps de mise en place, de remplissage de la benne de transport (ou de l'épandeur ou de la tonne à lisier), de parcours à pleine charge jusqu'au lieu de stockage (ou d'épandage), de déchargement et de retour à vide à la stabulation. Ce chronométrage s'effectuait à l'aide d'une montre avec trotteuse.

Afin d'analyser la méthode de remplissage des bennes de transport et des épandeurs, nous avons comptabilisé chaque fourche de fumier utilisée pour remplir ces remorques. Par ailleurs, toutes les observations nous paraissant importantes, telles que l'état des pneus du tracteur ou les conditions climatiques, ont été notées.

Lorsqu'ils étaient à notre disposition, nous avons utilisé les pesons (cf. Figure 3.2) de la Fédération Départementale des CUMA du Puy-de-Dôme en copropriété avec l'Enita Clermont, pesons mis à disposition de l'Établissement Départemental de l'Élevage du Puy-de-Dôme⁴⁵. Ces pesons ou pèse-essieux, alimentés par l'intermédiaire d'une batterie via l'allume-cigare d'une voiture, étaient mis en place sur une plate forme stabilisée et plane lorsque les conditions de suivi le permettaient. Les exploitations ne disposaient en effet pas forcément de surface parfaitement plane à l'endroit possible des mesures. Le boîtier de mesure était placé à l'abri des conditions climatiques dans la voiture. Chaque essieu du tracteur et de l'épandeur (ou de la benne ou de la tonne à lisier) était pesé, avec une précision de ± 20 kg, à vide puis en charge. La différence entre les deux pesées donnait le poids de fumier transporté.



Les rampes de montée et descente des roues n'étant pas systématiquement présentes, les rondins de bois servaient éventuellement à faciliter la montée des roues sur les pesons et à éviter tout glissement non désiré du matériel malgré leur poids important. Une forte capacité d'adaptation était donc nécessaire lors de ces suivis.

Figure 3.2 : Pesée de l'essieu de la benne de transport du fumier en conditions enneigées (B. Janichon)

⁴⁵ L'EDE utilise les pesons pour calculer les rations alimentaires des troupeaux chez l'exploitant. Cette opération essentiellement hivernale intervenant en même temps que le suivi des exploitations, la disponibilité des pesons pour notre étude n'a pu être que partiellement assurée.

Lorsque les pesons n'étaient pas disponibles, la mesure du cubage des épandeurs et de la benne de transport permettaient d'évaluer les tonnages transportés (avec l'aide des mesures de densité précédemment effectuées). La caisse de la benne (ou de l'épandeur) était mesurée avec un mètre ruban, porte fermée en tenant compte des décrochements éventuels. La hauteur moyenne de chargement au-dessus de la caisse a été également évaluée afin d'en tenir compte dans le cubage total.

2122. Répartition des épandages

Lors de l'épandage de fumier ou de lisier, nous avons mesuré la longueur et la largeur utile d'épandage, la vitesse d'avancement et le temps total mis pour vider l'épandeur ou la tonne (hors temps de manœuvre et manœuvres comprises). La largeur utile d'épandage correspond à la distance entre deux passages consécutifs d'épandeur, ou de tonne à lisier, pour obtenir une répartition transversale homogène. Lorsque l'agriculteur n'effectuait pas de recouplement, la largeur maximum d'épandage a été retenue comme largeur utile. La largeur utile fut toujours mesurée d'un passage de roue à l'autre. Les mesures de distance ont été effectuées à l'aide d'un hexa-décamètre ou lorsque nous en disposions, d'une roue d'arpentage⁴⁶. En raison des difficultés à mesurer précisément, en conditions de terrain, les longueurs et largeurs de ces épandages, nous estimons la précision de nos mesures à ± 50 cm.

Les répartitions longitudinale et transversale des effluents sont des informations observables lors d'un suivi. La répartition longitudinale, que nous avons durant un temps envisagée de mesurer, n'a pu être mise en place pour des raisons de temps et de main-d'œuvre. Une mesure de la répartition transversale des épandages a été effectuée en s'appuyant sur la méthode d'études similaires réalisées par le Cemagref (Rousselet et Martinez, 1994 ; Rousselet et Colin, 1995 ; Rousselet et al., 2005 ; Rousselet et Mazoyer, 2007) et leurs adaptations par des chargés de développement agricole (FR Cuma Ouest, 1993 ; Fédération départementale des Cuma des Landes et al., 2005). Nous avons opéré différemment pour le fumier et le lisier.

Pour le fumier, nous avons placé de sept à neuf bacs identiques, perpendiculairement au sens d'avancement de l'épandeur. Le nombre de bacs variaient selon la largeur utile des épandeurs. Ces bacs, d'une surface de 0,24 m² et d'une profondeur de 5 cm, étaient recouverts d'un sac poubelle permettant une pesée rapide et un repositionnement des bacs sans nettoyage pour un prochain passage. Ces mesures s'effectuaient en effet sans interruption des travaux de l'agriculteur afin de modifier à minima ses pratiques. La balance, déjà utilisée pour les mesures de densité, était mise à zéro avec un sac poubelle neuf. Une fois le passage de l'épandeur effectué, il fallait mesurer le poids de fumier épandu dans chaque bac.

⁴⁶ La roue d'arpentage est plus facile d'utilisation. Il n'est en effet pas nécessaire de dérouler puis de ré-enrouler le décimètre. Par ailleurs, la roue d'arpentage peut mesurer des distances allant jusqu'à 1 000 m sans remise à zéro du compteur, chaque tour de roue équivalent à 1 m parcouru. En pratique, elle fut peu utilisée car le salissement de la roue, malgré la présence d'un décrottoir, ne permettait pas une mesure fiable des distances.

Pour le lisier, le nombre et le positionnement des bacs étaient similaires au fumier. Les bacs avaient la même surface, mais avec une profondeur de 12 cm pour éviter les fuites (cf. Figure 3.3). Nous n'utilisons pas de sac poubelle car nous devons mesurer le volume et le poids épandu. La balance était étalonnée avec un bac propre. Une fois le passage effectué, le bac plein était pesé. Un volume d'eau prédéterminé (généralement, 0,5 L) était ajouté pour fluidifier le lisier présent dans le bac. Le volume était alors mesuré dans une éprouvette de 2 000 mL à ± 20 mL. Chaque bac était alors nettoyé avant remise en place. Ce protocole, plus long que pour le fumier, ne permettait qu'une mesure tous les deux passages.



Figure 3.3 : Mesure de la régularité transversale de l'épandage du lisier chez Li03 (B. Janichon)

Lors de chaque épandage, les observations éventuelles, telles que la manière d'épandre dans la parcelle, ont également été notées.

3. DES ENQUETES EN EXPLOITATIONS POUR DECRIRE LA DIVERSITE DES PRATIQUES DE GESTION ET DE LEURS DETERMINANTS

Décrire et spatialiser la diversité des pratiques de gestion des effluents d'élevage dans un territoire de montagne nécessite la mise en place d'un protocole d'étude particulier. Celui-ci était constitué d'enquêtes en exploitations dans trois territoires différents sur différents systèmes d'élevage herbivores afin de permettre le recueil d'informations multiples. Ces informations étaient aussi bien quantitatives que qualitatives ; ces dernières permettent une analyse du discours des exploitants mettant en place ces pratiques.

31. Un outil méthodologique : une typologie d'exploitations agricoles à partir d'enquêtes directes

Les enquêtes auprès d'exploitants agricoles devaient décrire la réalité et la diversité des pratiques de gestion des effluents dans le Massif central en replaçant le système d'élevage dans son environnement et dans son territoire. Elles devaient par ailleurs permettre d'observer les pratiques

innovantes lors de nos enquêtes. Ces enquêtes ont été faites dans trois territoires choisis arbitrairement en fonction de la connaissance de la variabilité géologique des terrains et des systèmes d'élevage. Ce travail est fortement inspiré des études de Caneill et Capillon (1990), Hacala et Pflimlin (1994), Rabaud et Cesses, (2004) et Capdeville (2005).

311. Choix des territoires d'enquêtes

L'objectif d'élaboration d'un modèle général des pratiques existantes nécessitait d'étudier des territoires très variés. Nous avons pris acte de la diversité de pratiques existant dans l'ensemble du Massif central. Nous avons alors fait le choix délibéré de prendre une large diversité de régions, de systèmes d'élevage, de durée d'hivernage, de mode d'alimentation et de conduite d'élevage (bio/conventionnel). Cela nous a permis de choisir arbitrairement les territoires d'enquêtes parmi les interactions système d'élevage majoritaire / substrat géologique existants dans le Massif central. Or, ces interactions sont très nombreuses dans le Massif central comme les travaux de Brunschwig et al. (2000 ; 2002) le montrent. Ainsi, pour le seul élevage bovin laitier, et sur les huit départements de l'Aveyron, du Cantal, de la Corrèze, de la Loire, de la Haute-Loire, du Lot, de la Lozère, et du Puy-de-Dôme, il recense quarante-quatre terroirs d'élevage différents. Le choix de territoires est donc extrêmement vaste. Parmi les possibilités, les trois territoires d'enquêtes choisis furent les suivants :

- le massif du Sancy (Puy-de-Dôme) ; bovins laitiers (avec transformation fromagère éventuelle) sur substrat volcanique. Zone à la pluviométrie assez élevée (plus de 1 000 mm) et à la durée d'hivernage très longue, le massif présente par ailleurs une forte activité touristique estivale et hivernale.
- l'Aubrac (partie située en Lozère) ; bovins allaitants sur substrat volcanique et métamorphique. Zone à la pluviométrie assez élevée (plus de 1 000 mm) et à la durée d'hivernage longue, l'Aubrac présente un réseau hydrographique dense.
- le Millavois (Aveyron) ; ovins laitiers sur calcaire avec une pluviométrie et une durée d'hivernage faible. Le réseau hydrographique est faible.

Ces différents territoires sont représentés sur la carte des orientations technico-économiques majoritaires des exploitations agricoles du Massif central (cf. Figure 3.4 ci-après). Chaque territoire représente, parmi d'autres territoires possibles, une des trois plus importantes productions animales du massif. Les territoires ont été choisis pour montrer la diversité existante et possible des pratiques de gestion des effluents d'élevage. Il n'était pas question de caractériser chaque région en détail, refléter la diversité locale étant chimérique. En effet et comme toujours, l'analyse exhaustive de toutes les exploitations d'une région dévoilera toujours une exploitation hors norme. Nous avons par exemple enquêté une exploitation en ovin allaitant dans la région Aubrac, exploitation trop atypique pour être intégrée à notre typologie sans d'autres enquêtes complémentaires.

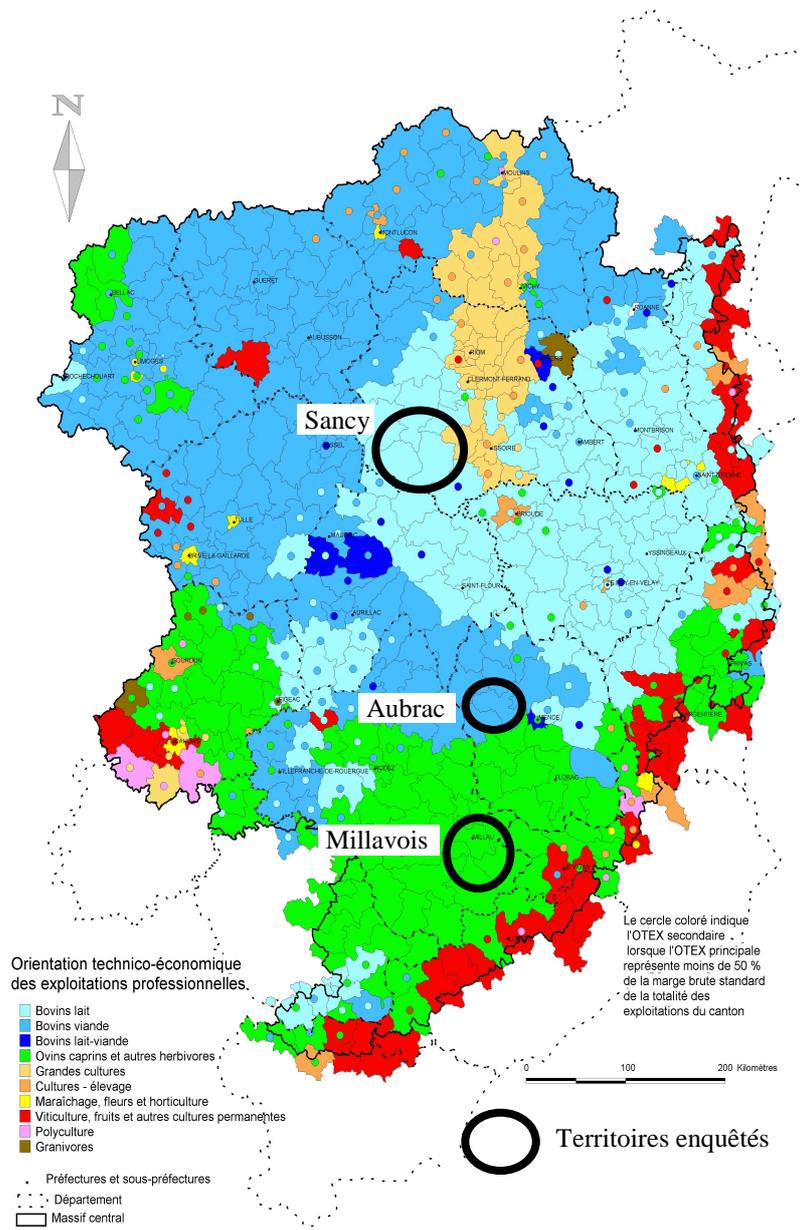


Figure 3.4 : Territoires choisis afin d’observer la diversité des pratiques

312. Mise en place du protocole d’étude

Dans l’optique d’une étude des pratiques de gestion des effluents d’élevage, nous avons pu faire plusieurs observations :

- 1) la gestion des déjections animales est extrêmement dépendante des politiques de gestion de l’agriculteur, le cycle complet de gestion durant au moins une année mais pouvant être beaucoup plus important
- 2) les pratiques de gestion des effluents d’élevage sont fortement dépendantes des conditions climatiques
- 3) il existe de façon régulière des « accidents » dans les pratiques de gestion (débordement de fosse, non respect des distances...). Ces accidents peuvent être délibérés (choix d’effectuer cette pratique en toute connaissance de l’agriculteur) ou involontaires.

Il était nécessaire de prendre en compte ces différentes observations pour élaborer un questionnaire d'enquête performant. Le premier questionnaire d'enquête testé reposait ainsi sur une approche prospective où l'agriculteur devait décrire ses futures pratiques de gestion des déjections animales. Cette approche était préjudiciable à une étude cohérente des pratiques car les agriculteurs étaient incités à présenter une gestion idéalisée et non leur gestion réelle des effluents. Nous nous sommes donc orientés vers un questionnaire interrogeant l'agriculteur sur sa gestion des effluents sur sa dernière campagne. Les pratiques étaient recensées par groupe de parcelles à conduite identique et par type de déjections utilisées. Les modifications de pratiques réalisées au cours des dernières années n'étaient abordées que qualitativement. Afin de ne pas perdre l'aspect pluriannuel de la gestion des effluents d'élevage, le questionnaire d'enquête comprenait une approche des pratiques réalisées au cours d'une rotation complète pour chaque type de rotation mis en évidence.

Nous avons envisagé, au départ, un recensement des pratiques de gestion des effluents d'élevage parcelle par parcelle. Ceci n'a pu être mis en place pour deux raisons. Certaines exploitations disposent d'un nombre de parcelles trop important pour permettre un recensement exhaustif des pratiques. Ainsi, sur les trois exploitations de test du questionnaire, une des exploitations comportait 130 parcelles pour une soixantaine d'hectares. Par ailleurs, les exploitants distinguent rarement les pratiques effectuées d'une parcelle à une autre parcelle. Ils sont au contraire capables de parler des pratiques effectuées pour un groupe de parcelles ayant un mode de conduite identique. C'est cette dernière option qui a été retenue.

La double entrée par produits et par groupe de parcelles était nécessaire pour permettre le recoupement des informations données par l'agriculteur et en vérifier la cohérence. En sus d'appréhender les aspects qualitatifs et quantitatifs de la gestion des effluents, ce questionnaire devait amener l'enquêteur à comprendre les raisons des choix de gestion de l'agriculteur. Il devait également saisir le support utilisé comme mémoire de cette gestion (papier, cahier d'épandage, logiciel...). D'abord envisagé, le questionnement de l'agriculteur sur sa perception des pratiques de gestion des effluents d'élevage effectuées par ses voisins agriculteurs a été abandonné au vu des retours négatifs lors des questionnaires tests.

Sur chacun des trois territoires précédemment présentés, nous avons effectué de huit à onze enquêtes dans le système d'élevage dominant. Malgré le faible nombre de répétitions, les enquêtes effectuées reflètent une part importante de la diversité des pratiques de gestion des effluents d'élevage en raison de la méthode de sélection des exploitations. Pour observer facilement la diversité des pratiques et nous faciliter l'accès aux exploitants, nous sommes passés dans chaque région par l'intermédiaire des techniciens locaux de l'Association Vétérinaires Éleveurs du Millavois pour Millau et des Chambres d'Agriculture de Lozère et du Puy-de-Dôme pour l'Aubrac et le Sancy. Ceux-ci nous donnaient une liste d'agriculteurs intéressants à enquêter (pratiques a priori différentes) et nous introduisaient par avance par courrier ou téléphone. Malgré ces

précautions, nous avons essuyé de nombreux refus, en particulier en Aubrac et dans le Sancy. Les exploitants indiquaient manquer de temps ou n'étaient pas intéressés.

Chaque enquête a eu lieu en un seul passage, généralement en automne ou pendant l'hiver, période de plus grande disponibilité des exploitants. Ces enquêtes ont permis la constitution d'une base de données croisant individus et variables recensées lors des enquêtes. Les enquêtes réalisées avaient une durée variable comprise entre 01h30 (temps minimum incompressible) et 04h30, avec une durée moyenne de 02h45.

Le déroulement d'une enquête se décomposait en quatre parties couvrant la quasi-totalité des aspects de la gestion des effluents :

- 1) un questionnaire semi-directif portant sur la structure de l'exploitation ainsi que sur la production, les moyens de stockage et d'épandage des effluents d'élevage
- 2) la création avec l'agriculteur d'un schéma de suivi des flux d'effluents par bâtiment et lot d'animaux (période de présence des animaux, fréquence des curages et/ou vidanges, durée de stockage, type de cultures ou prairies réceptrices des effluents)
- 3) la création avec l'agriculteur d'un schéma de suivi, par types de cultures ou prairies, de la conduite fertilisante (apports engrais minéraux et organiques avec type et quantité, rendements obtenus, rotation suivie...)
- 4) une visite des bâtiments avant ou après l'enquête suivant son déroulement pour permettre la prise en compte des particularités éventuelles de l'exploitation et observer l'environnement de l'exploitation (couplage éventuel avec une visite succincte du parcellaire selon les personnes enquêtées). Cette visite est particulièrement importante car elle permettait de se rendre compte des contingences propres à l'exploitation. Les exploitants, se sentant par ailleurs plus à l'aise en faisant la visite, pouvaient distiller des informations facilitant la compréhension ultérieure des pratiques.

32. Identifier et caractériser les structures des exploitations agricoles

Le questionnaire semi-directif est présenté en Annexe 1. La première partie a permis d'obtenir des informations portant sur la structure de l'exploitation tels que le statut juridique de l'exploitation, le contexte pédo-climatique, les activités principales et secondaires, l'adhésion à des cahiers des charges, les effectifs animaux présents ou encore le type et la localisation des surfaces exploitées. Elle comportait par ailleurs un plan des bâtiments dessinés avec l'aide de l'agriculteur pour connaître les surfaces recevant les déjections. La seconde partie interrogeait sur la production, les moyens de stockage et d'épandage des effluents d'élevage. L'enregistrement des pratiques était également évoqué. Cette partie, en sus d'obtenir des informations indispensables à l'analyse, permettait aussi de rassurer certains agriculteurs sur leur capacité à répondre convenablement à l'enquête.

Les données brutes obtenues ont été ensuite codifiées dans une base de données facilitant les comparaisons. Nous avons alors identifié différents types d'exploitations, selon leurs structures et les contraintes propres à celles-ci s'exerçant sur la gestion des effluents. Pour mieux appréhender les contraintes s'exerçant sur la gestion des effluents, un schéma reflétant ces contraintes a été créé (cf. Figure 3.5).

L'axe horizontal de ce schéma représente l'occupation de la SAU de l'exploitation en allant, de la gauche vers la droite, des surfaces herbagères les plus pérennes (parcours, estive) aux surfaces mises en culture. Dans ces dernières, l'ordre d'apparition se fait également selon la durée d'occupation de la parcelle. Ainsi, une prairie temporaire en luzerne-dactyle prévue pour cinq ans sera placée avant un Ray-Grass Italien devant rester deux ans. Un code couleur par grand type d'occupation du sol est ajouté pour faciliter la lecture visuelle du schéma. L'axe vertical représente la surface en ha occupée par chaque culture représentée verticalement.

Pour mieux représenter les contraintes d'épandage auxquelles est confronté l'exploitant, nous avons symbolisé, pour chaque occupation du sol, la surface non épandable organiquement⁴⁷. Lorsqu'il n'était pas possible d'épandre les effluents d'élevage pour des questions physiques (pente, embroussaillement, distance à l'exploitation, accessibilité...), le symbole était un rayurage diagonale grisé. Lorsqu'il s'agissait de raisons réglementaires (distance aux cours d'eau, aux habitations, etc.), des hachures verticales, blanches sur fond bleu, symbolisaient cette impossibilité. Les surfaces épandables et non épandables étaient toujours à dire d'agriculteurs et fonction de leurs pratiques. Ainsi, si un agriculteur avait des contraintes réglementaires réelles mais ne les respectait pas (épandage de fumier à moins de 100 m d'habitations par exemple), nous considérions cette surface comme épandable.

⁴⁷ Seules les surfaces non épandables organiquement sont prises en compte. Ces surfaces sont donc susceptibles de recevoir des engrais minéraux

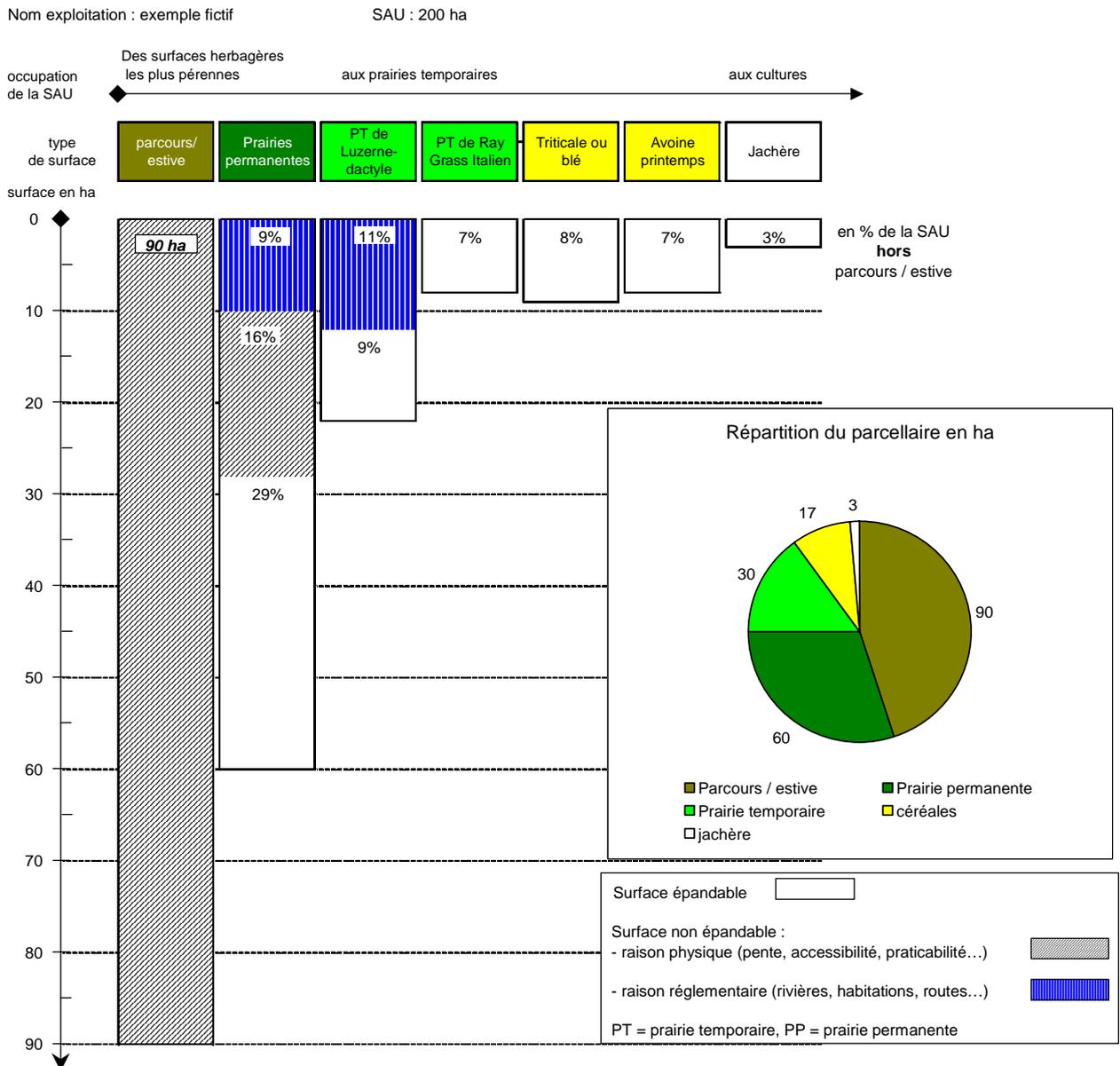


Figure 3.5 : Schéma des contraintes d'épandage s'exerçant sur le parcellaire d'une exploitation fictive

De même, une parcelle théoriquement épandable pouvait être classifiée non épandable pour des raisons physiques si l'agriculteur considérait que l'éloignement vis-à-vis de l'exploitation en terme de distance ou en terme de temps de parcours rendait prohibitif tout épandage.

Pour faciliter la lecture du schéma, nous avons ajouté les pourcentages de répartition de la SAU hors parcours et estives. Nous ajoutons également une représentation de la répartition des grands types de surfaces sur l'exploitation.

33. Identifier et caractériser de façon simplifiée la diversité des pratiques de gestion des effluents d'élevage

Afin d'obtenir les flux d'effluents par bâtiment et lots d'animaux et des itinéraires techniques de fertilisation par groupe de parcelles homogènes, type de cultures / prairies, nous avons créé **deux documents**.

331. Représentation du flux d'effluents d'élevage sur une année

Le premier document permet de représenter le flux d'effluent sur une année complète de sa production par les animaux jusqu'à sa période d'utilisation (cf. Annexe 2). À partir de ce document d'enquête, nous élaborons un schéma du flux d'effluents d'élevage sur une année. La **Figure 3.6** ci-dessous présente ce schéma vierge de toutes informations, hormis un assolement fictif. Un code couleur était attribué aux trois grands types d'effluents rencontrés (fumier, compost et lisier) en laissant la possibilité d'inscrire un autre effluent et de mentionner les produits importés.

		sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct
Curage / vidange en % du tonnage total d'effluent (par type d'effluent) produit par an par le troupeau															
fumier															
compost															
lisier															
autres effluents															
produits importés															
cultures recevant effluents + engrais minéraux éventuels	PT de luzerne - dactyle	an 1													
		an 2, 4 (et 6)													
		an 3, 5 (et 7)													
	triticale - blé	semis hiver													
		semis ptps													
	PT de Ray Grass Italien	an 1 avt semis													
an 1 suite et an 2															
épandage exclusif d'engrais minéraux	prairie permanente														
	Avoine de printemps														
aucun épandage	parcours / estives														

Figure 3.6 : Canevas de schéma permettant de représenter le flux d'effluents d'élevage et la fertilisation minérale d'une exploitation sur une année

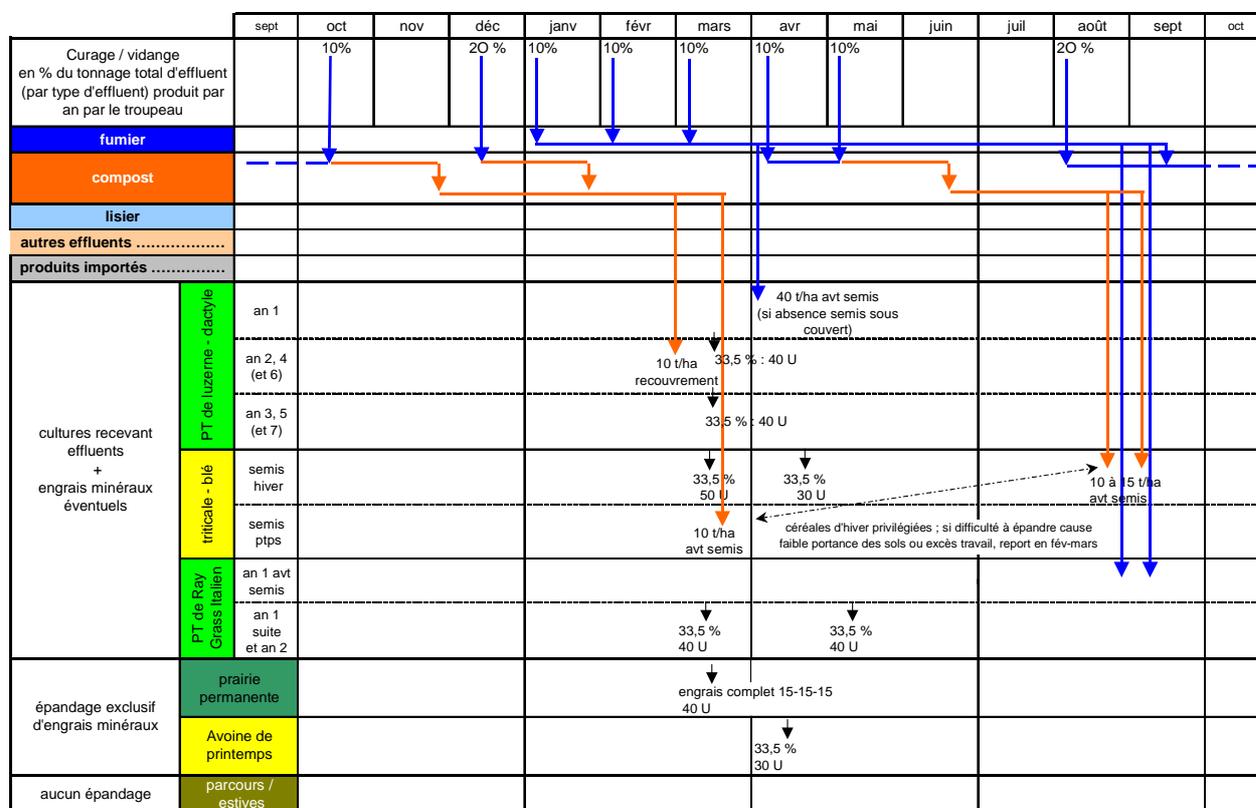
L'année représentée était une année « culturale » allant du mois d'octobre au mois de septembre. Afin de pouvoir représenter les reports d'utilisation des effluents d'élevage d'une année culturale à l'autre, les mois de septembre de l'année précédente et octobre de l'année suivante étaient également présents.

Nous distinguons ensuite trois types de surface :

- les surfaces recevant des effluents d'élevage et, éventuellement, une fertilisation minérale ;
- les surfaces recevant exclusivement une fertilisation minérale ;
- les surfaces ne recevant aucune fertilisation organique comme minérale.

Lorsqu'une parcelle était mise en culture pour plusieurs années et que les apports différaient selon les années, la culture était représentée sur plusieurs lignes. La prairie temporaire de luzerne-dactyle sur la Figure 3.7 en est l'exemple type.

Une fois les données collectées représentées sur ce schéma, il était possible de visualiser de façon synthétique le flux des effluents gérés par l'agriculteur au cours d'une année. La Figure 3.7 en est l'illustration.



33,5 % = engrais ammonitrate

Figure 3.7 : Exemple fictif de schéma représentant un flux d'effluents d'élevage et la fertilisation minérale d'une exploitation sur une année

Ce document nous a permis de visualiser instantanément une gestion différenciée des effluents selon les périodes de production et d'utilisation et d'en évaluer le degré de complexité. Il autorise également la distinction entre les cultures fertilisées organiquement et celles qui ne reçoivent qu'une fertilisation minérale.

332. Représentation de la gestion pluriannuelle des effluents d'élevage

Le second document permet de représenter la conduite fertilisante sur une année complète de chaque groupe de parcelles tout en indiquant les rotations pratiquées. Pour des questions de facilité d'utilisation, il existe une version destinée aux groupes de parcelles en prairies et une version destinée aux groupes de parcelles en cultures (cf. Annexe 3 et Annexe 4).

Pour des commodités de compréhension, ces informations ont été réécrites rotation par rotation en distinguant les apports organiques et les apports d'engrais minéraux de synthèse (cf. Figure 3.8).

année rotation		an 1				an 2				an 3				an 4				an 5 ...			
année culturale		oct	janv	avril	juil	oct	janv	avril	juil	oct	janv	avril	juil	oct	janv	avril	juil	oct	janv	avril	juil
rotation n°1	cultures																				
	apports organiques	type : _____																			
	apports minéraux																				
rotation n°2	cultures																				
	apports organiques	type : _____																			
	apports minéraux																				

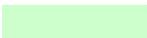
Légende		prairie temporaire	U N = unités d'azote
		prairie temporaire prolongée selon l'état végétatif ; si non satisfaisant, rotation écourtée	U P = unités de phosphore
		céréales à pâturer	U K = unités de potassium
		céréales	

Figure 3.8 : Modèle de schéma des rotations et des conduites fertilisantes pratiquées sur l'exploitation

Une fois les informations recodées (cf. **Figure 3.9**), il était possible d'observer la fréquence des apports organiques à l'échelle de la rotation complète. L'absence de fertilisation apportée par des moyens mécaniques pouvait être compensée par des restitutions animales au pâturage. Celles-ci ne furent généralement pas mentionnées sur ces schémas.

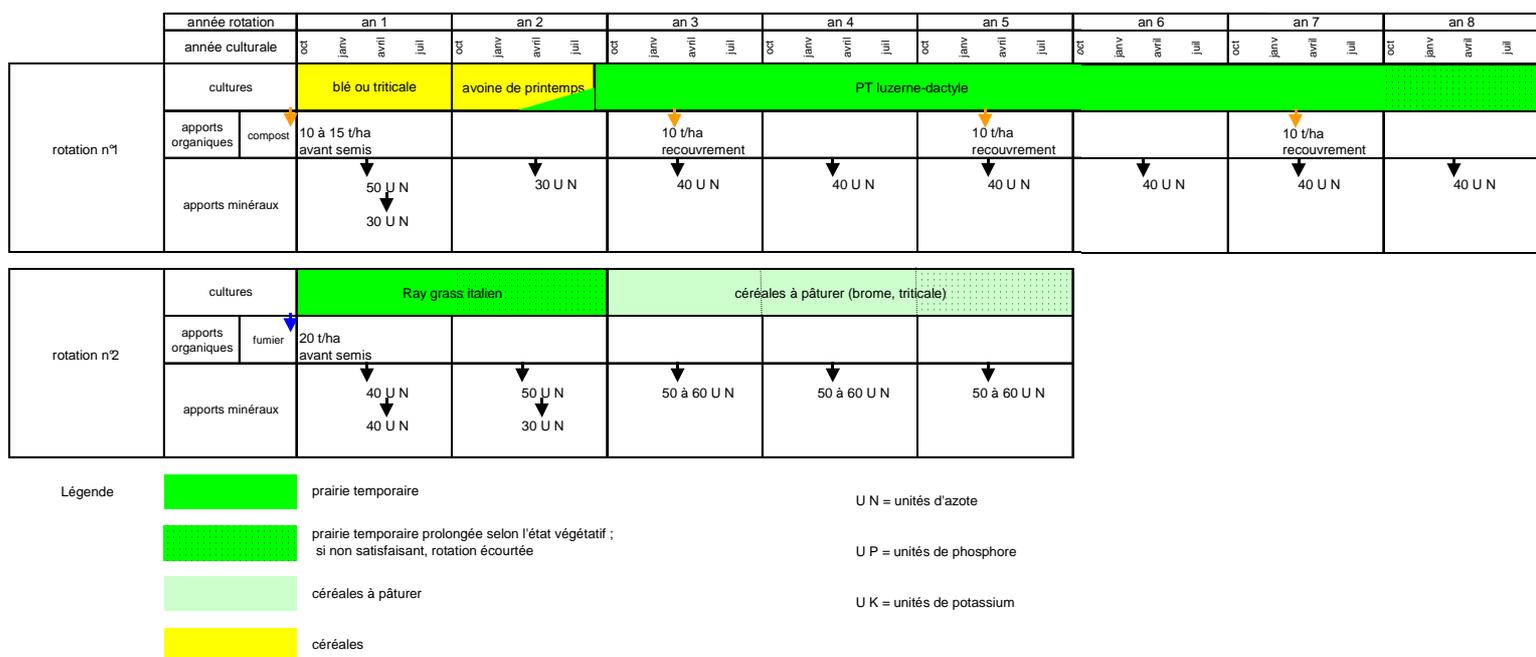


Figure 3.9 : Exemple fictif de schéma des rotations et des conduites fertilisantes pratiquées sur une exploitation

Les têtes de rotation définies par l'agriculteur étaient placées en année 1. Pour une meilleure lisibilité, le code couleur des matières organiques du schéma de flux était repris.

Le couplage entre l'étude annuelle et l'observation pluriannuelle de la gestion des effluents d'élevage devait permettre de comprendre les objectifs agronomiques de l'agriculteur quant à l'utilisation de ces matières. Le recoupement avec les données qualitatives et quantitatives issues de la partie questionnaire permettait de séparer les pratiques de gestion des effluents selon les modalités de décision agronomiques des agriculteurs.

34. Résultats obtenus

Deux niveaux de résultats ont ainsi été obtenus :

- **description** de la diversité et de la manière dont les acteurs amènent de la souplesse dans le système (interprétation des lois, aménagement des périodes de présences en bâtiment...). Les « *agriculteurs ont des raisons de faire ce qu'ils font* » (Osty, 1974), il s'agissait de décrire ces écarts en distinguant les prérogatives, les modes d'accès, les espaces ressources...
- **analyse**, mise en relation, connexion des différents critères observés entre eux (= pourquoi cela se passe comme ça ?)

Les traitements devaient pouvoir s'envisager tout d'abord à un échelon régional puis à une échelle massif (soit les trois territoires d'enquêtes ensemble) afin de mettre en évidence, à ces différentes échelles, des diversités de pratiques de gestion des effluents d'élevage. À chaque échelle, des variables pertinentes ont été choisies pour permettre une différenciation optimum des exploitations

et mettre à part les variables semblables pour toutes les exploitations. Cette distinction en groupe de pratiques était faite indépendamment du système d'élevage considéré afin de pouvoir comparer les pratiques de chaque territoire. Cela autorisait l'observation de pratiques identiques mises en place indépendamment du territoire.

L'efficacité agronomique de ces pratiques était ensuite évaluée à l'aune des essais de fertilisation réalisés dans le massif. Nous avons évalué l'efficacité sociale et environnementale de ces pratiques à partir des données qualitatives issues des enquêtes.

Notre objectif était de valider ou d'invalider les hypothèses sur l'importance des forces motrices agronomiques et sur le poids d'autres forces trop souvent écartées, ceci dans une perspective de démonstration que chaque territoire est distinct des autres par rapport aux hypothèses testées.

4. ÉVALUER L'IMPACT DE DIFFERENTS MODES DE FERTILISATION ORGANIQUE SUR LA PRODUCTION FOURRAGERE HERBAGERE

L'association Groupe Compost Massif central, créée en 2000, regroupe des agriculteurs, plusieurs Chambres d'Agriculture du massif, l'Enita Clermont et le LEGTA de Brioude – Bonnefont. Parmi ces différents objectifs, cette association travaille notamment à mesurer l'intérêt agronomique des effluents d'élevage compostés ou non sur les prairies du Massif central pour en proposer une gestion raisonnée. Des expérimentations ont ainsi démarré en 2004 sur un protocole commun, dans le cadre du Fonds National d'Aménagement et de Développement du Territoire (FNADT) pour la mise en œuvre de l'action : « **Amélioration de la valorisation des matières organiques en zone herbagère du Massif central** ». Le protocole commun était issu d'une expérimentation plus ancienne conduite par l'Enita Clermont et le LEGTA de Brioude, mise en place en 2000 sur le site d'exploitation en agriculture biologique du LEGTA et qui s'est terminée en 2008. Les résultats présentés sont notamment issus des travaux effectués par Gandré (2008) dans le cadre d'un mémoire d'ingénieur, travaux co-encadrés par Stéphane Violleau de la Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme et nous-même.

Ces expérimentations viennent en soutien des pratiques réelles observées et des pratiques recensées à dire d'agriculteur. Elles permettent de comparer des pratiques identiques à tous les essais indépendamment, en théorie, des pratiques de chacun. La multiplication des essais autorise de plus l'emploi des statistiques pour valider les résultats obtenus. Ces essais ouvrent également des pistes de réflexion pour alimenter l'amélioration constante des pratiques et justifier auprès des agriculteurs la validité locale des résultats.

41. Un dispositif expérimental comparant différents effluents

411. Traitements et doses expérimentés

Dans ces expérimentations, il s'agissait de comparer, sur prairie permanente, les effets positifs ou négatifs d'effluents d'élevage de différentes natures (fumier, compost et lisier) et de différentes origines animales (bovin allaitant et laitier, ovin allaitant), utilisées à des doses variables et / ou selon différentes périodes d'apports. Chaque expérimentation a été menée en bloc aléatoires complets (Dagnelie, 2003), méthode la plus courante pour des expérimentations parcellaires. Chaque expérimentateur décidait pour son ou ses sites, de tester 1, 2 ou 3 produits organiques ainsi qu'un témoin non fertilisé (T0) et un traitement avec un engrais minéral de synthèse (NPK) à des doses non limitantes. Le Tableau 3.1 présente les différents traitements et doses expérimentés. Les doses simples de produits organiques correspondent à un apport de 70 à 85 unités d'azote total/ha et les doses doubles correspondent à un apport de 140 à 170 unités d'azote total/ha.

Ces comparaisons portent sur la valeur des effluents, le rendement (production de matière sèche par hectare), la satisfaction des besoins nutritifs évaluée avec l'utilisation des indices de nutrition (Thélier-Huché et al., 1999) et la composition relative des couverts végétaux en terme de graminées, légumineuses et plantes diverses (Rodrigues et al., 2007). Chaque paramètre expérimenté a été répété trois à quatre fois afin de pouvoir effectuer des analyses statistiques sur les résultats.

Traitements	Doses apportées / an	
	Dose simple	Dose double
Lisier (bovin, porc)	L1 = 20 m ³ /ha	L2 = 40 m ³ /ha
Fumier	F1 = 15 t/ha	F2 = 30 t/ha
Compost	C1 = 10 t/ha	C2 = 20 t/ha
Témoin sans fertilisation	0	
Engrais minéral	80 u N en 1ère coupe (+ 30 u N / coupe supplémentaire) + 60 u P ₂ O ₅ + 90 à 150 u K ₂ O	

Tableau 3.1 : Dispositif expérimental commun de mise en place des essais

412. Répétition du dispositif dans 11 sites répartis dans le Massif central

Ce dispositif d'une douzaine d'essais a été mis en place dans différents lieux du Massif central (cf. Figure 3.10), pour des durées allant de 2 à 8 ans, soit dans des parcelles de lycées agricoles, soit chez des agriculteurs volontaires. Les Chambres d'Agriculture de 11 départements du Massif central, l'Enita Clermont et le LEGTA de Brioude ont été impliqués dans ces essais.

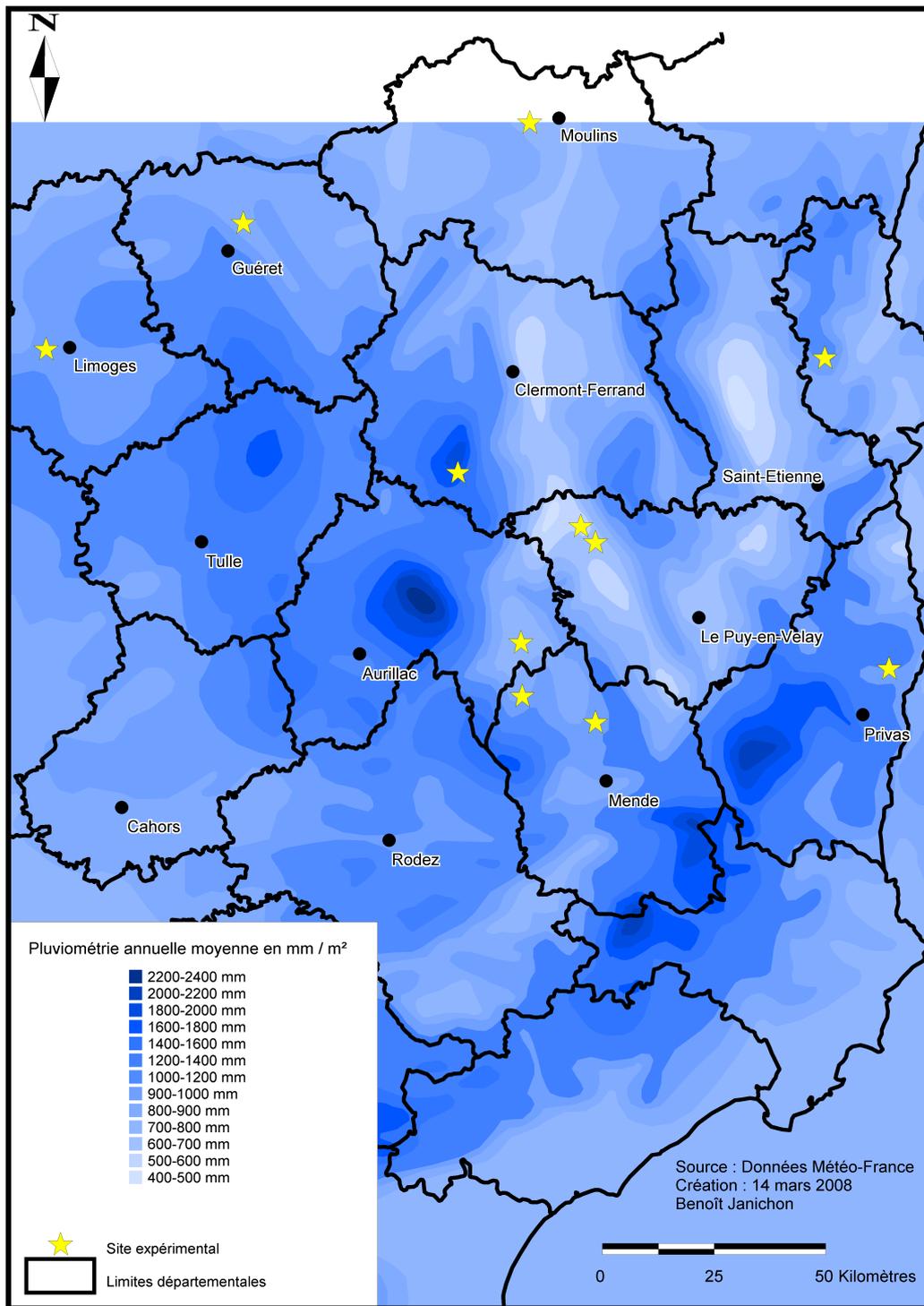


Figure 3.10 : Précipitations moyennes et localisation des sites expérimentaux dans le Massif central

Les essais ont été implantés dans diverses situations pédo-climatiques afin de pouvoir comparer l'impact sur le rendement fourrager et l'évolution de la flore, d'un ensemble de pratiques de gestion. À partir de la Figure 3.10, nous observons que les essais étaient implantés dans des régions à la pluviométrie variant entre 500 et 2 000 mm, l'altitude variant dans des proportions moindres (cf. Figure 2.2).

42. Mesures effectuées

421. Mesures de rendement

Les coupes d'herbes ont été faites lorsque celle-ci avait atteint une hauteur satisfaisante (généralement, au stade épiaison de la graminée dominante) et que les conditions climatiques étaient acceptables. L'herbe était fauchée à l'aide d'une moto-faucheuse de largeur de coupe variable, et immédiatement pesée⁴⁸. Un échantillon d'herbe était ensuite prélevé pour passage à l'étuve (48 h à 60°C) pour obtenir le taux de matière sèche. Le rendement matière fraîche était alors corrigé en rendement matière sèche. Une partie de l'échantillon étuvé était ensuite broyé pour analyse des teneurs en azote, phosphore et potassium. Ceci a permis par la suite le calcul des indices de nutrition (analyse faite uniquement en 1^{ère} coupe).

422. Relevés floristiques

Le protocole commun des relevés floristique a été fait selon la méthode des poignées (De Vries et De Boer, 1959). Pour plusieurs essais, la méthode fut simplifiée, les prélèvements étant effectués avec l'herbe coupée de la micro-parcelle. Cet échantillon était ensuite trié en graminées, légumineuses et plantes diverses. Dans le cas contraire, il était ramené au laboratoire où il était congelé dans l'attente d'un tri. Chaque tas trié a été séché à l'étuve et pesé (calcul de la biomasse sèche de ces catégories) pour connaître le poids relatif de chaque catégorie dans le rendement en matière sèche.

423. Relevés botaniques

Cette partie concerne uniquement le département du Puy-de-Dôme. En plus des essais de lisier, compost et fumier, ce département a voulu en savoir plus sur l'influence de l'apport de compost sur la composition botanique de la prairie. Pour ce faire, quatre blocs ont été mis en place. Dans chacun de ces blocs, deux parcelles de 42 m² recevaient du compost en simple dose et de l'engrais minéral, une troisième parcelle servant de témoin 0. Les relevés botaniques ont été effectués avec la méthode des poignées (De Vries et De Boer, 1959). Sur une diagonale de la micro-parcelle, 10 prélèvements ont été analysés en recensant et notant de 0 à 10 chaque espèce. Grâce à ces relevés, il a été possible de mesurer l'évolution floristique permise par l'utilisation du compost.

424. Analyses des produits organiques épandus et du sol

En ce qui concerne les produits organiques, un échantillon moyen de 500 g, était collecté au moment de l'épandage et immédiatement congelé. Il était ensuite analysé par un laboratoire selon les procédures habituelles (matière sèche, azote total, azote ammoniacal, P₂O₅, K₂O, matières minérales, taux de matière organique).

⁴⁸ La précision des mesures de rendement est fortement variable selon le matériel à disposition allant de la romaine à la balance précise à plus ou moins 20 g.

Les caractéristiques du sol ont été également analysées avec une analyse au démarrage et à la fin de chaque essai. Les analyses pré-expérimentation ont été effectuées sur une zone moyenne où les micro-parcelles ont été implantées. Les analyses post-expérimentation ont été faites sur toutes les micro-parcelles (de 0 à 10 cm). Ces analyses ont permis de connaître la granulométrie (5 fractions) et la chimie (matière organique, pH, teneurs en P₂O₅, K₂O, MgO, CaO et le rapport C/N) des sols.

43. Méthodes de calcul utilisées

431. Évapotranspiration potentielle

L'ÉvapoTranspiration Potentielle (ETP) permet de mettre en évidence les périodes de sécheresse rencontrées sur les différents essais. Toutes les stations météorologiques ne possédaient pas les caractéristiques pour le calcul de l'ETP de Penman-Montheit. Pour s'en affranchir, la formule de De Montard (1990) permettant de calculer l'ETP estimée à partir de la température moyenne a été utilisée. Cette formule est la suivante :

$$ETP_{10 \text{ jours}} = 2,4 \times \text{Température}_{(\text{moyenne} / 10 \text{ jours})}$$

Une fois cette référence acquise, le bilan hydrique a été réalisé pour chaque année et pour chaque site. Grâce à ce bilan, il était possible de dégager des indices pour le rapport entre la pluviométrie et l'ETP. Les périodes de sécheresse étaient ainsi caractérisées de la manière suivante :

- Si Pluviométrie > ETP ou Pluviométrie > 2/3 ETP, la production de la prairie était bonne à normale. Il n'y avait pas de période de sécheresse ;
- Si 1/3 ETP < Pluviométrie < 2/3 ETP, la production de la prairie était réduite de moitié. Ceci se traduisait par une « séquence sèche » ;
- Si Pluviométrie < 1/3 ETP, la production de la prairie était très faible, ce qui se caractérisait par une « séquence très sèche ».

Enfin, la pousse de l'herbe a été délimitée en 4 séquences (avril-mai, juin, juillet-août et septembre-octobre). Ainsi, une comparaison entre les sites a permis de comparer les conditions agroclimatiques des différents essais.

432. Valeur fertilisante et amendante d'un produit organique

Pour évaluer la valeur fertilisante et amendante d'un produit organique il faut connaître sa composition, les équivalences engrais minéraux et équivalences amendantes (arrière effets par évolution de la matière organique du sol). Les critères utilisés lors des essais pour apprécier la valeur fertilisante des matières organiques furent le coefficient d'équivalence azote, le Coefficient Apparent d'Utilisation (CAU), le Coefficient d'Équivalence Engrais (CEE), les teneurs en éléments minéraux (N, P, K) et les indices de nutrition.

Le coefficient d'équivalence azote permet de calculer la dose d'ammonitrate nécessaire pour avoir un effet identique sur la production de la prairie qu'avec la masse d'azote total du produit organique épandu (Bodet et al., 2001). Le CAU des éléments minéraux correspond à la proportion de l'élément minéral étudié absorbé par la plante (Bodet et al., 2001). Le CEE permet de comparer l'efficacité d'un engrais de ferme par rapport à l'efficacité de l'ammonitrate, dans les mêmes conditions d'utilisation. Les indices de nutrition caractérisent l'état de nutrition azotée, phosphorée ou potassique de la prairie au moment du diagnostic (Thélier-Huché et al., 1999).

44. Traitements statistiques sur l'ensemble des données

Les résultats issus des différents essais ont fait l'objet de plusieurs études statistiques avec le logiciel STAT Box Pro Agri.

441. Traitements statistiques à l'échelle de chaque essai

Dans un premier temps, un traitement statistique par essai a été effectué afin de dégager les grandes tendances. Chaque essai a été traité indépendamment des autres, année par année et site par site avec une ANOVA et un test de Newman-Keuls sur les rendements en matière sèche (pour les 3 années d'essai) et les indices de nutrition (en 2006, uniquement). Les CAU, les CEE et l'évolution de la flore ont été analysés à l'aide de graphiques établis pour étudier leur évolution au cours des années d'essais. Les valeurs utilisées étaient des valeurs absolues.

442. Traitements statistiques après regroupement des départements

Tous les essais n'ont pas commencé en même temps : 8 essais ont débuté en 2004 et 2 en 2005. Pour gommer l'effet « année de démarrage », les essais ont été considérés en fonction de leur rang d'année de suivi (1^{ère} année, 2^{ème} année, 3^{ème} année).

Par ailleurs, le regroupement n'a été réalisé que pour l'étude des résultats sur la 1^{ère} coupe. Il apparaît en effet que c'est pour la période printanière (soit la 1^{ère} coupe) que les variations liées aux conditions climatiques étaient les plus faibles.

Lors de cette analyse transversale, deux sites d'essai ont dû être exclus :

- le site de l'Allier : l'essai avait déjà été mis en place plusieurs années avant le démarrage de l'expérimentation commune.
- le site du Viala en Lozère : le protocole portait sur les dates d'apports des produits organiques et non sur les doses.

Il est à noter la particularité du site de la Haute-Vienne, où seules 2 années d'essai pouvaient être exploitées. De ce fait, les 9 sites retenus sont répartis en 2 groupes :

- 8 essais servant pour le calcul de la valeur fertilisante. Ici ont été utilisés les essais des départements de l'Ardèche, du Cantal, de la Creuse, de la Lozère avec le site du « Fenestre », de la Haute-Loire, du Puy-de-Dôme et du Rhône. La Haute Vienne a également été utilisée pour ces calculs, mais uniquement pour les 2 premières années.
- 1 essai relatif à l'étude de l'apport des produits organiques. Cette étude était faite uniquement sur le département de la Lozère sur le site « Le Viala ».

Suite aux résultats obtenus après l'analyse séparée de chaque département, une confrontation a eu lieu avec le Groupe Compost Massif Central (GCMC). Il a été décidé que les départements seraient considérés comme des blocs (répétitions). La moyenne des blocs de chaque département était ainsi considérée comme valeur du département.

En ce qui concerne les traitements statistiques des données après regroupement, chaque traitement était analysé en valeur relative par rapport au témoin non fertilisé (valeur exprimée en pourcentage du témoin). Cela permet de lisser les écarts de valeur absolue qui existent entre chaque département tout en permettant une comparaison entre eux. Les sites étaient considérés comme des répétitions (ou blocs), les valeurs données étant les moyennes des blocs de chaque site. Tous les départements sortants comme résidu suspect (valeurs trop éloignées des autres) à l'issue des tests statistiques ont été enlevés de l'analyse statistique. Ces résidus suspects étaient généralement dus à des erreurs d'expérimentations (mauvais dosage des produits organiques, pâture accidentelle d'animaux sur le site d'expérimentation...).

Après cette présentation des diverses méthodes utilisées, nous allons aborder les résultats obtenus par chacune d'elles en présentant successivement les résultats issus des suivis, puis ceux des enquêtes et enfin, ceux des expérimentations.

Chapitre 4 : Suivi de trois exploitations

1. PRESENTATION DES EXPLOITATIONS SUIVIES

11. Une région propice à l'élevage

Les trois exploitations suivies se situent dans la petite région agricole dite du Livradois. Cette région est une zone granitique d'altitude (800 à 900 m), caractérisée par des sols sablo-limoneux ou sablo-argileux, acides (pH 5,2 à 6,0) avec une pluviométrie moyenne de 850 mm par an (Boisdon et al., 2005). Le territoire possède une vaste surface boisée (50 à 55 % du territoire en moyenne) ainsi qu'un important réseau hydrographique, sensible en raison de la présence d'espèces protégées (moules perlières, écrevisses à pattes blanches...).

La SAU agricole de cette région est caractérisée par la place très importante de la surface en herbe qui représente 86 % de la surface agricole. La SCOP est constituée principalement de céréales à paille et de maïs, auto consommés pour 95 %. Les exploitations agricoles ont une SAU de 42 ha en moyenne, mais doivent faire face à un parcellaire très morcelé. Les productions principales sont le lait de vache (55 % des exploitations), notamment pour la transformation fromagère, et les vaches allaitantes. Les autres productions agricoles sont minoritaires. Le chargement est faible avec 0,85 UGB/ha (Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme, 2003).

Autour d'un village principal donnant le nom à la commune, de nombreux petits hameaux, généralement composés d'une à deux maisons, sont répartis sur l'ensemble du territoire. La commune, sur laquelle les trois exploitations suivies sont situées, comporte ainsi 41 hameaux répartis sur une surface de 1 849 ha (densité de population : 9,5 hab./km²). Chacune des exploitations suivies est ainsi un hameau à part entière. Cet habitat très dispersé peut gêner l'utilisation des engrais de ferme, en particulier si l'agriculteur veut respecter les distances d'épandage réglementaires.

Ces exploitations ont déjà fait l'objet d'un suivi avec cinq autres exploitations agricoles pour comparer l'utilisation des engrais de ferme sur prairie de montagne en agriculture biologique et conventionnelle (Capitaine et al., 2009).

12. Élevage Li01

121. Production et manipulation des effluents d'élevage

1211. Présentation de l'exploitation

En EARL, M. et Mme Li01 élèvent 50 vaches laitières sur 73 ha (dont 14 ha de SCOP), en agriculture conventionnelle. Ils élèvent également 24 à 25 bœufs par an pour la boucherie. Les

animaux sont nourris à l'ensilage de maïs et d'herbe, à l'enrubannage et au foin. L'exploitation est généralement autosuffisante en paille, sauf lors d'années climatiques exceptionnelles. L'exploitation n'est pas encore aux normes. Lors du suivi, les effluents d'élevage à gérer étaient du lisier issu des vaches laitières et du fumier issu des veaux et des génisses.

En raison de l'incendie du bâtiment de stockage des fourrages en septembre 06, un nouveau bâtiment a été construit au printemps 2007. Il comprend un hangar de stockage des fourrages et une stabulation libre paillée pour les génisses de 1-2 ans. L'ancienne aire paillée des génisses de 2-3 ans a été transformée en logettes sur caillebotis avec production de lisier. Cela facilite l'acclimatation des génisses au système logettes, tout en libérant de la place pour accueillir éventuellement d'autres vaches laitières. Les veaux sont restés logés à l'identique. La transformation de l'aire paillée des génisses a également permis à l'agriculteur de supprimer le curage contraignant du fumier. En effet, en raison de la faible hauteur de l'appentis, il était nécessaire d'effectuer de nombreuses manœuvres pour curer le fumier de ce bâtiment. Le passage en système lisier a résolu ce problème. Les pratiques présentées par la suite ont été enregistrées avant la création de ce nouveau bâtiment.

Li01 et Li02 sont frères. S'ils ont cependant préféré s'installer individuellement pour éviter toute discorde dans la famille, ils travaillent fréquemment ensemble et possèdent du matériel en commun.

1212. Les bâtiments d'élevage

La maison d'habitation est à 90 m du bâtiment d'exploitation. Il n'y a pas d'autres habitations dans le hameau. Les vaches laitières sont dans un bâtiment de type logettes + tapis avec couloirs de circulation en caillebotis. La fosse de stockage du lisier de 450 m³ est située sous les vaches laitières. Ce choix fut fait délibérément lors de la conception du bâtiment en 1990 par Mme Li01 qui craignait l'émission de mauvaises odeurs et la chute d'enfants dans la fosse. Les eaux blanches, vertes et brunes sont stockées dans la fosse à lisier. Les génisses et les velles sont en stabulation libre sur aire paillée. L'exploitation utilise également un parc à veaux pour les veaux mâles dans une ancienne étable. Le fumier est curé manuellement et stocké sur une fumière bétonnée voisine avec les déchets végétaux et de la basse-cour.

La Figure 4.1 présente les périodes de présence en bâtiment des animaux pour l'exploitation Li01. La rentrée définitive à l'étable se fait généralement fin novembre. Les vaches passent cependant la majeure partie de leur temps en bâtiment à partir de début novembre, en raison du passage à la ration hivernale.

Li 01	août	sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil
Velles + veaux pour élevage en bœufs		vêlage								augmentation de la taille de l'aire paillée disponible		
Génisses 1 à 2 ans									15/04			
Bœufs									01/04			
Vaches laitières			01/11	15/12						20/04		
			18 à 20 h / j en bâtiment,									
					100 % en bâtiment							

Figure 4.1 : Dates moyennes de rentrée à l'étable et de mise à l'herbe des animaux de l'exploitation Li01

122. Allocation des effluents d'élevage

1221. Les surfaces exploitées

L'exploitation dispose d'une SAU de 73 ha répartie entre 12 à 14 ha de SCOP (6 à 7 ha de maïs, 6 à 7 ha de triticale ou d'orge d'hiver), 30 hectares de prairies temporaires et 28 ha de prairies permanentes. Près de 33 ha sont à proximité immédiate des bâtiments, 27 ha se situent entre 2 et 3 km, une parcelle de 13 ha est à 6 km.

La surface légalement épandable, d'après l'agriculteur, est de 60 ha, l'unique restriction étant la présence de pentes trop fortes sur 2 ha. En pratique, la parcelle de 13 ha à 6 km ne reçoit jamais d'effluents d'élevage en raison de son éloignement. Aucune restriction réglementaire (distance aux rivières et aux habitations notamment) n'est mentionnée par l'exploitant. De nombreuses parcelles de l'exploitation se trouvent pourtant à proximité d'habitations ou de rivières (cf. paragraphe 11 ci-dessus). L'exploitant ne respecte donc que partiellement les restrictions réglementaires à l'épandage. La surface légalement épandable est donc inférieure aux 60 ha mentionnés par l'agriculteur.

En année climatique moyenne, l'exploitation est auto-suffisante. Le foin est le principal fourrage de l'exploitation (35 % des besoins fourragers). Les 7 ha de maïs ensilage (11 t MS/ha en moyenne) assurent le quart de ces besoins. Les 35 % restants sont couverts par l'ensilage d'herbe et l'enrubannage. En année de sécheresse, le bilan fourrager est fortement déséquilibré en raison de la sensibilité des rendements du maïs ensilage à cet aléa climatique.

1222. Le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents

L'exploitant raisonne la fertilisation en fonction du type de récolte de la parcelle. Il n'a jamais effectué d'analyse de ses effluents ou de pesée de son épandeur et de la tonne à lisier. La totalité des travaux concernant les effluents (curage, transport, épandage) est effectué par M. Li01. Sa femme

intervient pour des travaux d'appoint tels que le curage des endroits inaccessibles dans le bâtiment par les tracteurs, l'épandage du produit désinfectant après curage ou le paillage...

(i) Gestion du fumier

Une fois curé, le fumier est stocké sur les futures parcelles de maïs, soit un éloignement du bâtiment de 3 km au maximum. Il sera ensuite épandu en totalité sur ces parcelles à raison de 40 à 50 t/ha. Le lieu de stockage du fumier reste cependant le même si une parcelle est implantée plusieurs années de suite en maïs. Le fumier est ensuite épandu à l'aide d'un épandeur à fumier, à 2 hérissons verticaux et de capacité 8 t, en copropriété avec Li02 et l'oncle de Li01.

Lorsque l'exploitant a trop de fumier pour la surface en maïs de l'année (déclenchement quand la dose supposée de fumier dépasse les 50 t/ha), il fait appel à la CUMA de compostage du Puy-de-Dôme pour en composter 30 à 50 %. Le compost est alors apporté à raison de 40 t/ha sur les céréales (orge et triticale). Les doses de fumier sont assez importantes, mais l'exploitant les estime nécessaires car il n'apporte aucun engrais de synthèse complémentaire. Le calendrier prévisionnel de gestion du fumier dans la Figure 4.3 ci-après éclaire les pratiques de l'agriculteur.

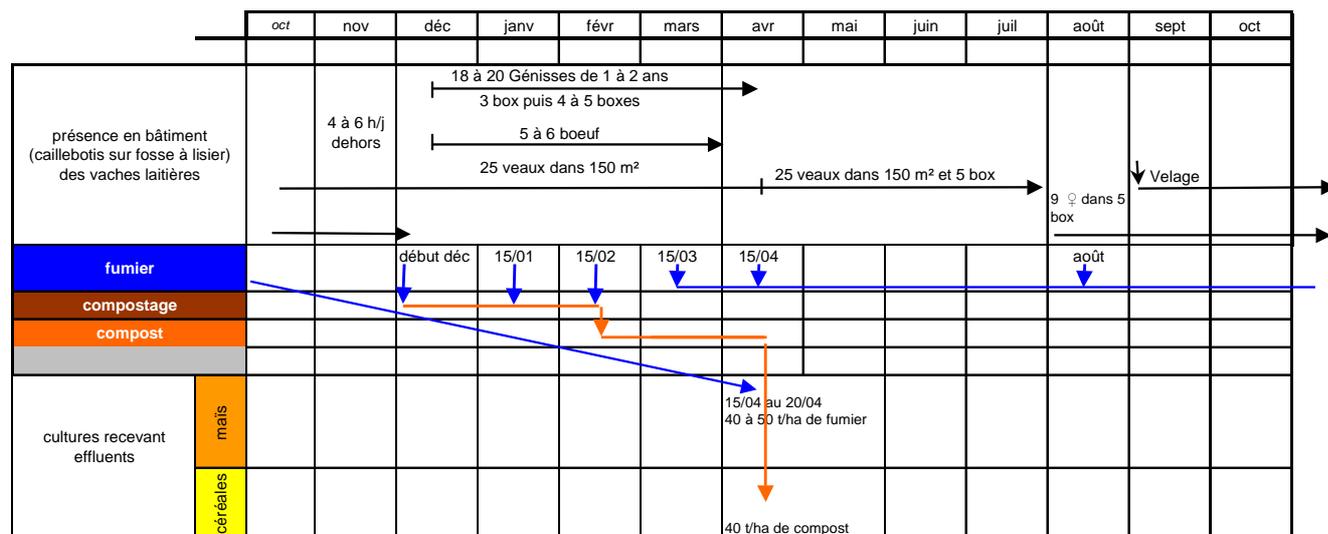


Figure 4.2 : Calendrier d'épandage du fumier produit chez Li01

(ii) Gestion du lisier

Les logettes reçoivent de la sciure une fois par mois à raison de 15 kg / logette. Même s'il est épaissi par cet apport de sciure, le lisier est repris sans dilution. Les eaux blanches, brunes et vertes assurent en effet une viscosité suffisamment faible du lisier pour qu'il puisse être facilement pompé. Afin de faciliter la reprise et pour avoir un produit homogène, le lisier est brassé avec une hélice malaxeuse branchée sur la prise de force d'un tracteur. Le lisier est épandu avec une tonne de 8 m³ en copropriété avec Li02. L'exploitant ne compte cependant que 7 m³ par tonne à lisier, car il

estime qu'elle n'est jamais totalement remplie (prise en compte du phénomène de bulle d'air mentionné dans l'analyse de nos enquêtes au Chapitre 5 : 2342).

Les prairies temporaires sont semées avec, d'une part, des associations Ray-Grass Anglais – trèfle violet (ou trèfle blanc) sur les parcelles ensilées avec pâture ou uniquement pâturées et d'autre part, du dactyle, seul ou en association avec de la luzerne pour les parcelles destinées exclusivement à la production de fourrage. La moitié des prairies temporaires entrent dans une rotation avec les céréales. La rotation n'est pas fixe, la baisse de rendement des prairies après 5 ans d'implantation étant le critère de déclenchement du retournement.

La Figure 4.3 ci-après présente le calendrier prévisionnel de gestion du lisier mis en place par l'agriculteur.

		oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct
lisier					fin 01, début 02	01/03	20/03				25-juil			10/10 au 15/10
cultures recevant effluents	prairie temporaire ensilée				7 à 8 tonnes à lisier soit 80 à 60 m ³	environ 10 tonnes à lisier soit 70 m ³	vidange complète de la fosse = 450 m ³							
	céréales						27 ha couverts							6 ha soit 150 m ³
	dérobée (après orge d'hiver)										avant semis dérobée sur 2-3 ha soit 75 m ³			

Figure 4.3 : Calendrier d'épandage du lisier produit chez Li01

Le lisier est épandu à une dose unique de 25 m³/ha, sur toute la surface ensilée ou fauchée, avant les céréales et après une orge d'hiver pour faciliter l'implantation de la dérobée. L'objectif est de minimiser les achats d'engrais de synthèse en valorisant au mieux le lisier et son effet azote. Il n'y a aucun apport de lisier sur les parcelles pâturées pour éviter les problèmes d'appétence : « *le lisier, les vaches n'aiment pas ça* ».

Les parcelles ensilées reçoivent donc un apport de lisier fin février ou début mars (25 m³/ha), 150 kg de sulfonitrate au 15 avril après la première coupe (environ 50 unités de N) et, de nouveau, 150 kg de sulfonitrate après la deuxième coupe. Si la parcelle est pâturée après la première coupe, l'apport de sulfonitrate n'est que de 100 kg. Les parcelles pâturées reçoivent 250 kg / ha d'un engrais complet (14-11-21) début avril. Elles sont également chaulées tous les 3 ans, fin janvier, à raison de 800 kg/ha de chaux vive.

La dose unique d'épandage de 25 m³/ha ne correspond pas à un nombre de tonneaux de lisier par hectare. L'agriculteur a donc vraisemblablement du mal à maintenir cette dose au cours de ses différents épandages. La comparaison du calendrier prévisionnel d'épandage avec les épandages

réalisés en 2006 (cf. Tableau 4.1) montre ainsi une sur-estimation des surfaces épandues dans le calendrier prévisionnel par rapport aux pratiques réelles.

	Prévisionnelle	Déclaré en 2006
Production de lisier en m ³	800	805
Surface épandue en ha	32	27
Dose de lisier en m ³ /ha	25	29,8

Tableau 4.1 : Comparaison des volumes, surfaces et doses selon le calendrier prévisionnel et le cahier d'épandage de 2006 chez Li01

En 2006, l'exploitant ne couvre que 27 ha avec du lisier (soit 5 ha de moins qu'au prévisionnel). Cela s'explique par une dose réelle d'épandage du lisier proche des 30 m³/ha (soit 5 m³ de plus). Une meilleure gestion de la fertilisation organique de l'agriculteur passerait donc par une diminution des doses réelles d'épandage.

123. L'enregistrement des pratiques

L'exploitant enregistre ses pratiques sur un cahier selon une ordre spatial puis chronologique. Le cahier d'épandage est un modèle type fourni par le contrôle laitier du Puy-de-Dôme. Afin d'avoir une vision pluri-annuelle des pratiques de fertilisation, le cahier d'épandage permet de noter, pour une parcelle, 5 années de pratiques fertilisantes à raisons de 5 pratiques par an. Il s'agit donc d'un modèle de cahier d'épandage permettant à l'agriculteur d'appréhender facilement les apports de matière fertilisante dus à ces pratiques. M. Li01 a suivi une formation et acheté un logiciel informatique pour gérer le cahier d'épandage, mais il ne l'utilisait jamais au final. Il est donc revenu à la « bonne version papier ».

Sur le cahier d'épandage sont notés les doses apportées en épandeurs à fumier, en tonneaux de lisier ou en kg d'engrais. La conversion en unités n'a lieu que par la suite. Globalement, les apports d'engrais et de lisier sont bien enregistrés. Pour le fumier, l'exploitant avoue que c'est plus aléatoire car les parcelles concernées ne sont pas engagées en PHAE. Ses pratiques sur ces parcelles ne sont donc pas contrôlées. Il dit ainsi noter à l'œil les apports de fumier réalisés.

13. Élevage Li02

131. Production et manipulation des effluents d'élevage

1311. Présentation de l'exploitation

M. et Mme Li02 élèvent 28 vaches laitières et 52 vaches allaitantes sur 90 ha tout en herbe. Les animaux sont nourris à l'ensilage d'herbe, à l'enrubannage et au foin. C'est une exploitation individuelle en agriculture conventionnelle, qui comprend deux sites avec bâtiments d'élevage séparés de trois kilomètres. L'exploitation achète 80 t de paille par an en raison de l'absence de céréales dans la rotation. Les exploitants emploient un salarié à mi-temps, alternativement avec

Li03 et un autre agriculteur. Le salarié travaille sur l'exploitation trois jours la première semaine, puis deux jours la semaine suivante. Les jours ne sont pas fixés et des arrangements réguliers ont lieu entre Li02 et Li03 selon les besoins et les pics de travail.

Lors du suivi, les effluents d'élevage à gérer étaient du lisier issu des vaches et des génisses laitières et du fumier issu des autres animaux. L'exploitation a été mise aux normes en 2005 ce qui a considérablement modifié les pratiques de gestion des effluents d'élevage. Par exemple, le lisier produit par les vaches laitières n'est plus épandu que 3 fois par an contre 9 à 10 fois auparavant.

1312. Les bâtiments d'élevage

(i) Sur le site principal ou site 1

La maison d'habitation est à 20 m du bâtiment d'exploitation. Il n'y a pas d'autre habitation dans le hameau. Les 28 vaches laitières sont dans un bâtiment de type logettes + tapis, avec un couloir sur caillebotis. Le lisier est raclé manuellement une fois par jour, stocké sous bâtiment et évacué, toutes les 3 semaines à 1 mois, dans la fosse géomembrane non couverte voisine. Cette évacuation peu fréquente dans la fosse géomembrane permet de bénéficier de l'effet chasse d'eau, facilitant ainsi l'évacuation du lisier. Les eaux vertes, blanches et brunes sont dirigées vers la fosse à lisier des vaches laitières. Les génisses laitières sont sur caillebotis intégral avec fosse de stockage sous caillebotis. Les velles sont sur aire paillée, curée à la fourche de tracteur. Une douzaine de vaches allaitantes, leur suite et un taureau sont logés en stabulation libre sur aire paillée, avec accès au champ pour les veaux. Les veaux gras sont sur aire paillée curée manuellement. Le fumier, évacué manuellement, est stocké sur une fumière avec récupération des jus.

La Figure 4.4 présente les périodes de présence en bâtiment des animaux pour le site principal de Li02. La rentrée à l'étable était généralement faite au 15 novembre. En raison des années climatiques difficiles qui se sont enchaînées, Li02 essaye de retarder cette date au 1^{er} décembre.

Li 02 site principal	août	sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil
Velles et veaux gras	vêlage ←-----→							10/03 départ pour le site secondaire				
		15/08			←-----→ vente des veaux gras							
Génisses laitières et vaches laitières				01/12					20/04			
Vaches allaitantes				01/12					20/04			
									départ veaux pour le site secondaire			

Figure 4.4 : Dates moyennes de rentrée à l'étable et de mise à l'herbe des animaux du site principal de Li02

(ii) Sur le site secondaire ou site 2

Des maisons d'habitation sont situées à une cinquantaine de mètres du bâtiment d'exploitation. Une trentaine de vaches allaitantes et une dizaine de broutards sont logés en stabulation libre sur aire paillée. Une dizaine de vaches allaitantes, les génisses allaitantes et les génisses laitières pleines sont à l'attache, dans une étable entravée avec évacuateur de fumier à l'arrière. Le fumier est curé tous les jours dans l'évacuateur qui le dépose à l'extérieur sur une fumière non couverte. Les jus sont récupérés et stockés dans une fosse à purin enterrée et couverte, extérieure au bâtiment.

La Figure 4.5 présente les périodes de présence en bâtiment des animaux pour le site secondaire de Li02.

Li 02 site secondaire	août	sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil
Vaches allaitantes + broutards aire paillée				01/12 ◆					20/04 ▶			
Veaux venant du site principal	vêlage								20/04 ◆		15/07 ▶	
Vaches allaitantes, génisses allaitantes et laitières				01/12 ◆					30/04 ▶			

Figure 4.5 : Dates moyennes de rentrée à l'étable et de mise à l'herbe des animaux du site secondaire de Li02

132. Allocation des effluents d'élevage

1321. Les surfaces exploitées

L'exploitation dispose d'une SAU de 90 ha tout en herbe. Le parcellaire est morcelé et dispersé (de 3 à 18 km par la route). Le site principal d'exploitation, valorisé par les vingt vaches laitières, comprend 17 hectares aux portes des bâtiments. L'îlot d'environ 10 hectares, situé à 3 km, est lui aussi valorisé par les vaches laitières. Plus de 50 % de la SAU n'est pas labourable, 24 % n'est même pas récoltable. Les éleveurs valorisent ce parcellaire morcelé et difficile avec le troupeau allaitant.

La surface pratiquement épandable est de 65 ha, d'après l'agriculteur. Les restrictions sont dues pour 13 ha à la pente et pour 12 ha à une distance trop importante (18 km) aux bâtiments d'exploitation. La surface légalement épandable, d'après l'étude officielle, est aussi de 65 ha. Les restrictions sont cependant différentes. Elles sont dues à la pente (15 ha), à la distance aux habitations (5 ha) et à la distance aux rivières (5 ha). Ces restrictions, en particulier celles liées aux distances, sont très difficiles à respecter pour l'agriculteur. Il devrait tout d'abord s'interdire d'épandre à proximité de sa propre habitation (2 ha) ce qui lui paraît totalement aberrant. Il lui

faudrait ensuite s'abstenir d'épandre sur des parcelles parmi les plus productives (fauche) de son exploitation et concentrer le fumier et le lisier sur des parcelles de moindre intérêt (pâture). C'est, pour lui, l'antithèse d'une gestion réfléchie de ses effluents d'élevage. Pour l'instant, il effectue les épandages sans tenir réellement compte de ces restrictions, surtout en l'absence de réaction de ces voisins. Il appréhende notamment le jour où quelqu'un discutera de la pertinence de ses pratiques. Il craint que cela ne fasse cas d'école avec effet boule de neige, toute la population locale pouvant alors discuter du bien fondé de ses pratiques.

1322. Le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents

La fertilisation est raisonnée en fonction du type de récolte. Les parcelles pâturées reçoivent, début avril, 300 kg d'engrais complet (14-11-21). Les parcelles ensilées reçoivent de l'ammonitrate à raison de 200 kg (67 unités de N) autour du 10 avril et de 160 kg (54 unités de N) début juin après la 1^{ère} coupe. Pour la fertilisation organique et calcique, les parcelles ensilées reçoivent en alternance une année du lisier (24 m³/ha début avril), une année du fumier (28 t/ha début janvier), une année de la chaux vive. Le chaulage est donc effectué tous les 3 ans sur l'ensemble des parcelles à raison de 1 000 kg/ha de chaux vive. Toutes les prairies temporaires sont des associations dactyle – trèfle blanc. La luzerne est exclue des rotations par crainte de météorisation. La baisse des rendements est le facteur déclenchant du renouvellement des prairies temporaires implantées pour généralement 4 à 7 ans. En année climatique normale, malgré un chargement élevé (1,4 UGB / ha SFP), l'exploitation est auto-suffisante en fourrages grâce à des rendements satisfaisants (4,4 t MS / ha d'ensilage d'herbe par ex.). En année de sécheresse, l'exploitant achète d'importantes quantités de concentrés et de co-produits (pulpe de betterave, drèches...) pour atteindre l'équilibre fourrager.

(i) Gestion du fumier

Les fumières ont été mises en place lors de la mise aux normes en 2005. Elles ont été restreintes au minimum permis par la législation (soit quatre mois de stockage), pour des questions de coûts et d'encombrement des sites d'exploitation. Le fumier, une fois évacué des bâtiments et des fumières, est stocké sur deux sites privilégiés situés chacun à environ 500 m des bâtiments. Afin d'éviter tout écoulement dans des sources situées en contrebas du stockage, les lieux de stockage peuvent être déplacés pendant une à deux années (cas en 2007 et 2008) pour faire reposer le sol, avant de revenir sur les sites privilégiés. Le fumier est ensuite épandu à l'aide d'un épandeur à fumier, à 2 hérissons verticaux et de capacité 8 t, en copropriété avec Li01 et leur oncle.

(ii) Gestion du lisier

Le lisier est épandu avec une tonne de 8 m³ en copropriété avec Li01. Contrairement à Li01, l'exploitant ne tient pas compte du remplissage partiel de la tonne à lisier. Il considère donc que 8 m³ sont épandus par tonneau. La fosse géomembrane dispose d'un broyeur-malaxeur fixe

permettant d'homogénéiser le lisier. Les exploitants disposent également d'une petite hélice malaxeuse mobile pour brasser le lisier pour les fosses des vaches et des génisses laitières. Depuis la mise aux normes, aucune dilution n'est plus nécessaire dans la fosse des vaches laitières, avant évacuation. En revanche, une dilution est toujours nécessaire pour la fosse sous caillebotis des génisses. Cette dilution se fait avec du purin (prélevé dans la fosse du site secondaire ou avec de l'eau potable. L'exploitant ne sait cependant pas évaluer le taux de dilution.

(iii) Calendriers d'épandage

Pour éclairer les pratiques de l'agriculteur, nous présentons les calendriers prévisionnels de gestion du lisier et du fumier dans les Figure 4.6 et Figure 4.7 ci-après.

Li 02		oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct
fumier vaches allaitantes et veaux site principal					50%		50%		stockage au champ					
					40%		40%		stockage au champ					
									stockage au champ					
fumier vaches allaitantes aire paillée site secondaire					40%		40%		stockage au champ					
									stockage au champ					
									stockage au champ					
fumier vaches allaitantes et génisses étable entravée site secondaire					curage quotidien				stockage sur fumière					
					40%		40%		stockage au champ					
									stockage au champ					
cultures recevant effluents	prairie temporaire ensilée				20 à 25 t / ha									
	prairie fauchée				15 à 20 t / ha									
	prairie pâturée				15 à 20 t / ha									

Figure 4.6 : Calendrier d'épandage du fumier produit chez Li02

Li 02		oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct
Lisier vaches et génisses laitières site principal								40%		40%		20%		
Purin vaches allaitantes et génisses site secondaire							50%			50%				
cultures recevant effluents	prairie temporaire ensilée						3 à 4 tonneaux / ha soit 25 à 30 m3/ha			sur regain (moindre valeur fertilisante du lisier) 3 tonneaux / ha soit entre 20 à 25 m3/ha		avant semis de renouvellement de prairie 3 à 4 tonneaux / ha soit 25 à 30 m3/ha		
	prairie fauchée													
	prairie pâturée													

Figure 4.7 : Calendrier d'épandage du lisier produit chez Li02

133. L'enregistrement des pratiques

Les exploitants enregistrent triplement leurs pratiques. Au fur et à mesure de la réalisation des épandages, les différentes opérations (date, lieu et nombre d'épandeurs ou de tonneaux) sont notées sur des feuilles volantes par M. Li02 ou son ouvrier. Cet enregistrement est ensuite repris par Mme Li02 sur un support papier fourni par le contrôle laitier du Puy-de-Dôme, support identique à Li01. Les épandeurs ou tonneaux sont alors convertis en t ou m³. Enfin, les enregistrements sont repris sur support informatique avec le logiciel Planfum vendu par la Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme. Afin de bien maîtriser le logiciel, Mme Li02 suit régulièrement les formations proposées par les techniciens de la Chambre.

Si ce triple enregistrement peut paraître contraignant et source d'erreurs par les reprises successives des informations, c'est une absolue nécessité pour les exploitants : « *Il faut écrire le plus possible, car c'est la mémoire de l'exploitation !* ». L'enregistrement est réel et fiable depuis la mise aux normes en 2005 et l'achat du logiciel Planfum, qui permet d'établir un plan prévisionnel de gestion de la fertilisation organique et minérale de synthèse. Pour que ce plan prévisionnel soit valable, l'enregistrement des pratiques doit être régulièrement mis à jour et de façon fiable. Ayant conscience des informations nécessaires et de l'importance d'une saisie correcte, l'enregistrement des pratiques est particulièrement soigné chez Li02. Dans le cadre de Planfum, une analyse de lisier a été réalisée en 2006. Avec le logiciel et l'analyse du technicien, les doses de lisier apporté / ha ont été nettement diminuées (passage de 35-40 m³/ha à 25-30 m³/ha). Les doses étaient auparavant trop fortes entraînant un gaspillage important d'azote.

14. Élevage Li03

141. Production et manipulation des effluents d'élevage

1411. Présentation de l'exploitation

M. Li03 élève 24 vaches laitières et leur suite sur 37 ha de SAU (dont 6 ha de SCOP). C'est une exploitation individuelle en agriculture biologique. Les animaux sont nourris à l'ensilage d'herbe, à l'enrubannage et au foin. Li03 emploie un salarié 1,5 jours par semaine alternativement avec Li02 et un autre agriculteur. Il permet de suppléer M. Li03 à l'emploi du temps particulièrement chargé (maire de la commune et co-directeur d'une laiterie artisanale). Les fourrages conservés se répartissent entre le foin (50 %), l'ensilage (37 %) et l'enrubannage (12 %). Malgré un chargement élevé (1,3 UGB/ha SFP) et une quantité faible de fourrages récoltés (environ 2 t de MS / UGB), l'élevage est auto-suffisant en fourrages en année climatique normale.

Lors du suivi, les effluents d'élevage à gérer étaient du lisier issu des vaches laitières et du fumier issu des veaux et des génisses. Le fumier est systématiquement composté par la CUMA de compostage du Puy-de-Dôme.

1412. Les bâtiments d'élevage

La maison d'habitation est à 20 m du bâtiment d'exploitation. Il n'y a pas d'autres habitations dans le hameau. Le bâtiment des vaches laitières est de type logettes paillées (paillage très faible) avec couloir central raclé manuellement 1 fois par jour. La fosse à lisier, extérieure et non couverte, a une capacité de 230 m³. Les eaux vertes, blanches et brunes sont dirigées vers la fosse à lisier des vaches laitières. Les génisses sont sur aire paillée. Les velles sont d'abord élevées dans des cases à veaux paillées avant d'être transférées sur l'aire paillée des génisses. Les eaux vertes, blanches et brunes sont dirigées vers la fosse à lisier des vaches laitières. La Figure 4.8 présente les dates moyennes de rentrée à l'étable et de mise à l'herbe, conditionnées par les conditions météorologiques et la portance du sol.

Li 03	août	sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	
Velles	←----- vèlage ----->												
Génisses 1 à 2 ans									10/04				
Vaches laitières			15/10	20/11					20/04				
			8 h / j en bâtiment		100 % en bâtiment						10/05		
										8 h / j en bâtiment			

Figure 4.8 : Dates moyennes de rentrée à l'étable et de mise à l'herbe des animaux de l'exploitation Li03

Les bâtiments ne sont pas aux normes et la fosse à lisier a, selon l'agriculteur, une capacité insuffisante de stockage. Il souhaiterait mettre les bâtiments aux normes, mais ne peut pas, en raison du coût prohibitif et de la taille trop faible de l'exploitation qui ne lui permet pas d'accéder aux aides. Si la mise aux normes devenait obligatoire et afin de minimiser les coûts, il construirait une seconde fosse à lisier qu'il relierait à la première.

142. Allocation des effluents d'élevage

1421. Les surfaces exploitées

L'agriculteur exploite 37 ha de SAU dont 5 à 6 ha de SCOP (triticale + pois). Toute la surface de l'exploitation est récoltable dont une grande partie labourable (près de 80 %). Avec 62 % des parcelles proches des bâtiments (soit 23 ha), l'éleveur dispose d'un parcellaire relativement bon. Le reste des parcelles est par contre éloigné de 4 à 7 km des bâtiments, ce qui n'en facilite pas l'exploitation.

La surface légalement épandable est de 32 ha pour le lisier (restriction de 2 ha due à la présence de rivières et de 2 autres hectares due à la proximité d'habitations) et de 34 ha avec le compost

(restriction de 1 ha pour cours d'eau et 1 ha pour présence d'habitations). Si les règles de distance aux rivières sont globalement bien respectées, l'épandage de lisier comme de compost peut se faire à proximité des habitations en l'absence de leurs propriétaires et après avoir obtenu leur accord. L'accord des habitants est une nécessité pour l'exploitant qui, en tant que maire de la commune, ne peut se permettre d'avoir des réclamations. L'éloignement des parcelles par rapport au siège d'exploitation n'est pas un critère restrictif pour l'épandage de lisier. Il l'est cependant pour l'épandage de compost, seules les parcelles à proximité de l'exploitation en recevant.

Lors du suivi, l'éleveur finalisait la négociation de 10 ha supplémentaires à 1,25 km des bâtiments. Une partie de ces terrains (2 à 3 ha selon l'exploitant) est marécageuse en raison de la résurgence de plusieurs sources. Elle ne pourra donc qu'être pâturée et sera considérée comme non épandable (légalement et pratiquement). Les 7 ha épandables ont déjà reçu une partie du compost produit lors de l'année de suivi, ainsi que 200 m³ de lisier. L'ancien exploitant de ces parcelles n'a, en effet, pas assuré de fertilisation sur ces parcelles lors des dernières années avant sa retraite (désintéressement pour l'entretien des parcelles). Il a autorisé Li03, qui souhaitait redresser rapidement la fertilisation, à apporter par anticipation du compost et du lisier sur ces parcelles afin de revaloriser ces parcelles avant la vente effective. La gestion du compost et du lisier est donc quelque peu inhabituelle en cette année de suivi.

1422. Le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents

Les prairies temporaires, association quasi-systématique de dactyle et luzerne, représentent près des deux tiers de la surface en herbe. En règle générale, elles sont implantées pour 5 ans avant d'être retournées et implantées en triticale – pois pour un an. La durée d'implantation de la prairie varie cependant en fonction de son rendement. Les prairies temporaires sont semées à 75 % sous couvert d'une avoine de printemps, les 25 % restant étant implantées à l'automne. Les prairies temporaires reçoivent 30 m³ de lisier durant l'année qui suit le semis. Pour le chaulage, l'agriculteur effectue un apport de carbonate de calcium en été. Il épand ainsi 1 400 kg/ha tous les 2 ans sur toutes les parcelles.

(i) Gestion du compost

Le fumier est stocké au champ situé au plus à 2 km de l'exploitation. Il est ensuite composté sur place. Le champ recevant le compost changeant tous les ans, le lieu de stockage change donc tous les ans. Le compost est épandu avec un épandeur en CUMA d'une capacité de 15 t selon les modalités présentées sur la Figure 4.9. Le compost est apporté en février à 15t / ha sur les parcelles de luzerne ensilées ou fauchées, à raison d'un retour tous les 3 à 4 ans (soit 4 ha couvert par an environ).

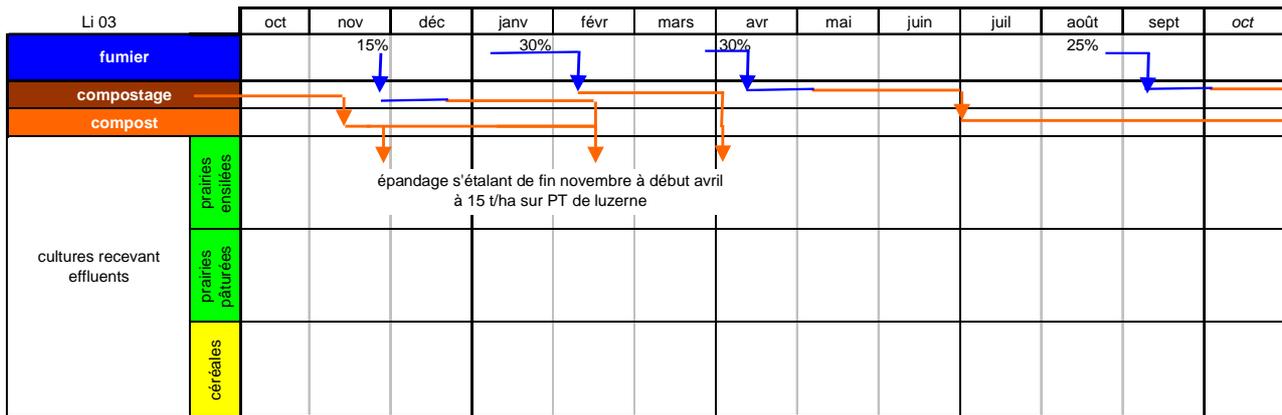


Figure 4.9 : Calendrier d'épandage du compost produit chez Li03

(ii) Gestion du lisier

Le lisier a été analysé en 2006. Il est brassé à l'aide d'une hélice malaxeuse en propriété se branchant sur la prise de force du tracteur. Il est épandu avec une tonne à lisier de 11,25 m³ en CUMA avec 10 autres agriculteurs. L'agriculteur a jadis su le poids de sa tonne à lisier pleine dans le cadre d'essais de pneumatiques. Il n'en a cependant plus connaissance.

Le lisier est épandu en décembre, février, mars, juin et juillet à raison de 35 m³/ha sur 5 ha de céréales et de 20 à 30 m³/ha sur prairies de luzerne, tant qu'il reste du lisier comme le montre la Figure 4.10. D'après l'agriculteur, l'épandage du lisier en décembre et février est fortement dépendant des conditions climatiques. Si les parcelles sont sèches et portantes, il épand sur les terres les plus éloignées, en pente ou plus fragiles. Si les parcelles sont humides, il privilégie l'épandage sur les parcelles saines, en bord de route afin de limiter au mieux l'impact négatif du passage d'engins sur la végétation. L'exploitant utilise également les eaux issues du fonctionnement de la laiterie, considérées comme peu fertilisantes, à raison de 30 à 80 m³/an.

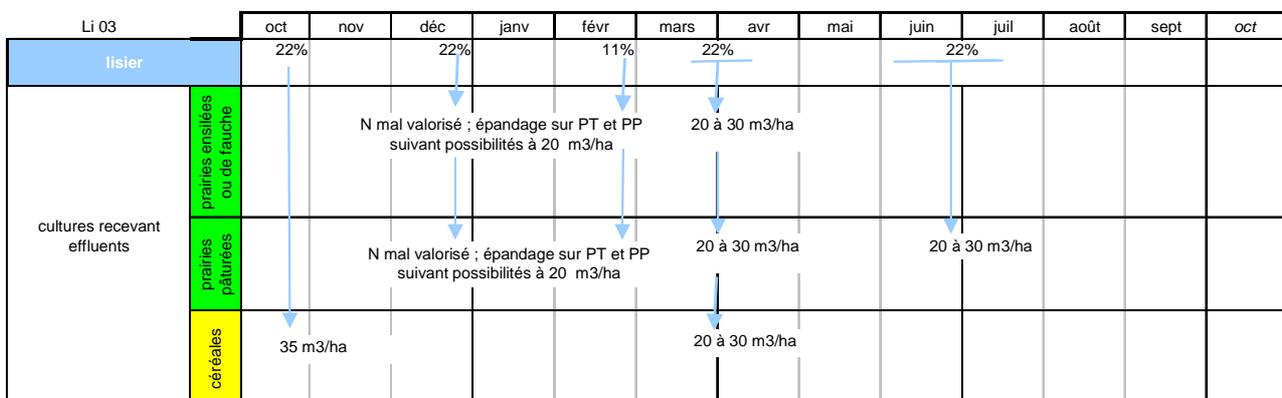


Figure 4.10 : Calendrier d'épandage du lisier produit chez Li03

15. L'enregistrement des pratiques

L'exploitant tient un cahier d'épandage constitué d'une feuille Excel fournie par l'EDE du Puy-de-Dôme. Cela permet de noter, par parcelle, la date d'apport et la dose apportée en m³ ou en t. L'ouvrier effectuant la quasi-totalité des épandages, il doit noter sur une feuille volante le nombre de tonneaux ou d'épandeurs apportés par hectare. Li03 convertit ces unités en m³ ou en t lors du report sur la feuille excel. La mise à jour de ce fichier informatique étant très irrégulière, les feuilles volantes sont parfois perdues ou très difficilement relues.

Suite à cette présentation des trois exploitations suivies, nous allons maintenant analyser les pratiques que nous avons observées.

2. LE FUMIER, UN PRODUIT A LA MANIPULATION COMPLEXE

Le fumier est manipulé au moins deux fois sur l'exploitation. Il est d'abord curé puis stocké au champ où il peut être transformé en compost. Il est ensuite épandu sur prairies ou sur cultures. Dans un premier temps, nous nous intéresserons plus particulièrement au curage du fumier. Nous étudierons, dans un second temps, l'épandage de ce même fumier.

21. Le curage du fumier, une étape de gestion à part entière

Le curage du fumier des bâtiments est une opération strictement à part de l'épandage dans les exploitations suivies. L'épandage du fumier n'intervient que dans un second temps, allant de quelques semaines à près d'une année. Six curages de fumier, d'une durée d'une demi-journée à une journée, ont été observés chez les exploitants : 2 chez Li01, 2 chez Li02 et 2 chez Li03. Les curages suivis chez Li02 ont eu lieu en début de journée sur le site secondaire (curage des parcs à broutards et taureaux) puis se sont poursuivis sur le site principal, distant de 3,15 km. Suivant le matériel à notre disposition (notamment les pesons), la disponibilité des agriculteurs et les conditions de suivi, le suivi du curage a quelque peu différé selon les exploitations et les jours de curage.

211. Facteurs de déclenchement du curage et conditions climatiques associées

2111. Un facteur déclenchant, la hauteur de fumier

Le facteur déclenchant de tous les curages est la hauteur de fumier accumulé dans les bâtiments. Les exploitants, pour déterminer cette hauteur, se servent de points de repère généralement liés à l'alimentation (Li01 et Li02) ou à l'abreuvement (Li03). Li03 déclenche le curage lorsque le fumier est à environ 50 cm sous l'abreuvoir. Li02, sur le site secondaire d'élevage, enclenche le curage lorsque le fumier passe sous les mangeoires et salit l'aire d'alimentation. Si ce n'est pas le cas et que le fumier évacué de l'étable entravée dépasse la hauteur possible pour l'évacuateur, il étale le fumier

sous l'évacuateur afin d'attendre ainsi le déclenchement normal de la phase de curage. Une fois la date du curage décidée, le paillage est limité au maximum, voire arrêté, afin de limiter le gaspillage. Si cette période de paillage réduit ou nul se poursuit plus longtemps que prévu (report de la date de curage par exemple), les animaux se salissent très vite. D'après Li03, le piétinement des animaux dans ces conditions tasse alors très fortement le fumier, le rendant parfois difficile à curer. Il s'agit donc d'arbitrer entre le paillage et les économies.

2112. Des conditions climatiques parfois difficiles

Les conditions climatiques lors des opérations de curage peuvent être très variables. Lors des suivis, le curage a ainsi eu lieu aussi bien en conditions neigeuses ou pluvieuses que sous un soleil radieux.

Le premier curage observé chez Li01 a eu lieu le 30/11/06. Il a été avancé de quelques jours par rapport à la date prévue précédemment (soit le 04 ou le 05/12), car l'agriculteur avait du temps disponible et la météo annonçait des conditions climatiques plus difficiles. Le curage a eu lieu par temps sec et assez ensoleillé, conditions idéales d'après l'agriculteur. Le second curage observé chez Li01 a été déclenché le 06/02/07 afin d'anticiper le retour de la neige qui pouvait tout bloquer. Afin de ne pas accumuler une hauteur de fumier trop importante et de devoir curer dans des conditions difficiles, le curage du fumier a été avancé d'une dizaine de jours. Le temps était froid et sec, ensoleillé, avec des gelées matinales. L'anticipation de Li01, par rapport aux conditions climatiques qui s'annonçaient, lui a permis de curer lors de nos deux observations dans d'excellentes conditions.

Le premier curage observé chez Li02 le 03/01/07 s'est déroulé dans des conditions très difficiles. Le terrain était recouvert d'une légère couche de neige de 5 à 10 cm. Le temps était couvert, les températures négatives et il a neigé en fin de journée alors que le curage n'était pas terminé. L'agriculteur a déclenché le curage car « *on ne peut rien faire d'autre, donc on cure aujourd'hui. La neige ? Ce n'est pas un souci pour curer !* ». Cette affirmation de l'agriculteur sera démentie par nos observations lors du curage. Le second curage observé chez Li02 le 13/03/07, a eu lieu dans des conditions climatiques plus favorables, mais restant peu agréables. Le temps était très nuageux, du brouillard stagnait par endroit et il bruinaut par moment. Les températures, négatives jusqu'au repas, étaient passées au-dessus de zéro en début d'après-midi avant de redevenir négatives en fin de curage. En raison du gel, le terrain était portant.

Le premier curage chez Li03 a eu lieu le 23/11/06. Il aurait dû avoir lieu une semaine auparavant au vu de la hauteur de fumier accumulé, mais la pluie abondante et les sols détrempés avaient entraîné son renvoi à des conditions plus favorables. Le jour du curage, le terrain était boueux à proximité des bâtiments en raison du passage des vaches laitières pour aller au pré. Les terres agricoles n'étaient pas totalement ressuyées. Le passage d'un tracteur et d'une benne chargée était susceptible de dégrader les prairies. L'agriculteur effectuait pourtant le curage ce jour là car la hauteur de

fumier devenait trop importante et que les conditions climatiques étaient peu susceptibles de s'améliorer rapidement avec l'approche de l'hiver. De plus, l'ouvrier n'était disponible que ce jour là pour la semaine en cours et que le curage n'a lieu qu'en sa présence afin de simplifier le travail. Lors du second curage du 06/02/07, les conditions climatiques étaient mitigées. Le ciel était très nuageux, du brouillard se maintenait par endroit (visibilité faible) et il bruinaut par moment, rendant les opérations de curage particulièrement salissantes. Il avait gelé le matin et la température n'a pas dépassé 5 °C au cours du curage. L'air était saturé d'humidité rendant le curage désagréable pour les intervenants. Le terrain était mouillé en surface, mais portant. Les deux curages observés chez Li03 se sont donc déroulés dans des conditions difficiles, où les terrains de stockage du fumier étaient susceptibles d'être dégradés par le passage des engins agricoles.

Globalement, nous constatons que les exploitants ont trois approches différentes pour déclencher le curage. Li01 est l'exploitant qui anticipe le plus par rapport aux hauteurs de fumier, afin d'avoir les conditions climatiques les plus favorables. Li03, une fois le curage prévu, n'hésite pas à retarder l'opération pour obtenir des conditions plus faciles. Li02 estime que le curage du fumier est une opération qui doit se dérouler lorsqu'il n'est pas possible de faire autre chose ; les conditions climatiques semblent ainsi moins lui importer, hormis le fait que les sols soient portants.

212. Matériel de curage et main-d'œuvre

2121. Matériel de curage

Lors du premier curage, Li01 a nettoyé les bâtiments avec un tracteur Renault Cérés 330 de 75 chevaux équipé de pneus avant à crans assez usés (patinage fréquent du tracteur). Ce tracteur, équipé d'une fourche crocodile, avait été prêté par son oncle. L'ancienne fourche avait en effet brûlé dans l'incendie du hangar à fourrages début novembre 2006. Ce tracteur était plus bas que celui utilisé habituellement ce qui lui a permis de s'avancer plus profondément sous l'appentis et donc de curer une plus grande surface avec le tracteur. Avec l'ancien matériel, le curage se finissait en grande partie manuellement. Par contre, l'exploitant ayant moins l'habitude de ce tracteur et de cette fourche, il avait estimé, lors du suivi, que cela avait pu entraîner une perte de temps par rapport à ses pratiques habituelles. Lors du second curage, l'exploitant utilisait son propre tracteur de 80 chevaux et une nouvelle fourche pélican 46-48. D'après Li01, cette fourche, équipée d'un godet en dessous, est un matériel plus performant et qui permet un travail plus propre. Le fumier est raclé plus facilement et il tombe moins au sol. Par contre, Li01 s'estimait peu habitué à ce matériel. Selon lui, le même travail de curage était donc effectué en plus de temps qu'il n'en fallait réellement.

Li02 utilise pour le curage un tracteur Massey Ferguson 3060 de 80 chevaux équipé d'une fourche Fauchaux prestige 120. Les pneumatiques du tracteur étaient récents.

Li01 et Li02 transportent le fumier à l'aide d'un tracteur Massey Ferguson n°6160 de 100 chevaux, attelé avec une benne simple essieu. Avec un PTAC⁴⁹ est de 11 800 kg, la benne peut contenir jusqu'à 8 500 kg de fumier pour un volume (avec réhausse) de 12,8 m³. La benne est équipée de pneus basse pression, à durée vie plus importante, pour amortir les chocs lors des voyages sur la route et minimiser le tassement des terrains de culture. Matériel en CUMA, la benne est particulièrement bien entretenue.

Pour curer le bâtiment, Li03 emploie un tracteur Renault 7014 de 67 chevaux, équipé d'une fourche crocodile AGRAM Q 630 en co-propriété avec un voisin. Des masses sont montées à l'arrière du tracteur pour le rééquilibrer. Les frais d'entretien et d'équipement de ce tracteur sont minimisés en raison de son grand âge. C'est pourquoi le tracteur est équipé, en pneus avant, de petites roues à rainures très usagées et, à l'arrière, de pneus à crans très usagés. En raison de ces pneumatiques très moyens et d'une puissance de traction trop faible, le tracteur patine beaucoup et peine à arracher le fumier de l'aire paillée. Cela entraîne des pertes de temps considérables selon l'agriculteur. La benne recevant le fumier est une remorque Rolland type M 12 à deux essieux avec un PTAC de 15 780 kg (capacité de transport de 12,5 t). Elle est tractée par un tracteur de 120 chevaux. Le tracteur et la benne sont du matériel loué à la CUMA à laquelle adhère Li03. Alors que la benne très utilisée est bien entretenue, le tracteur est utilisé par peu d'adhérents. Il enchaîne les petites pannes telles que celles de la prise de force ou du système hydraulique. Lors du second curage, la fourche était montée sur un des tracteurs du co-proprétaire de la fourche. Celui-ci a dit à Li03 de prendre le tracteur avec la fourche afin de ne pas perdre de temps et de lui ramener le matériel le soir-même. D'après l'employé en charge du curage ce jour-là, ce tracteur de 80 chevaux, équipé de pneus en assez bon état, a énormément facilité le travail. Avec, en moyenne, 0:04:30 gagnées par benne entre le curage 1 et le curage 2, soit un gain d'efficacité de 10 % environ pour chaque benne, le gain d'efficacité apporté par ce tracteur fut, en effet, immédiatement visible lors du second curage.

Globalement, les exploitants s'estiment satisfaits de leur équipement pour effectuer les curages et n'envisagent pas d'investir pour l'améliorer. Un meilleur équipement pneumatique des tracteurs servant au curage permettrait néanmoins un gain immédiat de temps au curage (meilleure transmission de la force du tracteur) et des économies d'énergie. Si un exploitant cherche à améliorer rapidement son rendement de curage, il doit donc s'intéresser à l'état des pneus des tracteurs concernés.

2122. Main-d'œuvre nécessaire

Le curage chez Li02 ou Li03 est généralement effectué par leur employé commun, avec ou sans l'aide des exploitants. Lors du premier curage chez Li02, le curage était ainsi assuré par Li02 alors que le transport était effectué par l'ouvrier. La femme de Li02 n'intervient pas dans les travaux de

⁴⁹ Poids Total Autorisé à Charge

curage. À l'inverse, Li01 effectue tous les travaux liés au curage, sa femme pouvant intervenir ponctuellement. La main-d'œuvre consacrée au curage est donc d'1 à 2 UTH. La deuxième UTH est ajoutée s'il n'y a rien de plus urgent à faire sur l'exploitation, le gain de temps apporté par cette UTH ne justifiant pas son utilisation systématique.

213. Des spécificités propres à chaque bâtiment

2131. Des bâtiments plus ou moins facile à curer

Tous les bâtiments présentent des avantages et des inconvénients à la préparation du curage, au curage ou encore au chargement du fumier. Afin d'avoir une vision transversale de tous les bâtiments, les caractéristiques des bâtiments, ayant des conséquences pour le curage, sont exposées dans le Tableau 4.2 ci-après.

Exploitant		Li01	Li02			Li03
			Site 1 veaux	Site 1 vaches allaitantes	Site 2 parcs broutards	
Bâtiments	Sol des bâtiments	Béton Nivelé	Terre Nivelé	Terre En cuvette	Béton Nivelé	Terre En cuvette et bosselé
	Contremarche	Faible (0,10 m) faible désagrément		Moy. (0,25 m) fort désagrément		Moy. (0,25 m) faible désagrément
	Hauteur des bâtiments	Insuffisante sous l'appentis (33 % du bâtiment)	suffisante	suffisante	Insuffisante près du mur (15 % du bâtiment)	suffisante
	Manœuvres du tracteur + fourche	Simple à difficiles	Extrêmement difficiles	Simple	Simple	Simple
Préparation des bâtiments	Sortie des animaux lors du curage	Difficile	Difficile	Très facile	Facile	Facile
	Contention des animaux lors du curage	Possible	Impossible	Impossible	Possible	Possible
	Suppression barrières	Possible et facile	Obligatoire et difficile	Obligatoire et moyen	Possible et facile	Possible et difficile
Chargement du fumier dans la benne	Facilité du chargement	moyen	difficile	moyen	moyen	Facile (présence d'un quai de chargement)
	Manœuvre de stationnement du tracteur + benne	Facile Marche arrière	Aucune Tour du bâtiment	Moyen à très difficile (selon conditions climatiques) Marche arrière en dévers	Aucune Tour du bâtiment	Aucune Tour du bâtiment

Tableau 4.2 : Caractéristiques des différents bâtiments ayant une influence sur le curage

Parmi les caractéristiques des bâtiments ayant une influence sur le curage, il y a le sol, la présence d'une contremarche, la hauteur du plafond et la taille du bâtiment. Un sol bétonné et nivelé facilite fortement la reprise du fumier au contraire d'un sol en terre. Le bâtiment de Li03 est un exemple parfait des bâtiments où le sol ralentit et complique le curage. Le sol était constitué de terre tassée lors de la construction du bâtiment. Les curages successifs ont fini par faire émerger un tuyau en béton qui part de la porte d'entrée du tracteur et traverse, en longueur, la totalité de l'aire paillée. Ce tuyau, qui affleure à la surface, empêche tout nivelage ce qui accentue encore les défauts du sol à chaque curage.

Les contremarches ont été construites pour séparer l'aire paillée du cornadis. Dans les faits, le fumier finit par s'accumuler dessus et il faut les curer comme le reste du bâtiment. Dans le bâtiment des vaches allaitantes (site 1) de Li02, la contremarche complique fortement le curage. Le tracteur doit en effet, descendre cette contremarche pour curer l'aire paillée. Pour curer contre la contremarche, le tracteur doit de plus rentrer en marche arrière. La hauteur des bâtiments est également un critère important. Lorsqu'elle est insuffisante, l'exploitant ne peut accéder au fumier avec la fourche qu'en prenant de multiples précautions et au prix de nombreuses manœuvres. Ces mêmes manœuvres sont également plus ou moins faciles suivant la largeur des bâtiments. Un bâtiment étroit est plus difficile à curer pour les exploitants car il entraîne des manœuvres supplémentaires et nécessite une attention plus soutenue pour ne rien accrocher avec le tracteur. Les bâtiments anciens (bâtiment veau, site 1, Li02) sont souvent inadaptés à l'utilisation d'engins agricoles de grosse taille, pourtant indispensables de nos jours pour effectuer le curage dans de bonnes conditions. Li01 et Li02 ont ainsi désaffecté d'anciens bâtiments de ferme, le curage avec tracteur y étant impossible. Les bâtiments construits plus récemment (tous les autres bâtiments) ne sont pas pour autant exempts de défauts comme nous venons de le montrer.

La situation et l'organisation des bâtiments dans l'exploitation agricole ont également leur importance. Le curage est facilité lorsqu'il est possible de mettre rapidement les animaux au champ ou de les contenir dans une partie du bâtiment. De même, si les barrières et les poteaux de contention peuvent être commodément attachés ou supprimés, le curage est plus aisé. Le dernier critère d'aide au curage porte sur le chargement du fumier dans la benne. L'absence de manœuvre de stationnement du tracteur avec benne permet un gain de temps évident. De même, la présence d'un quai de chargement du fumier comme chez Li03 permet à l'exploitant de mieux remplir la benne par une simple observation visuelle facilitée.

2132. Des bâtiments à préparer

Chaque exploitant prépare chaque bâtiment avant d'entamer les opérations de curage proprement dites. Il s'agit, tout d'abord et jusqu'à la fin du curage, de mettre les animaux au champ ou de les contenir dans une partie du bâtiment. Ensuite, les exploitants suppriment temporairement (planches en sortie de bâtiment, poteaux et barrières), attachent (barrières) ou déplacent (auges) les différents

aménagements du bâtiment afin de pouvoir curer en redescendant le moins possible du tracteur. Cette préparation permet ainsi d'améliorer l'efficacité des pratiques de curage proprement dites.

Lorsque les conditions climatiques et la portance des sols le permettent, les exploitants préfèrent toujours mettre les animaux au champ. Les animaux sont moins stressés et il n'y a pas besoin de changer le lieu de contention au fur et à mesure du curage. Cette préparation peut prendre de 0:15:00 jusqu'à 1:10:00, suivant les animaux à déplacer, la proximité des prairies, la main-d'œuvre disponible et les travaux à effectuer dans le bâtiment avant de démarrer le curage et.

L'opération inverse le soir prend toujours plus de temps (de 0:35:00 à 1:30:00) notamment en raison du paillage de l'aire. De plus, les exploitants, comme Li02, épandent parfois des poudres asséchantes type Actilith - Prosanex (Groupe Roullier) pour assécher, désodoriser et assainir la litière. Cet épandage a alors lieu juste après le curage et parfois par-dessus la litière en place. Ce produit satisfait l'agriculteur qui estime qu'il diminue les odeurs et favorise une bonne litière. Ce produit a des effets intéressants, mais son rapport prix (près de 1 500 € / t) / efficacité (sur aire paillée, 0,6 à 1 kg / UGB / semaine en 3 applications) le rend particulièrement coûteux (PEP Rhône-Alpes, 2001).

Les agriculteurs améliorent continuellement leurs pratiques de préparation en particulier pour gagner du temps lors de la remise en place du bâtiment le soir. Ainsi, Li01 a bouché les trous d'installation des poteaux entre les 2 curages, afin d'éviter leur bouchage par du fumier. Li02 nous a indiqué vouloir investir dans un système d'attache des auges plus pertinent pour ne pas perdre 15 minutes le matin et 10 minutes le soir à chaque curage pour les détacher et les remettre en place.

214. Des matières sèches de fumiers dans la norme

L'emplacement du fumier dans le bâtiment fait fortement varier son taux de matière sèche. Près des abreuvoirs ou du distributeur automatique de lait (DAL) pour les veaux, le fumier est plus riche en eau et donc plus lourd. Dans les zones compactées par l'important passage des animaux (près des abreuvoirs, des aires d'alimentation et des sorties si sortie régulière des animaux), le fumier est plus difficile à curer. Cette variation est visible dans le Tableau 4.3.

Exploitant	Suivi et site	Matière sèche du fumier après étuvage de 72 h en %		
		minimale	maximale	moyenne
Li01	Curage 1	18,3%	42,7 %	31,3 %
	Curage 2	20,5 %	23,9 %	22,1 %
Li02	Curage 1, site 1 VA	18,6 %	24,5 %	22,0 %
Li03	Curage 1	21,3 %	26,3 %	23,1 %

Tableau 4.3 : Variations des matières sèches des fumiers en bâtiment selon les exploitations et les curages

Lors du curage 1 chez Li01, la variation du taux de matière sèche du fumier était très importante. L'échantillon avec le taux de MS minimale se trouvait à proximité d'un abreuvoir. Le taux de MS moyenne très supérieur aux autres taux rencontrés s'explique par un paillage très important⁵⁰ des animaux pour garder une litière saine et lutter contre un problème de diarrhée des veaux. Exception faite de ce curage, le taux de matière sèche moyen de toutes les exploitations, soit 22,4 %, est proche du taux de MS moyen (22,1 %) d'un fumier de bovin très compact de litière accumulée (Bodet et al., 2001). Les exploitants semblent donc obtenir, sur ce point, des fumiers proches de la normale.

215. Des hauteurs et densités de fumier très variables

En relevant la hauteur moyenne du fumier curé, la densité de ce même fumier et la surface curée, nous pouvons évaluer la masse totale de fumier sorti lors d'un curage.

2151. Des hauteurs de fumier variables

Les hauteurs de fumier présentées dans le Tableau 4.4 ont été mesurées au fur et à mesure de chaque curage.

Exploitant	Suivi	Site	Hauteur de fumier en m		
			minimale	maximale	moyenne
Li01	Curage 1		0,08	0,25	0,17
	Curage 2		0,23	0,56	0,44
Li02	Curage 1	Site 2	non mesurée ; d'après agriculteur, hauteur approximative : 0,20		
	Curage 2	Parc taureau	0,14	0,16	0,15
	Curage 1	Site 2,	non mesurée ; d'après agriculteur, hauteur approximative : 0,40		
	Curage 2	Parc broutard	0,23	0,34	0,27
	Curage 2	Site 1, veaux	0,28	0,32	0,30
	Curage 1	Site 1 Vaches allaitantes	0,16 sur contremarche	0,61	0,40
	Curage 2		0,09 sur contremarche 0,26 sur reste aire paillée		
Li03	Curage 1		0,12 sur contremarche 0,28 sur reste aire paillée	0,60	0,42
	Curage 2		0,15 sur contremarche 0,47 sur reste aire paillée	0,80	0,64

Tableau 4.4 : Variations des hauteurs de fumier en bâtiment selon les exploitations et les curages

Les variations observées dans le Tableau 4.4 montrent tout d'abord une variation de la hauteur moyenne de fumier selon les animaux présents. S'il est difficile de faire des moyennes par type d'animaux au vu des particularités propres à chaque exploitation et du faible nombre de répétitions,

⁵⁰ Les quantités de paille utilisée pour soigner les animaux n'ont pu être précisément fournies par les agriculteurs lors de nos enquêtes. Lorsqu'elles sont évoquées, ce sont toujours à dire d'agriculteur.

une gradation des hauteurs de fumier moyennes se dessine d'après nos observations. La hauteur est la plus faible pour les animaux isolés dans un parc (0,15 à 0,20 m pour un taureau seul) ce qui s'explique par des besoins de paillage plus faible pour une production d'effluent minimale. Nous trouvons ensuite les broutards (0,27 à 0,40 m) pour lesquels le paillage est réduit au minimum de bien-être avec une production importante d'effluent. Si la hauteur de fumier dans les parcs à veaux (0,30 m) est sensiblement égale à celle des broutards, les proportions paille-effluent sont ici inversées. La dernière catégorie d'animaux est composée des génisses et des vaches allaitantes suitées avec une hauteur de fumier moyenne de 0,39 m (min = 0,17 ; max = 0,64).

La hauteur de fumier varie également selon le type de sol et l'emplacement dans le bâtiment. Lorsque le sol est lisse et bétonné, cette variation de hauteur peut être faible à très forte. Dans le cas des parcs à taureaux et broutards au sol bétonné du site secondaire de Li02, on observe ainsi de faibles écarts de respectivement 0,02 et 0,09 m. Lors des curages observés chez Li01 pour le même type de sol, cet écart était de 0,18 m pour le premier curage et de 0,33 m pour le second, ce que nous qualifierons d'écart important. Si le sol est en terre et quels que soient les bâtiments, l'écart moyen observé sur aire paillée (hors contremarches) est de 0,31 m (de 0,21 et 0,37 m). Cet écart très important s'explique par la forme du sol. La Figure 4.11, issue des mesures dans le bâtiment des vaches allaitantes du site principal de Li02, est une illustration de ces variations de hauteur de fumier dans un bâtiment.

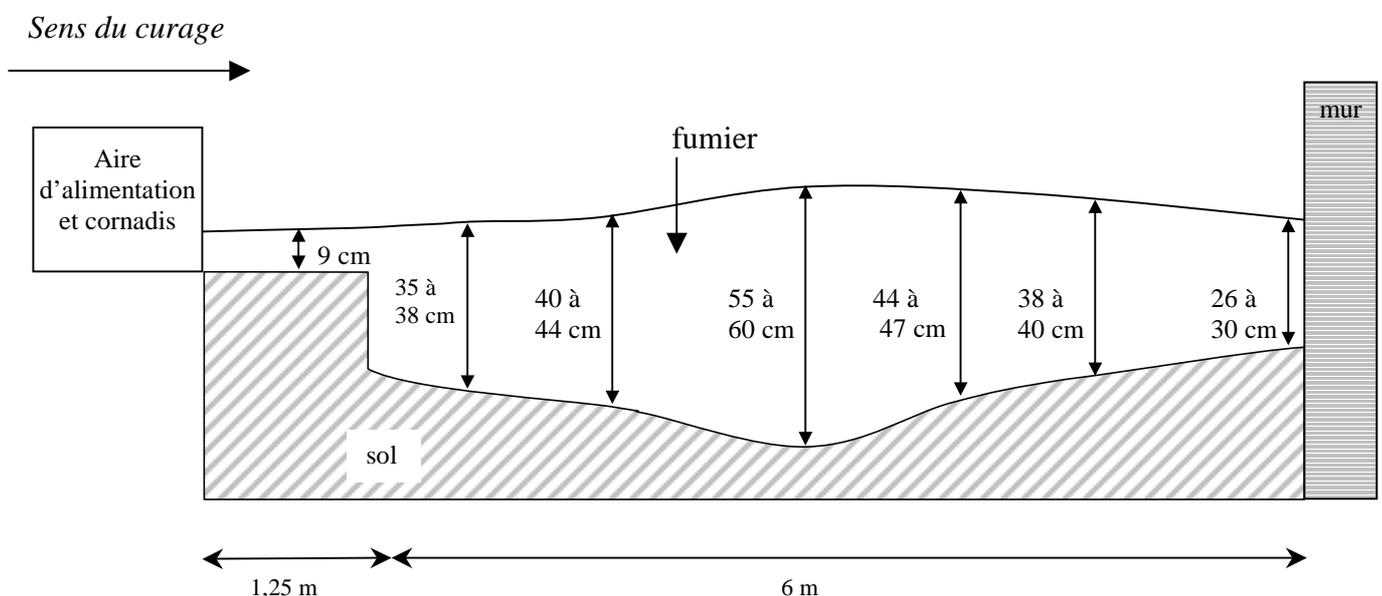


Figure 4.11 : coupe transversale avant curage du 13/03/07 du bâtiment des vaches allaitantes (site principal) de Li02

Avec l'éclairage de la figure ci-dessus, nous comprenons que, lors du curage, il sera difficile de racler parfaitement la stabulation en raison de la présence d'une contremarche et d'un sol inégal. Au cours du suivi, l'ouvrier a ainsi fréquemment raclé le sol et ramassé de la terre en plus du fumier.

Chaque curage accentue donc le profil inégal du sol. De plus, le rebord contre la contremarche a dû être curé manuellement, opération fastidieuse et lente.

Dans tous les bâtiments, la hauteur maximum de fumier est généralement maximale au milieu du bâtiment. Le passage fréquent des animaux près des abreuvoirs ou des aires d'alimentation semble également augmenter la hauteur de fumier accumulé. Dans tous les cas, il existe une hauteur de fumier minimale à accumuler avant tout déclenchement de curage. Nos différentes observations nous font chiffrer cette hauteur à 0,15 m.

2152. Des densités de fumier variables à l'intérieur d'un bâtiment

(i) Validation de l'application de la méthode du seau

Afin de valider notre application de la méthode du seau, nous avons effectué une opération de vérification lors du premier curage chez Li03. Pour cela, nous avons prélevé 0,25 m² sur toute la hauteur de fumier accumulé, ce qui nous a permis de calculer une densité de fumier en kg/m³. Cette opération a été répétée 6 fois pour une surface de 70 m², selon un dispositif aléatoire. La densité de fumier lors de ces prélèvements a varié entre 715 et 859 kg/m³ pour une densité moyenne de 773 kg/m³.

À proximité immédiate de chacun des prélèvements, nous avons effectué le test du seau (Arvalis - Institut du Végétal, 2004 ; Rousselet et al., 2005). Nous avons choisi de ne pas utiliser le fumier déjà prélevé afin de voir si notre méthode d'échantillonnage convenait en l'absence de trou préalable. Les densités de fumier ainsi obtenues ont varié entre 710 et 840 kg/m³ pour une densité moyenne de 775 kg/m³. Nous estimons donc la méthode du seau, et notre manière de l'utiliser, comme valides pour la suite des prélèvements.

Cependant, lorsque le fumier est très tassé par les animaux, il est particulièrement difficile à prélever pour effectuer la méthode du seau. Une vérification supplémentaire de la méthode dans ses conditions particulières nous semble nécessaire.

(ii) Des densités variables de fumier

Avec la méthode du seau, nous avons effectué différents relevés de densité, présentés dans le Tableau 4.5 ci-dessous.

Exploitant	Suivi	Site	Calcul théorique de la densité de fumier d'après la méthode du seau en kg/m ³			Observations
			minimale	maximale	moyenne	
Li01	Curage 1		403,3	876,3	604,6	
	Curage 2		660,0	887,0	738,9	
Li02	Curage 1	Site 2	Mesures non effectuées ; matériel nécessaire resté sur site 1, déplacement avec agriculteur en tracteur			Un seul prélèvement par parc par manque de temps
	Curage 2	Site 2 Parc taureau			618,0	
	Curage 2	Site 2 Parc broutards			780,0	
	Curage 2	Site 1, veaux + autres animaux	683,0	707,0	695,0	
	Curage 1	Site 1, vaches	647,0	803,0	708,7	
	Curage 2	allaitantes	731,0	850,0	769,5	
Li03	Curage 1		715,1	858,8	773,4	
	Curage 2		826,3	1 056,3	972,9	

Tableau 4.5 : Variations des densités de fumier en bâtiment selon les exploitations et les curages

Avec une densité moyenne du fumier de 740 kg/m³, les exploitants sont dans la moyenne française de 750 kg/m³ (Bodet et al., 2001). Il semble néanmoins y avoir un effet exploitant assez fort. Le fumier produit chez Li01 présente la densité moyenne la plus faible avec 672 kg/m³. D'après nos relevés, c'est aussi l'exploitant qui paille le plus fréquemment et le plus fortement ses bâtiments ce qui peut expliquer une densité plus faible du fumier que dans les autres exploitations. Un second facteur explicatif est l'utilisation de Prosanex. En tant que produit asséchant, il doit entraîner une perte d'eau du fumier et, ainsi, une densité inférieure du fumier. Chez Li02 (738 kg/m³ hors taureau) comme chez Li03 (873 kg/m³), le paillage est réduit au minimum en raison du coût de la paille, achetée tout ou partie à l'extérieur de l'exploitation. La densité plus élevée du fumier chez Li03 s'explique vraisemblablement par des hauteurs accumulées sur des durées plus longues de 45 jours contre un mois environ pour Li02.

Les densités de fumier les plus fortes ont été relevées sur les passages fréquents des animaux (tassement supplémentaire) et près des points d'abreuvement et d'alimentation. Les densités minimales ont été mesurées près des murs ou dans le corps du bâtiment sans qu'aucun lieu précis ne se dessine.

216. Des bennes chargées en fumier selon un protocole fixe

La méthode utilisée pour remplir la benne de fumier n'est pas commune à tous les agriculteurs. Il faut tout d'abord distinguer la méthode de curage du bâtiment (cf. Figure 4.12) et la méthode de remplissage de la benne de transport.

2161. La méthode de curage

(i) Décomposition des différentes étapes

Tous les exploitants curent d'abord l'entrée du bâtiment (étape 1 de la Figure 4.12) puis continuent au centre (étape 2) et sur les côtés (étape 3). Lorsque suffisamment de fumier a été enlevé pour permettre des manœuvres, les exploitants curent les côtés et les contremarches (étape 4) puis les angles (étape 5), quelquefois en rentrant le tracteur en marche arrière. Pour ces zones, il est le plus souvent nécessaire de recourir à la fourche à main pour effectuer un travail correct. En effet, la taille de la fourche mécanique ne permet pas toujours d'accéder correctement à ces parties du bâtiment.

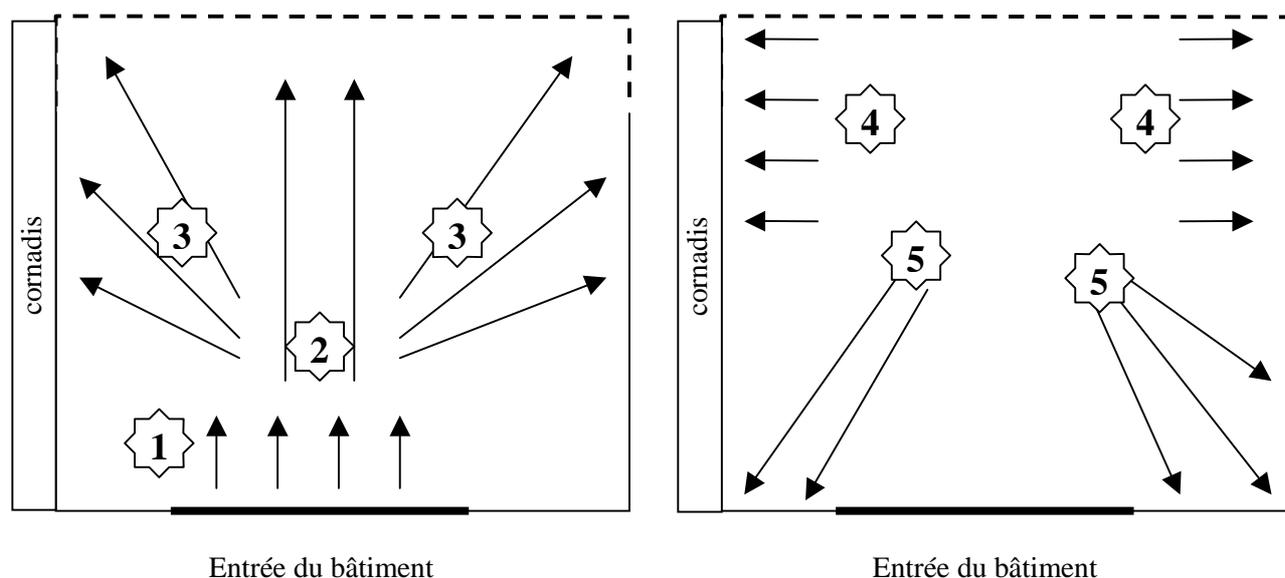


Figure 4.12 : Décomposition des différentes étapes observées de curage

Chez Li03, lorsque le fumier est trop difficile à curer, l'ouvrier cure la couche supérieure du fumier (40 à 45 cm) avant de curer le restant. Cela permet d'éviter le patinage du tracteur qui, sinon, a trop de mal à prélever la totalité. Pour les sols en terre, il s'agit d'éviter de racler le sol avec les dents de la fourche ; ainsi, le tracteur force moins, l'usure des dents est moindre et le sol en terre est moins dégradé. Pour cela, l'exploitant racle le sol au départ puis lève progressivement la fourche pour arracher le fumier sans abîmer le sol.

D'après nos observations, les étapes 1 à 3 sont très rapides en raison de l'utilisation exclusive de la fourche mécanique. Les étapes 4 et 5 sont plus longues principalement en raison de la difficulté

d'accès pour la fourche mécanique. L'analyse du temps pris par chacune de ces étapes passe par l'observation du temps de curage propre à chaque benne.

(ii) Un ordre entre étapes différent selon les exploitations

L'observation du temps de curage propre à chaque benne (Tableau 4.6) et de son évolution au fil du temps éclaire l'ordre des différentes étapes de curage selon les exploitations.

Exploitant	Suivi	Site	Nombre de bennes réalisées	Temps consacré au curage (déplacement benne non compris) pour une benne			Temps total de curage (toutes bennes hors déplacement)	Temps de déplacement de la benne pendant le curage
				minimal	maximal	moyen		
Li01	Curage 1		6	0:13:00	0:29:00	0:20:00	2:00:00	Benne non déplacée
	Curage 2		12	0:10:05	0:28:38	0:15:33	3:22:15	
Li02	Curage 1	Site 2	3	0:04:31	0:10:30	0:08:24	0:25:11	Benne non déplacée
	Curage 2		2			0:15:00	0:30:00	
	Curage 2	Site 1, veaux	2	0:16:00	0:35:00	0:25:30	0:51:00	0:04:00
	Curage 1	Site 1, VA	6	0:10:29	0:26:24	0:16:18	1:37:47	0:17:44 ⁵¹
	Curage 2		6	0:08:00	0:17:00	0:13:50	1:23:00	Benne non déplacée
Li03	Curage 1		2	0:36:00	0:57:00	0:47:30	1:33:00	Non mesuré
	Curage 2		5	0:30:00	0:73:00	0:43:00	3:27:00	0:08:00

Tableau 4.6 : Temps consacré au curage selon les exploitants et les suivis

Le Tableau 4.6 reprend les temps totaux de curage et de déplacement des bennes ainsi que les temps moyens, minimaux et maximaux mis par chaque exploitant pour remplir une benne. Le temps effectif de curage est compris entre 25 minutes et 3,5 heures selon la surface des bâtiments et le volume de fumier à curer. Sur ce temps effectif et sur les curages concernés, 4 à 18 % du temps est consacré au déplacement de la benne. Lorsque ces déplacements sont normaux (curages chez Li03 et curages des veaux chez Li02), le temps consacré au déplacement de la benne représente, en moyenne, 6 % du temps de curage effectif. Lorsque ces déplacements sont propres aux conditions climatiques du jour du curage (curage 1, site 1 VA, Li02 sous la neige), ils représentent près de 20 % du temps effectif de curage. Des curages effectués dans de bonnes conditions d'adhérence permettent donc un gain de temps immédiat.

Li01 et Li02 mettent en moyenne un peu plus de 16 minutes pour remplir la benne de 8,5 t quand Li03 met plus de 45 minutes pour remplir sa benne de 12,5 t. Le temps de remplissage n'est donc pas proportionnel à la taille de la benne. Le bâtiment et les conditions de chargement du fumier dans la benne sont prépondérants. En moyenne, le temps maximal pour remplir une benne est 2,3 fois

⁵¹ La neige sur le sol rendait la pente très glissante ; le tracteur et la benne montaient difficilement. L'ouvrier devait s'y reprendre plusieurs fois à chaque voyage pour mettre la benne en position correcte.

supérieur au temps minimal (écart compris entre 1,6 et 2,9 fois). Afin de mieux expliciter ces écarts importants de temps de remplissage entre les bennes, nous l'illustrons sur la Figure 4.13 à partir des curages suivis chez Li01 et Li03.

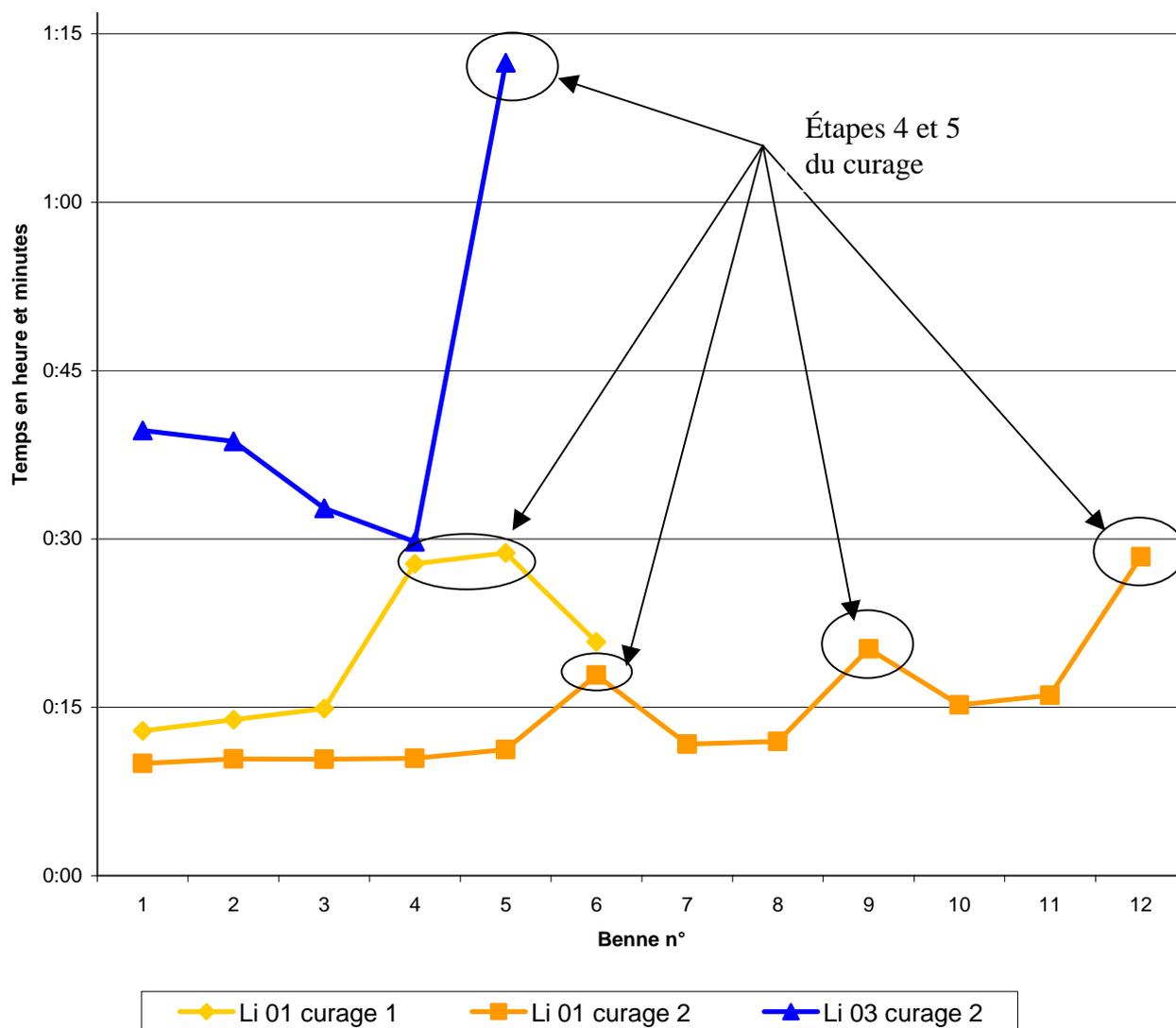


Figure 4.13 : Temps de remplissage des bennes de fumier lors des curages 1 et 2 de Li01 et du curage 2 de Li03

Pour Li03, les bennes 1 et 2 correspondent aux étapes 1 et 2 de curage. Une fois le fumier des étapes 1 et 2 sorti du bâtiment, l'exploitant est à même de curer plus rapidement le fumier (étape 3), ce qui explique une baisse du temps de remplissage des bennes 3 et 4. Pour ne pas perdre de temps, les étapes 4 et 5 sont regroupées en fin de curage, multipliant ainsi par 2,5 le temps de remplissage de la benne. Au final, 66 % du temps de curage effectif est consacré aux étapes 1 à 3, le tiers restant correspondant aux étapes 4 et 5.

Chez Li01, le bâtiment est plus fonctionnel. C'est pourquoi les étapes 1, 2 et 3 ne sont pas dissociables au vu des courbes. Si le temps moyen de ces trois étapes cumulées augmentent au cours du temps de 10 à 16 minutes, c'est en raison du temps de parcours en tracteur dans le

bâtiment. Les étapes 4 et 5 sont, quant à elles, directement observables sur la Figure 4.13. En effet, avec un temps de remplissage moyen de ces bennes 1,8 fois supérieur au temps moyen de remplissage des bennes des étapes 1 à 3, nous observons facilement les pics de travail sur le graphique. La benne 6 du curage 1 chez Li01 correspond au curage de la partie du bâtiment où les animaux étaient parqués. C'est donc un mix des étapes 1 à 5, d'où un temps intermédiaire. L'exploitant considérait, par avance, ce curage comme partiel et imparfait car les animaux restaient en bâtiment. Li01 préfère donc effectuer les étapes 4 et 5 régulièrement. Ce travail est ainsi réparti au cours du temps ce qui en diminue quelque peu la pénibilité. Selon les curages, 53 à 62 % des temps de curage effectifs sont ainsi consacrés aux étapes 1 à 3.

Quels que soient les exploitants, les étapes 4 et 5 du curage représentent en moyenne 40 % du temps effectif de curage pour 25 à 40 % du volume de fumier évacué. Ce sont donc des étapes longues et pénibles, avec une efficacité moyenne à faible.

2162. Une méthode d'analyse, le comptage des fourches

Afin de savoir s'il existe une différence de remplissage des bennes entre les différentes étapes de curage, nous avons mis en place une méthode d'analyse appelée le comptage des fourches. L'observation du remplissage des bennes nous permet de comprendre comment l'exploitant remplit sa benne lors du curage. Pour cela, chaque fourche de fumier déposée dans la benne a été estimée visuellement (cf. Figure 4.14) comme pleine (= 1), demi pleine (= 0,5) ou au quart pleine (=0,25).

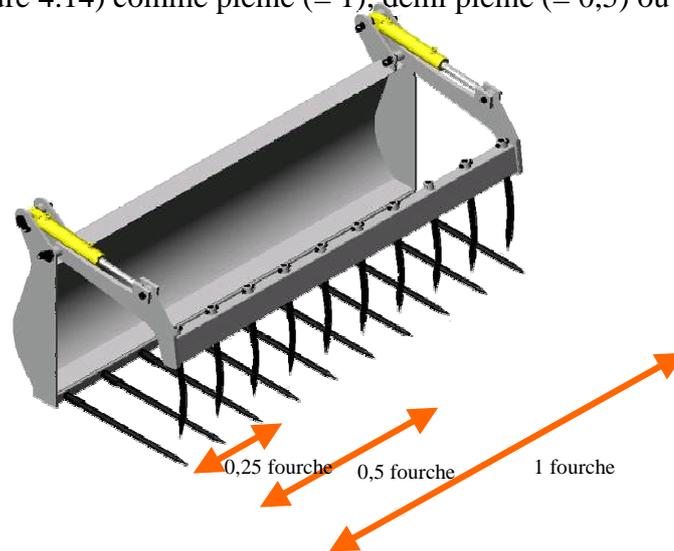


Figure 4.14 : Valeur comptabilisée de la fourche à fumier du tracteur selon son remplissage

C'est la largeur du fumier présent dans la fourche qui a été estimée, et non la hauteur. Les fourches à demi et au quart pleines correspondent à des fourches prises contre les bords de bâtiment où il ne reste pas assez de fumier pour faire une fourche pleine. L'exploitant préfère le plus souvent faire un voyage avec une fourche incomplète plutôt que de déposer le fumier au sol pour compléter la fourche. En effet, une telle manœuvre contraint à redéposer le plus souvent du fumier au sol, fumier qu'il est ensuite difficile de reprendre. Il existe également une dernière catégorie de fourche que

sont les fourches aux trois quarts pleines (= 0,75). Elles correspondent à un remplissage manuel de la fourche du tracteur. Le fumier étant décompacté par la reprise manuelle, j'ai considéré qu'une fourche pleine de ce type ne compte que 0,75 fourche.

2163. Un nombre stable de fourches par benne

Cette méthode nous a permis d'observer le nombre de fourches utilisées pour remplir une benne et le temps moyen de remplissage d'une fourche (Tableau 4.7).

Exploitant	Suivi	Site	Nb. de fourches / benne			Densité de fumier théorique en kg/m ³
			minimal	maximal	moyen	moyenne
Li01	Curage 1		10	11,75	11	604,6
	Curage 2		6,5	8,25	7,5	738,9
Li02	Curage 1	Site 2, parcs taureau et broutards			9	
	Curage 2		8	9	8,5	700,0
	Curage 2	Site 1, veaux	8,5	8,75	8,5	695,0
	Curage 1	Site 1, vaches allaitantes	7	8	7,5	708,7
	Curage 2		4,5 ⁵²	8,5	7	769,5
Li03	Curage 1		15,5	18,5	17	773,4
	Curage 2		15	20,25	16,75	972,9

Tableau 4.7 : Variations du nombre de fourches par benne et densités de fumier correspondantes

Aucune différence significative du nombre de fourches par benne n'est constatée avec cette méthode. L'observation du nombre moyen de fourches par benne montre de plus qu'il est stable d'un curage à l'autre et pour un même bâtiment.

Ainsi, pour la benne de 8,5 t (Li01 et Li02) et pour tous les curages, le nombre moyen de fourches par benne est de 8,5 fourches avec une variation d'au plus 1,75 fourches entre les nombres de fourches minimal et maximal. La différence de 3,5 fourches entre les curages 1 et 2 chez Li01 s'explique par un fumier beaucoup plus pailleux au curage 1. L'exploitant a augmenté le nombre de fourches par benne pour avoir un poids de fumier dans la benne équivalent à celui du curage 2. N'ayant pu peser les deux curages, cette affirmation ne sera pas validée. Néanmoins, avec un coefficient de corrélation de $-0,97$, une corrélation négative et presque parfaite existe entre le nombre de fourches par benne et la densité moyenne du fumier. Plus la densité moyenne du fumier est faible, plus le nombre de fourches par benne est élevé et inversement. Cela corrobore les observations effectuées et démontre que les exploitants détiennent un savoir-faire propre à la gestion du fumier leur permettant d'adapter, au cours d'un curage, leur pratique à la densité observée du fumier.

⁵² Benne incomplète

Pour la benne de 12,5 t (Li03), le nombre moyen de fourches par benne est de 17 fourches avec une variation allant jusqu'à 4,25 fourches entre les nombres de fourches minimal et maximal. La variation du nombre de fourches par benne est ici plus importante. Il apparaît que le nombre de fourches par benne varie selon le soin mis par l'ouvrier à remplir la benne. Plus il prend du temps et s'applique en tassant le fumier et en le répartissant dans la benne, plus le nombre de fourches par benne est important. Lorsque les petites fourches de fumier sont nombreuses, le remplissage maximum de la benne est par ailleurs facilité.

2164. Évaluation du temps par fourche de fumier

En divisant le temps de remplissage de chaque benne par le nombre de fourches correspondantes, nous obtenons le temps moyen mis par chaque exploitant pour remplir une fourche (Tableau 4.8).

Exploitant	Suivi	Site	Nb. moyen de fourches / benne	Temps par fourche (prélèvement + dépose dans la benne)		
				minimal	maximal	moyen
Li01	Curage 1		11	0:01:11	0:04:12	0:02:10
	Curage 2		7,5	0:01:19	0:03:35	0:02:04
Li02	Curage 1	Site 2, parcs taureau et broutards	9	0:00:30	0:01:10	0:00:56
	Curage 2		8,5			0:01:40
	Curage 2	Site 1, veaux	8,5	0:01:05	0:06:24	0:02:39
	Curage 1	Site 1, vaches allaitantes	7,5	0:01:30	0:03:18	0:02:06
	Curage 2		7	0:01:39	0:02:37	0:02:02
Li03	Curage 1		17	0:02:19	0:03:05	0:02:42
	Curage 2		16,75	0:01:27	0:05:56	0:02:18

Tableau 4.8 : Variations du nombre de fourches par benne et du temps employé pour chaque fourche

Le temps moyen de 30 secondes par fourche (Li02, curage 1, site secondaire) est un artefact de suivi. Il correspond en effet au prélèvement direct de fourches dans le tas de fumier créé par l'évacuateur. Pour Li01 et le bâtiment vaches allaitantes de Li02, le temps moyen de remplissage et de dépose d'une fourche de fumier, est légèrement supérieur à 2 minutes. Il est stable d'un curage à l'autre avec 5 % de différence entre chaque curage. Chez Li03, le temps moyen pour une fourche est de 2,5 minutes. Entre le premier et le second curage, ce temps diminue de 15 %, soit près de 25 secondes. Cette différence s'explique par l'utilisation, lors du curage 2, d'un tracteur performant et équipé de pneus corrects qui entraîne un gain immédiat de temps.

Dans les conditions optimum de curage, l'exploitant peut faire une fourche de fumier en un temps minimal moyen d'une minute et demie. Cette durée minimale est assez stable quels que soient les curages et les exploitations. Le temps maximal est beaucoup plus variable puisqu'il va de 2,5 à 6,5 minutes environ (en moyenne, 4 minutes et 10 secondes). Il est, en moyenne, trois fois supérieur au temps minimal. Les temps maximaux correspondent le plus souvent au remplissage manuel de la fourche mécanique par l'exploitant et/ou l'ouvrier : zones difficiles ou nettoyage de l'aire de

chargement pour éviter le salissement du tracteur. Il peut également s'agir d'une fourche de tracteur, lorsque le curage se passe dans des conditions délicates (proximité d'un mur ou d'un appentis). Les précautions prises, les indications données par la conjointe ou l'ouvrier facilitent le travail, mais ont pour corollaire un temps moyen accru.

Le temps moyen par fourche est un excellent indicateur de la praticité du bâtiment. Les bâtiments considérés, par les exploitants, comme pratiques pour le curage sont ceux où le temps moyen par fourche s'approche des deux minutes. Lorsqu'il dépasse les deux minutes et demi comme chez Li03 ou pour le bâtiments des veaux chez Li02, le bâtiment est considéré comme peu fonctionnel à curer.

2165. Méthode de chargement des bennes

Quelle que soit la taille des bennes de transport du fumier, les exploitants suivent une méthodologie de remplissage sensiblement identique. Le chargement de la benne n'a lieu que par un seul côté ce qui favorise des bennes peu pleines et non équilibrées. À l'œil, il y a globalement un surchargement apparent sur le côté opposé au remplissage de la benne.

Le chargement se fait d'abord à l'arrière puis à l'avant de la benne. Chez Li03, la taille plus grande de la benne entraîne également une étape de chargement au milieu. Les exploitants commencent toujours par remplir l'arrière de la benne. Ensuite, la benne est déplacée afin de permettre de continuer le chargement. Le tracteur équipant la benne continue parfois de tourner après le déplacement de la benne et ce, jusqu'au départ au champ. L'agriculteur charge alors l'avant de la benne, afin qu'elle ne se soulève pas, avant de poursuivre le chargement au milieu de la benne. Tous les exploitants déposent ensuite une fourche ou deux au-dessus pour compléter la benne. Chez Li02 et Li03, l'ouvrier tasse le fumier dans la benne afin d'éviter d'en perdre sur la route pendant le transport. Si besoin, l'ouvrier fait le tour de la benne.

Ce chargement de la benne par l'arrière peut surprendre. La benne peut en effet être déséquilibrée et se retrouver sur le timon. Dans les faits, ce chargement remplit à la fois l'arrière et le milieu de la benne. De plus, si l'exploitant pense que le chargement à l'arrière est trop lourd, il compense immédiatement par quelques fourches à l'avant. Ainsi, aucune benne ne s'est jamais soulevée lors de nos observations. Commencer par charger l'arrière permet, selon les exploitants de mieux charger la benne.

2166. Des bennes de fumier mal remplies

Les multiples pesées de benne effectuées donnent une idée du remplissage effectif en fumier par les agriculteurs (cf. Tableau 4.9 ci-après).

Exploitant	Observation	Site	Nombre de bennes de fumier		Poids de fumier par benne en t		
			curées	pesées	Mini	Maxi	Moyen
Li01	Curage 1		6	0			
	Curage 2		13 ⁵³	12	5,22	7,20	6,24
Li02	Curage 1	Site 2, parcs taureau et broutards	3	0			
	Curage 2		2	1			5,93
	Curage 2	Site 1, veaux + autres animaux	2	2	4,82	5,43	5,13
	Curage 1	Site 1, vaches allaitantes	6	6	4,50	6,00	5,10
	Curage 2		6	6	2,74 ⁵⁴	5,41	5,20 ⁵⁵
Li03	Curage 1		2	0			
	Curage 2		5	1			12,88

Tableau 4.9 : Nombre de bennes de fumier pesées et variation du poids des différentes bennes

Le Tableau 4.9 montre tout d'abord que seules 62 % des bennes observées ont pu être pesées. Une disponibilité plus grande des pesons aurait permis un meilleur suivi et des données supplémentaires. Le tableau détaille ensuite les poids moyen, minimal et maximal des bennes. La benne pesée chez Li03 n'est pas représentative du remplissage des autres bennes chez cet agriculteur. Avec près de 13 t, elle dépasse la capacité autorisée de la benne (12,5 t) car l'ouvrier a soigné son remplissage pour éviter un autre voyage avec trois fois rien. C'est de plus la seule benne pesée sur l'exploitation, ce que nous ne permet pas d'établir des comparaisons.

Chez Li01, les bennes les plus légères (moins de 5,5 t) sont remplies à partir du fumier des velles plus pailleux et plus volumineux d'après l'agriculteur. Li01 et Li02 utilise la même benne de transport d'une capacité de 8,5 t. Li01 remplit les bennes à 6,2 t en moyenne, soit 73 % de leur capacité. Li02 ne remplit les bennes qu'à 5,2 t en moyenne, soit 61 % de capacité. Les bennes les mieux remplies ne font que 7,2 t pour Li01 (soit 85 % de la capacité) et 6 t pour Li02 (soit 71 % de la capacité). Pour les bennes les moins remplies, la benne n'est remplie qu'entre 50 et 60 % de sa capacité théorique. Les bennes sont donc mal remplies par les exploitants qui, en optimisant le remplissage de la benne, pourraient économiser quelques voyages au champ. Par exemple, le chargement des bennes à 7,5 t de fumier (soit 88 % de la capacité) économiserait 2 voyages à Li01 et Li02 à chaque curage. Lorsque le fumier est emmené à plus de 3 km de l'exploitation comme

⁵³ La dernière benne du curage 2 de Li01 n'est pas prise en compte car constituée exclusivement de fumiers de poules, lapins, porcs et veaux et des déchets fermentescibles de la maison, stockés sur la fumière extérieure.

⁵⁴ Benne incomplète

⁵⁵ La dernière benne n'est pas prise en compte dans la moyenne car son remplissage ne fut que partiel

peut le faire Li01, ces deux voyages gagnés représentent un gain de temps de presque une heure par curage.

Dans les faits, les exploitants arbitrent entre le temps de remplissage de la benne et le nombre de voyages. Une benne bien remplie nécessite le plus souvent de déplacer la benne, de tasser le fumier au fur et à mesure avec la fourche ou encore de remplir la benne de chaque côté. Ces différentes opérations prennent du temps, temps estimé supérieur par les agriculteurs ou l'ouvrier à celui d'un voyage supplémentaire. Avec l'expérience, ils savent également le nombre habituel de bennes produites pour un curage et gèrent le remplissage des bennes suivant l'avancement du curage. Il s'agit donc d'un arbitrage entre le nombre de fourches à curer et le remplissage des bennes restantes. Des bennes moins remplies permettent d'éviter de mettre du fumier à côté et de devoir le ramasser ensuite. De même, les exploitants préfèrent laisser un peu de fumier dans la stabulation plutôt que de faire un voyage quasiment à vide.

217. Masse de fumier produite

2171. Calcul de la masse théorique de fumier sorti

À partir des données relevées (hauteur et densité de fumier) et des surfaces curées (Tableau 4.10 ci-après), nous pouvons évaluer la masse totale de fumier sorti lors d'un curage (Tableau 4.10 ci-après).

Exploitant	Suivi	Site	Surface curée en m ²	Calcul théorique de la masse de fumier sorti en t			
				Masse minimale	Masse maximale	Masse moyenne	Masse pondérée
Li01	Curage 1		314	21,5	46,7	32,3	
	Curage 2		314	50,1	133,7	80,3	86,9
Li02	Curage 1	Site 2	64	Données non disponibles			
	Curage 2	Site 2, taureau	24			2,2	
	Curage 2	Site 2, broutards	40			8,4	
	Curage 2	Site 1, veaux	32	6,6	6,9	6,7	
	Curage 1	Site 1, vaches allaitantes	109	28,0	34,7	30,7	29,2
	Curage 2		109	28,5	33,1	30,0	28,5
Li03	Curage 1		70	17,2	25,8	22,1	
	Curage 2		105	55,9	71,4	65,8	

Tableau 4.10 : Surfaces curées et calcul théorique des masses de fumier sorties à chaque curage

Le calcul de la masse théorique de fumier curé a été effectué pour chaque relevé de densité et en prenant compte la hauteur moyenne de fumier dans le bâtiment. Nous obtenons ainsi les masses théoriques minimales, maximales et moyennes de fumier. Afin d'affiner nos mesures et lorsque nous disposons d'une représentation spatiale des hauteurs de fumier dans le bâtiment, nous avons

calculé une masse pondérée. Elle tient compte des différentes hauteurs de fumier dans le bâtiment et des surfaces concernées. Ce calcul n'a pu être effectué pour tous les curages par manque de relevés.

Avec plus de 300 m², Li01 cure une grande surface. Li02 cure également une importante surface de 620 m² réparties sur quatre bâtiments. La plus grande partie de la surface curée (plus de 400 m²) n'a jamais été suivie, les exploitants nous ayant toujours avertis post-curage. Chez Li03, le curage 1 n'a été qu'un curage partiel du bâtiment d'où une différence de surface de 35 m² avec le curage 2.

L'écart entre la masse moyenne et la masse pondérée, pour les trois curages concernés, est compris entre 5 et 7,5 %, ce qui semble être une marge d'erreur raisonnable. Le calcul à partir des hauteurs et densités moyennes est donc validé par la comparaison avec les masses pondérées.

Dans le bâtiment des vaches allaitantes du site 1 de Li02, la masse moyenne de fumier curé est extrêmement stable, avec 30,4 t de fumier en moyenne et 2,5 % de variation entre les deux curages. Au contraire, chez Li01, cette masse moyenne varie fortement entre les deux curages avec près de 250 % de variation (de 32 à 80 t) pour une même surface curée. C'est la hauteur de fumier moyenne (0,17 m au 1^{er} curage, 0,44 m au 2nd) qui explique cette différence. Chez Li03, les masses obtenues ne sont pas comparables car le curage 1 n'a été que partiel (22 t pour 70 m²) alors que le second curage fut total (66 t pour 105 m²). La masse produite n'est pas proportionnelle à la surface curée car la hauteur de fumier accumulé était plus importante lors du second curage.

La variation entre la masse minimale et la masse maximale diffère sensiblement selon les exploitations. Chez Li01, elle est très importante avec 242 % de variation entre la masse minimale et maximale. C'est chez Li02 que cette variation est la plus faible avec 115 %. Li03 représente une situation intermédiaire avec 140 % de variation. Nos calculs présentent donc une fiabilité réduite pour Li01. Cette variation importante s'explique par un plus faible nombre de relevés de densité de fumier comme le montre le Tableau 4.11.

Exploitant	Suivi	Site	Surface curée en m ²	Nb. de mesures de densité du fumier	Surface moyenne couverte par une mesure en m ²
Li01	Curage 1		314	8	39
	Curage 2		314	10	26
Li02	Curage 2	Site 2	64	2	32
	Curage 2	Site 1, veaux	32	2	16
	Curage 1	Site 1, vaches allaitantes	109	6	18
	Curage 2		109	10	11
Li03	Curage 1		70	6	12
	Curage 2		105	10	11

Tableau 4.11 : Surface moyenne couverte par une mesure en m²

Chez Li01, notre échantillonnage est insuffisant avec, au mieux, 26 m² couvert par mesure. Chez Li02 et Li03, l'échantillonnage est bien supérieur avec, en moyenne, une mesure pour 17 m², 14 m² si on exclut le site 2. Ce système de calcul théorique permet donc de connaître la masse de fumier produit sans disposer de matériel spécifique. Il suffit d'un mètre, d'une fourche, d'un seau de volume connu et d'une balance fiable. Cependant, l'information ainsi obtenue ne peut être validée que si le nombre de répétitions est suffisant pour obtenir une moyenne fiable. Le suivi effectué nous permet d'affirmer que le nombre nécessaire de mesures de densité doit être égal à une mesure pour 10 à 15 m², au maximum, de surface curée. Au-dessus de 15 m², l'information récoltée n'est plus suffisamment fiable. En dessous de 10 m², les informations sont multipliées sans apporter plus de précision au résultat final.

2172. Masse réelle produite de fumier et extrapolation

Afin de comparer nos calculs théoriques avec la réalité de terrain, nous avons effectué, lorsque cela était possible, des pesées des bennes de fumier ce qui nous permet de comparer la masse effectivement sortie avec la masse théorique calculée.

Exploitant	Suivi	Site	Masse de fumier sorti		Rapport de la masse pesée à la masse théorique en %
			théorique	pesée	
Li01	Curage 1		32,3	-	
	Curage 2 ⁵⁶		86,9	74,9	86,2%
Li02	Curage 1	Site 2, taureau et brouards	Données non disponibles		
	Curage 2		10,6 / 2 = 5,3	5,9	111,3%
	Curage 2	Site 1, veaux	6,7	10,3	153,7%
	Curage 1	Site 1, VA	29,2	30,9	105,8%
	Curage 2		28,5	28,7	100,7%
Li03	Curage 1		22,1		
	Curage 2		65,8 / 5 = 13,1	12,9	98,5%

Tableau 4.12 : Comparaison des masses de fumier théoriquement calculées aux masses réelles issues de pesées

En moyenne, notre méthode de calcul surestime de 9 % le fumier réellement produit. Les pesées de bennes tendent donc à corroborer notre approche. Chez Li01 et Li03, la masse pesée de fumier est inférieure à la masse calculée. Chez Li02, c'est la masse calculée qui est inférieure à la masse pesée. Il est cependant nécessaire de s'attarder sur deux curages où les différences entre masses pesées et masses réelles sont très importantes : le curage 2 chez Li01 et le curage des veaux chez Li02. Chez Li01, la masse pesée est inférieure à la masse théorique de 14 %. L'échantillonnage de mesures de densité trop faible est le principal facteur explicatif à cet important écart. Sur le site des veaux, la masse théorique sous-estime de plus de 150 % la masse réelle. Notre échantillonnage est encore ici responsable. Les deux prélèvements ont été effectués au milieu de l'aire paillée. L'absence d'un

⁵⁶ La dernière benne du curage 2 de Li01 n'est pas prise en compte car constituée exclusivement de fumiers de poules, lapins, porcs et veaux et des déchets fermentescibles de la maison, stockés sur la fumière extérieure.

prélèvement vers les lieux d'alimentation ou d'abreuvement sous-estime certainement la densité réelle du fumier que nous estimons nettement supérieure à 700 kg/m³. Sur des surfaces très petites (32 m²), il est important d'effectuer un prélèvement dans ces zones pour avoir un meilleur reflet de la réalité.

2173. Des fourches de fumier stables en masse d'un curage à l'autre

Pour continuer l'analyse des pratiques, le Tableau 4.13 ci-dessous montre le poids moyen d'une fourche de fumier.

Exploitant	Suivi	Site	Masse pesée de fumier en t	Nb. de fourches de fumier pour la masse pesée de fumier	Poids d'une fourche pour la (les) benne(s) pesée(s) en t		
					Masse minimale	Masse maximale	Masse moyenne
Li01	Curage 2		74,88	90	0,65	0,90	0,83
Li02	Curage 2	Site 2, parcs taureau et broutards	5,93	9			0,66
	Curage 2	Site 1, veaux + autres animaux	10,25	17,25	0,55	0,64	0,59
	Curage 1	Site 1, vaches allaitantes	30,90	46	0,64	0,74	0,67
	Curage 2		28,74	41	0,61	0,82	0,70
Li03	Curage 2		12,88	83,75			0,79

Tableau 4.13 : Masses pesées de fumier à chaque curage et poids des fourches correspondantes

Le poids moyen d'une fourche de fumier est compris entre 590 et 830 kg avec une moyenne de 710 kg. Le poids d'une fourche de fumier peut néanmoins aller bien au-delà. Une fourche pesant 980 kg a ainsi été pesée (fourche pleine, complétée à la main chez Li02, curage 1, site principal VA). Il s'agissait néanmoins de la dernière fourche du curage que l'ouvrier comptait emmener directement au champ pour éviter de faire un voyage avec une benne pleine d'une seule fourche. Les fourches chez Li01 et Li03 sont plus lourdes de 100 kg que chez Li02. Le matériel utilisé est probablement le facteur expliquant le mieux cette différence.

Au vu des résultats de pesée, la pesée de quelques fourches multipliées par le nombre de fourches curées semblent donner une bonne approximation de la masse totale de fumier produite. S'il semble plus facile de peser une fourche de fumier qu'une benne complète, dans les faits, aucun agriculteur n'a le temps de compter les fourches de fumier mises dans la benne. Cette option d'évaluation de la quantité de fumier produite nous semble donc peu intéressante. Il semble plus réalisable de compter le nombre de fourches mises dans une seule benne ainsi que le nombre de bennes réalisées pour fournir une approximation réaliste.

Après avoir étudié la méthode de curage et de chargement et les quantités de fumier produites, l'étude du transport du fumier au champ est la suite logique de ce travail.

218. Des trajets variables

L'étude des trajets de transport du fumier au champ amène un niveau de complexification supplémentaire pour deux raisons. La première est que l'exploitant peut changer de site de stockage du fumier au cours d'un même curage ce qui complique le suivi. La seconde est que l'exploitant adapte instantanément son trajet aux circonstances du moment (portance du sol, salissement des pneus, aléas rencontrés sur la route comme des travaux...) et au chargement de la benne.

2181. Une distance stabulation – tas de fumier propre à chaque exploitation

La distance stabulation –tas de fumier est en moyenne de 1 225 m. Cette moyenne ne reflète cependant pas la réalité observée dans les trois exploitations suivies (cf. Tableau 4.14).

Exploitant	Suivi	Site ou lieu de stockage	Distance totale au tas en m		Dont distance sur route en m		Observations
			aller	retour (si ≠ aller)	aller	retour (si ≠ aller)	
Li01	Curage 1		3 100	2 670	2 600	2 370	Retour plus court en distance mais trop dangereux à prendre avec une benne pleine
	Curage 2	Lieu 1, trajet 1	2 900	2 470			
		Lieu 2, trajet 2	850		675		
Li02	Curage 1	Site 2	550	460	450	250	Trajet identique lors des deux curages
	Curage 2						
	Curage 2	site 1, veaux	245	255	75	110	Retour par la cour d'habitation
	Curage 1	site 1, VA	280		75		Aller-retour par chemin puis aller chemin, retour champ
	Curage 2						
Li03	Curage 1		1 050	1 000	1 000	900	
	Curage 2		1 350	1 300	1 250	1 000	

Tableau 4.14 : Distance totale et sur route entre le bâtiment et le tas de fumier

Li02 stocke le fumier à moins de 350 m en moyenne des bâtiments, Li03 le dépose à près de 1 200 m des bâtiments et, enfin, Li01 l'entrepose entre 850 et 3 000 m des bâtiments sur les parcelles prévues en maïs. Il préfère emmener le fumier jusqu'au futur lieu d'épandage plutôt que de le transporter avec son épandeur d'une capacité moindre. Avec une capacité théorique de 8 t pour l'épandeur et le faible taux de remplissage de la benne, cet argument semble peu recevable. Aucune observation d'épandage de fumier chez Li01 n'a pu être faite pour corroborer ou infirmer cette allégation.

Lors du premier curage chez Li01, l'agriculteur a choisi de modifier, lors du départ au champ, l'endroit prévu pour le stockage du fumier. Cela permettait d'éviter les travaux d'enfouissement de

la ligne électrique, susceptibles de perturber longuement les trajets. Au lieu d'une parcelle proche de 850 m utilisée lors du curage 2, le fumier a été emmené sur la future parcelle en maïs la plus éloignée de l'exploitation (soit plus de 3 km). Li01 a toujours créé les tas de fumier à proximité de l'entrée des champs. Il limite ainsi le passage du tracteur dans le champ ce qui évite tout tassement et diminue la longueur du transport. Ce choix facilite ensuite l'épandage en évitant tout passage de tracteur près ou sur des endroits épandus.

Pour des questions logistiques et de manière assez surprenante, il est fréquent que le trajet aller et le trajet retour soient partiellement distincts (cf. Tableau 4.14). Il peut s'agir, comme chez Li02 ou Li03, de modifications mineures de trajet portant sur une centaine de mètres. Le retour s'effectue par exemple en partie dans le champ pour essayer de nettoyer au mieux les pneus et ainsi limiter le salissement de la route. L'exploitant peut choisir également de privilégier un chemin plutôt que le champ ce qui préservera la parcelle et secouera moins le chauffeur. Ce type de comportement est visible lorsque nous constatons une diminution de la distance sur route entre le trajet aller et le trajet retour. Ce fut le cas chez Li03 ou lors du curage du site 2, chez Li02, avec une distance sur route moindre de 100 à 250 m au retour.

Le changement de trajet peut être beaucoup plus important comme le montre les trajets de Li01 lors du curage 2. La distance parcourue par le tracteur diminue en effet de près de 15 % entre l'aller et le retour (soit près de 450 m). La Figure 4.15 explicite ce changement de trajet.

Li01 préfère ne pas prendre le plus court trajet à l'aller pour deux raisons. D'une part, la pente est supérieure, à la fois en descente et en montée, par rapport au trajet aller. Le suivi d'une route moins pentue est préférable avec une benne pleine. D'autre part, un virage particulièrement sec et sans aucune visibilité rend ce parcours trop dangereux avec une lourde charge. Le trajet retour, en sus d'être plus court, a l'énorme avantage d'être moins fréquenté par les véhicules ce qui permet un gain de temps sur des routes étroites. Sur le trajet 2, l'aller et le retour sont identiques.

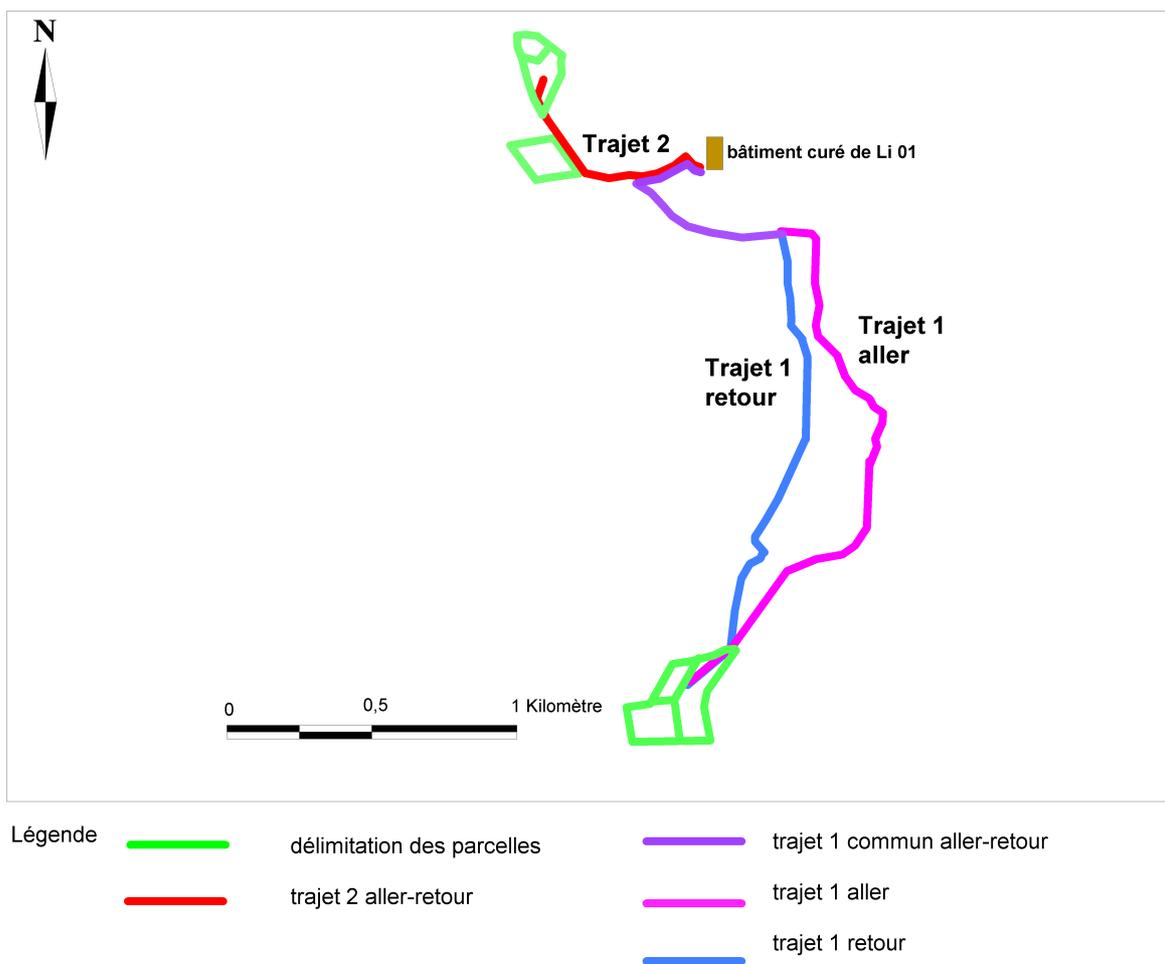


Figure 4.15 : Trajets effectués par Li01 lors du second curage suivi

2182. Un temps de trajet aller plus long

Afin de savoir si ces changements de trajets ont des conséquences sur le temps de transport, nous avons chronométré les temps de parcours aller et retour ainsi que l'illustre le Tableau 4.15. Ne pouvant être en permanence dans le tracteur pour effectuer les relevés nécessaires à nos observations, seuls quelques temps aller et retour ont pu être mesurés. Le faible nombre de données ne permet pas d'estimer le temps gagné par les changements de trajet.

Exploitant	Suivi	Site ou lieu de stockage	Temps moyen trajet		Exemple de temps de trajet		Observations
			aller	retour	aller	retour	
Li01	Curage 2	Lieu 2, Trajet 2			0:04:10	0:02:47	
Li02	Curage 1	Site 2	0:01:40	0:03:01			
	Curage 1	site 1,	0:01:30	0:01:02			Aller-retour par chemin
	Curage 2	VA			0:02:00	0:03:00	Aller chemin, retour champ
Li03	Curage 1		0:06:30	0:04:00			

Tableau 4.15 : Variation des temps de parcours aller et retour suivant les itinéraires employés

À partir des données relevées, deux constats apparaissent : d'une part, les temps de parcours aller sont généralement plus longs que les temps de retour, l'aller représentant en moyenne 152 % du retour (3 cas sur 5 suivis) ; d'autre part, les temps aller peuvent également être inférieurs aux temps de retour, l'aller représentant dans ce cas 60 % de retour. Deux raisons peuvent expliquer ces temps aller plus courts que les temps de retour.

Tout d'abord et comme mentionné auparavant, l'exploitant a pu rouler plus longtemps dans le champ, généralement pour nettoyer les pneus. Les agriculteurs font particulièrement attention à maintenir la route propre, un salissement de la route leur valant des remontrances immédiates de leurs voisins agriculteurs ou non. Lors du curage 1 sur le site 2, l'ouvrier de Li02 a commencé par effectuer le retour par la route ; l'entrée et la sortie du champ se faisaient au même endroit. La route s'étant salie suite au passage près du tas de fumier, il y a alors eu évolution immédiate de la pratique. L'ouvrier descendait le champ et ressortait par un autre endroit, le trajet à vitesse rapide dans le champ permettant de décoller la terre accumulée sur les pneus. Li03 recommandait ainsi à son ouvrier de rester au maximum dans le champ pour ne pas trop salir la route, et ce, même si la benne était lourde et risquait d'abîmer la prairie. La seconde raison est qu'ils ont dû effectuer des manœuvres délicates. C'est le cas par exemple de Li02 au curage 2 comme le montre la Figure 4.16.

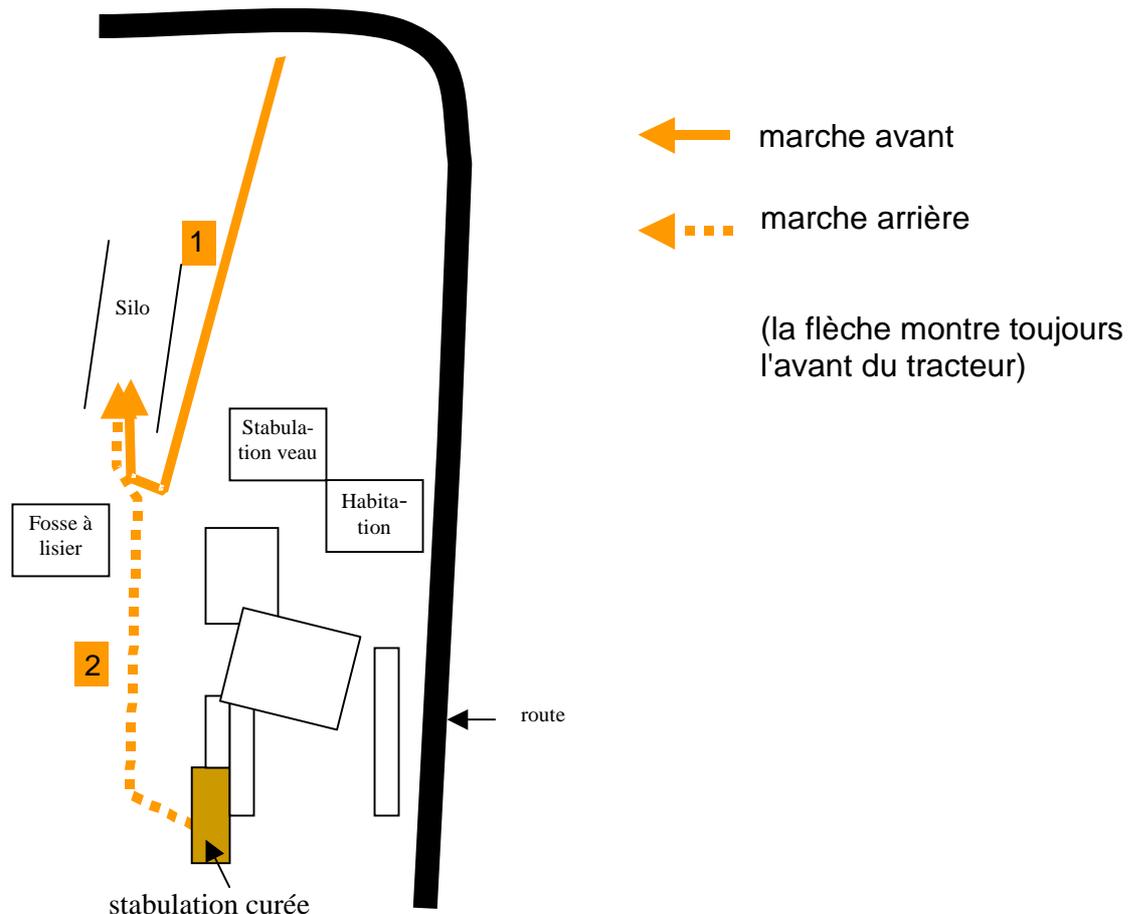


Figure 4.16 : Manœuvre de placement de la benne lors du trajet retour chez Li02, site 1, bâtiment VA

Pour placer la benne contre la stabulation, l'ouvrier rentre dans le chemin en marche avant puis s'engage dans le silo vide (phase 1 de la Figure 4.16). Il effectue ensuite une marche arrière assez longue qui se termine par la remontée d'une pente tout en tournant assez sèchement (90 à 110° environ). Lorsque les conditions climatiques sont bonnes, cette manœuvre se fait rapidement. Dans des conditions humides telles que pluie ou neige, cette manœuvre peut devenir très délicate. Au vu de la difficulté technique pour mettre en place la benne, l'ouvrier a tenté de faire évoluer cette manœuvre au cours d'un curage. Cette nouvelle manœuvre n'ayant jamais donné totale satisfaction en raison d'un placement aléatoire de la benne, l'ouvrier est rapidement revenu à la manœuvre de la Figure 4.16. Le temps supplémentaire mis pour le trajet retour correspond donc à un temps de manœuvre plus qu'à un temps de trajet.

Lors du transport du fumier au champ, le tracteur équipé de la fourche peut continuer de tourner, les exploitants trouvant parfois inutile de l'arrêter pour si peu de temps. Cette observation a été faite occasionnellement chez tous les agriculteurs, même si elle a été observée plus fréquemment chez Li02 où la distance stabulation – tas de fumier est la plus courte, avec 350 m en moyenne.

Pour Li02, il faut tenir compte du temps de déplacement entre les sites 1 et 2, distants de 3,1 km, puisque les curages ont lieu successivement dans la même journée. Lors du premier curage, le déplacement du tracteur avec la fourche, du site 2 au site 1, a pris près de 8 minutes, soit une vitesse de 23 km/h. Une fois le curage effectué nous sommes revenus dans le tracteur auquel était attelée la benne. Ce trajet, du site 2 au site 1, a pris 15 minutes. Lors du second curage, le même attelage, sur le même trajet, a mis 14 minutes. La vitesse de 15 km/h de cet attelage est le facteur limitant toute reprise plus rapide du curage sur l'autre site. Ces trajets nécessitent deux personnes (une pour chaque tracteur) ou l'utilisation d'une voiture restant sur site ce qui peut compliquer occasionnellement la gestion du curage.

219. Temps de transport total des bennes

2191. Des temps de transport assez réguliers

Lorsque nous n'avons pas pu chronométrer les différentes étapes du transport, nous avons néanmoins relevé les temps totaux comprenant le trajet aller-retour et la vidange du fumier au champ. Ces observations sont présentées dans le Tableau 4.16 page suivante.

Exploitant	Suivi	Lieu de stockage	Nombre de bennes réalisées	Temps consacré au transport / benne (aller, vidange, retour)			observations
				minimal	maximal	moyen	
Li01	Curage 1		6	0:13:00	0:16:00	0:14:00	Benne 6 non prise en compte car emmenée le lendemain matin
	Curage 2	Lieu 1	10	0:12:01	0:16:16	0:13:28	temps le plus long : a croisé plusieurs véhicules sur ce trajet + un camion
	Curage 2	Lieu 2	2	0:05:18	0:07:31	0:06:24	
Li02	Curage 1	Site 2	3	0:04:46	0:05:54	0:05:27	
	Curage 2		1			0:05:00	
	Curage 2	site 1, veaux	2			0:05:00	
	Curage 1	Site 1 VA	6	0:01:37	0:05:18	0:03:23	Temps de transport augmentant à chaque benne en raison d'un terrain devenu glissant et d'une vitesse lente pour ne pas dégrader ; manœuvres délicates et lentes
	Curage 2		6	0:04:00	0:08:00	0:05:50	Temps plus important qu'au curage 1 car tas plus éloigné et retour par le champ pour nettoyer les pneus
Li03	Curage 1		2	0:11:00	0:12:00	0:10:30	
	Curage 2		5	0:13:00	0:23:00	0:15:00	Temps le plus long : fuite au système hydraulique

Tableau 4.16 : Temps de parcours stabulation – tas de fumier, minimal, maximal et moyen, par benne

Les temps de parcours varient de 1,5 à 16 minutes (hors cas particuliers) selon quatre critères :

- La distance à parcourir. À vitesse égale, un trajet de 500 m comme chez Li02 prend évidemment moins de temps qu'un trajet de près de 6 km comme chez Li01.
- L'importance de la route ou des chemins carrossables dans ces distances. Plus la part de la route est importante, plus les vitesses de déplacements permises sont importantes. Les vitesses moyennes de déplacement passent ainsi de 7 km/h de moyenne pour un trajet à 30 % sur route (cas des curages du site 1 de Li02) à 24 km/h pour un trajet routier à plus de 90 % tel chez Li01. La vitesse moyenne de déplacement, toutes exploitations comprises, est de 13 km/h.
- La nécessité de circuler dans le champ (nettoyage des pneus et/ou limitation de la portion de route salie) et l'état de celui-ci. La vitesse de déplacement dans le champ varie selon la pente, les trous ou autres obstacles... On estime globalement que le temps de transport augmente avec la distance parcourue au champ.
- Les obstacles rencontrés. Sur ces routes étroites, les exploitants sont amenés à ralentir ou à se garer en présence de travaux ou d'autres véhicules. Plus le trajet est long, plus ces événements sont potentiellement nombreux et font perdre du temps.

La vidange de la benne au champ se fait, sauf incident technique, en moins d'une minute. Tous les exploitants procèdent de la même façon. Ils reculent contre le tas de fumier précédemment créé,

lèvent la benne et débutent la vidange sans faire avancer le tracteur. Ils lâchent ensuite le frein. C'est le fumier présent dans la benne qui, en s'écoulant, fait alors avancer le tracteur. Un tas d'une hauteur d'environ 1,8 m de hauteur par 3,6 à 4 m de large est ainsi formé. Cette façon de procéder correspond à celle recommandée par la CUMA de compostage du Puy-de-Dôme pour créer des tas de fumier idoines à être compostés.

2192. Quelques « incidents » qui coûtent du temps

Lorsque les exploitants ne disposent pas de matériel en parfait état de marche ou qu'ils oublient une manipulation importante, cela a des conséquences parfois non négligeables sur le travail. Deux situations de ce type ont pu être observées lors des suivis de curage. Tout d'abord, lors du second curage chez Li01, le tracteur avait une fuite au système hydraulique. Le manque d'huile entraînait une levée plus lente et partielle de la benne (aux trois quarts environ). Le temps de vidange prenait ainsi 8 à 9 minutes au lieu de la minute habituelle. L'ajout d'huile, par deux fois au cours de la journée, a permis de résoudre le problème qui, en l'absence de solution, aurait pu coûter près d'une heure de travail à l'ouvrier. Le second problème rencontré eut pour origine une inattention de la part de Li01 qui a oublié de mettre la sécurité d'accrochage de la benne. Lors de la vidange au champ, celle-ci s'est décrochée manquant par ailleurs d'arracher le système hydraulique. Après quelques essais de réattelage infructueux, il a fallu retourner, en tracteur, à l'exploitation pour chercher du matériel et réatteler. Cela a pris au total plus de 45 minutes. Ces incidents n'ont aucune conséquence sur la gestion des effluents d'élevage, mais ils sont coûteux en temps pour les exploitants lors de chantiers où ils cherchent naturellement à minimiser leurs temps de travail.

2110. Temps de travaux sur l'exploitation

21101. Durée moyenne de curage et de transport par benne

L'étude des temps de travaux totaux (Tableau 4.17) nous donne un aperçu des durées pour les tâches que sont le curage et le transport et du temps moyen de curage et de transport pour une benne.

Exploitant	Suivi	Site ou lieu de stockage	Nb. de bennes	Durée totale de curage (toutes bennes, déplacement compris)	Durée totale de transport (toutes bennes)	Temps moyen / benne (curage + transport)	Rapport durée de curage / durée de curage et transport
Li01	Curage 1		6	02:00:00	01:10:00	0:31:40	63 %
	Curage 2	Lieu 1	10	02:37:26	02:01:08	0:27:51	57%
	Curage 2	Lieu 2	2	00:44:49	00:12:49	0:28:49	78%
	Curage 2	lieux 1 et 2	12	03:22:15	02:13:57	0:28:01	60%
Li02	Curage 1	Site 2	3	00:25:11	00:16:22	0:13:51	61%
	Curage 2		1	00:15:00	00:05:00	0:20:00	75%
	Curage 2	Site 1, veaux	2	00:55:00	00:10:00	0:32:30	85%
	Curage 1	Site 1, VA	6	01:55:31	00:20:19	0:22:38	85%
	Curage 2		6	01:23:00	00:35:00	0:19:40	70%
Li03	Curage 1		2	01:33:00	00:23:00	0:58:00	80%
	Curage 2		5	03:35:00	01:15:00	0:58:00	74%

Tableau 4.17 : Temps de curage et de transport totaux et par benne et efficacité du curage

Le temps moyen mis pour remplir une benne de fumier et transporter celle-ci au champ est propre à chaque exploitation. Il varie entre 21 minutes chez Li02, 30 minutes chez Li01 et 60 minutes chez Li03. Sur ces temps moyens, le curage proprement dit représente 62 % du temps passé chez Li01, 75 % chez Li02 et 77 % chez Li03. Le transport du fumier représente donc entre 20 et 40 % des temps de travaux. Avec un coefficient de corrélation de $-0,65$, la variation ne s'explique pas seulement par la distance stabulation – tas de fumier. Il faut également tenir compte de la praticité au curage du bâtiment et de la taille de la benne de transport.

21102. Rapport de chaque tâche à la durée totale des travaux

La précédente approche néglige cependant le temps consacré par les exploitants à la préparation au curage des bâtiments, au déplacement d'un site à un autre et à la remise en état des bâtiments après curage. Le poids de chaque étape a été évalué par rapport à la durée totale du travail effectué. Les résultats sont présentés dans le Tableau 4.18.

Exploi- tant	Suivi	Site	Durée totale du travail	Rapport de chaque tâche à la durée totale des travaux		
				curage	transport	Tâches annexes (préparation des bâtiments, remise en place animaux, déplacement d'un site à un autre...)
Li01	Curage 1		5:08	39%	23%	38%
	Curage 2		7:24	46%	30%	24%
Li02	Curage 1	Site 2	1:01	41%	27%	32%
	Curage 2		1:07	45%	15%	40%
	Curage 2	Site 1, veaux	1:27	63%	12%	25%
	Curage 1	Site 1,	3:15	59%	11%	30%
	Curage 2	VA	3:07	44%	19%	37%
Li03	Curage 1		1:56	80%	20%	non observé
	Curage 2		6:10	58%	20%	22%
Moyenne (hors curage 1 Li03)				49%	19%	31%

Tableau 4.18 : Rapport des durées de curage, transport et autres sur la durée totale des travaux

Le curage 1 chez Li03 n'a pas été pris en compte dans les observations suivantes car la partie autres des travaux n'a pas été observée. Dans toutes les exploitations, l'activité qui utilise le plus de temps est le curage proprement dit (49 % du travail), suivi des tâches annexes au curage (30 %) et enfin, du transport du fumier au champ (20 %). Cette répartition moyenne diffère selon les exploitations. Chez Li01, le transport prend une place plus importante (26,5 %) en lien avec les distances à parcourir. Par ailleurs, on observe que la mise au pré des génisses au curage 2, plutôt que leur confinement dans la stabulation comme au curage 1, permet de réduire de 14 % le temps consacré aux tâches annexes. Chez Li02, le transport est sensiblement réduit en lien avec les faibles distances. Si les tâches annexes sont réduites chez Li03 (22 % du travail), c'est le curage qui demande un temps plus important. Bien souvent, les exploitants ne considèrent pas les tâches annexes comme faisant partie intrinsèquement du curage. Cela représente néanmoins presque un tiers du temps de travail nécessaire au curage de l'aire paillée. Des bâtiments pratiques d'où l'on peut mettre rapidement les animaux au champ sont des pistes intéressantes pour gagner du temps.

21103. Temps effectif de travail de curage

Le chronométrage a permis de connaître la durée totale du travail consacré au curage. Le temps effectif de travail est cependant supérieur si nous tenons compte des UTH employées pour l'effectuer. Le Tableau 4.19 montre la durée totale de travail, les UTH employées et le temps effectif total de travail.

Exploitant	Suivi	Site	Durée totale du travail	UTH employées	Temps effectif de travail (prise en compte des UTH)
Li01	Curage 1		5:08	1,33	6:49
	Curage 2		7:24	1,33	9:50
Li02	Curage 1	Site 2	1:01	2	2:02
	Curage 2		1:07	2	2:14
	Curage 2	Site 1, veaux	1:27	2	2:54
	Curage 1	Site 1, VA	3:15	1	3:15
	Curage 2		3:07	1	3:07
Li03	Curage 1		1:56	1,5	2:54
	Curage 2		6:10	1	6:10

Tableau 4.19 : Temps passé par les exploitants à curer le fumier et UTH utilisées

Chez Li01, Mme Li01 aide pour environ un tiers du temps de travail, en particulier pour les tâches annexes au curage en lui même. Chez Li02, deux personnes, l'ouvrier en semaine et Mme Li02 le week-end, sont nécessaires pour curer le site 2. Il faut notamment déplacer deux tracteurs du site 1 au site 2 et déplacer les animaux au pré. Le curage sur le site 2 ne durant pas longtemps (moins d'une heure dix) et le temps nécessaire pour rapatrier une personne entre les sites étant important (environ 20 minutes et mobilisation d'une troisième personne), il est préférable d'employer deux personnes sur le chantier. Il faut également deux personnes pour curer le bâtiment des veaux du site 1 en raison de sa très faible praticité. Pour ces deux cas, l'ouvrier se charge du transport, M. Li02 du curage. Pour le bâtiment des vaches allaitantes, l'ouvrier est totalement indépendant. Li03 cure l'aire paillée lorsqu'il a du temps disponible. Son travail de maire lui fait bien souvent déléguer le curage à son ouvrier. La prise en compte du temps effectif de travail permet de mettre en évidence l'importance d'une aide, même minime, pour effectuer le travail de curage dans le délai imparti qu'est la journée. Les animaux doivent, en effet, être ramenés au bâtiment le soir même pour s'alimenter et s'abreuver.

2111. Le curage du fumier, un savoir-faire à part entière

Le curage du fumier dans une exploitation agricole est donc un ensemble de pratiques de gestion des effluents d'élevage à part entière. Les exploitants ont des critères de déclenchement de l'opération, mettent en place et font évoluer leurs pratiques de curage et de transport. Ce suivi a permis la mise en évidence de cette complexité et souligné quelques défauts à corriger pour améliorer l'efficacité technique de cette opération.

22. L'épandage du fumier

Deux épandages de fumier chez Li02 (20 et 22/12/06) et un épandage de compost chez Li03 (08/01/07) ont été suivis. Cela correspond à 82 % du fumier épandu pour Li02 (23 épandeurs sur 28) et à 20 % du compost épandu pour Li03 (3 épandeurs sur 15). La faible fréquence de suivi s'explique par notre indisponibilité pour une partie des épandages (Li02 et Li03), l'autre raison étant l'absence d'avertissement de la part des exploitants (Li01 et Li03). Nous avons choisi d'enregistrer le maximum d'informations différentes lors de chaque suivi. Cependant, il n'a pas toujours été possible d'observer simultanément la méthode de remplissage de l'épandeur tout en effectuant un relevé du recouvrement en fumier ou en chronométrant les différentes étapes de déplacement. Les suivis ne seront donc jamais comparés entre eux, faute d'informations suffisantes.

221. Conditions climatiques d'épandage

Lors des deux épandages suivis fin décembre chez Li02, les conditions climatiques étaient bonnes avec un ciel dégagé à couvert sans qu'il pleuve. Les températures étaient le plus souvent négatives et n'ont atteint 3 à 4°C qu'en début d'après-midi. L'épandage a donc eu lieu systématiquement sur sol gelé. Les terrains étaient donc très portants, une nécessité d'après l'agriculteur pour réaliser un épandage dans de bonnes conditions.

Chez Li03, le temps était plus clément avec des températures positives. L'épandage a eu lieu le lendemain d'un dimanche pluvieux. Les terrains étaient donc mouillés et glissants. Le lundi a été choisi comme jour de travail afin que les odeurs éventuelles issues de l'épandage aient le temps de s'atténuer d'ici à la fin de semaine. Les résidents concernés par l'épandage sont ainsi moins gênés.

222. Le matériel d'épandage

Li02 utilise un épandeur à caisse étroite Miro-Heywang avec deux hérissons verticaux, couplé à un tracteur Massey Ferguson 6160 d'une puissance de 100 chevaux. Ce matériel, en copropriété avec Li01 et leur oncle, est bien entretenu avec un lavage et graissage complet à la fin de chaque période d'épandage. Le fumier est chargé dans l'épandeur avec le même matériel que lors des curages.

Li03 utilise un épandeur Leboulch HVS à caisse large de 2001 avec deux hérissons verticaux et une porte arrière, en CUMA. Cette porte permet de fermer l'épandeur et évite les pertes de compost ou de fumier sur la route. Le fumier est chargé dans l'épandeur avec le même matériel que lors des curages. Li03 a cependant monté la fourche sur le tracteur du voisin équipé de meilleurs pneus que son propre tracteur normalement dévolu à cette tâche. L'utilisation du tracteur de son voisin permettant de pallier la carence due aux délais de commande de nouveaux pneus pour son tracteur.

S'attarder sur les PTAC de ces matériels permet de mettre en évidence la méconnaissance des agriculteurs quand à la capacité réelle de leur matériel (cf. Tableau 4.20).

		Épandeur de Li02	Épandeur de Li03
Poids Total Autorisé à Charge (PTAC) en t	Selon la fiche constructeur	6,5	13,5
	À dire d'agriculteur	8	15
Poids de fumier par épandeur souhaité par l'agriculteur (en t)		5 à 5,5	13 à 14

Tableau 4.20 : Comparaison des PTAC selon la fiche constructeur et les dires d'agriculteurs, et poids de fumier pris en compte pour établir le cahier d'épandage

Le Tableau 4.20 montre que les agriculteurs surestiment le PTAC de leurs épandeurs, de 23 % pour Li02 et de 11 % pour Li03. Au contraire, ils estiment ne jamais charger l'épandeur au maximum de sa capacité, ceci afin d'éviter un temps de chargement trop important et des pertes de matières lors du transport. Ils prennent donc une marge sur le PTAC à dire d'agriculteur, marge pouvant être assez faible (10 à 15 % chez Li03) ou beaucoup plus forte (de 40 à 45 % pour Li02). Cette marge de sécurité leur permet d'estimer le poids de fumier transporté comme inférieur ou égal au PTAC constructeur, annulant ainsi les précédentes erreurs d'appréciation. Toute étude visant à améliorer la gestion du fumier sur une exploitation devrait donc mettre l'accent sur cette méconnaissance des capacités matérielles des épandeurs afin d'éviter les erreurs d'appréciation des tonnages épandus.

223. Densité du fumier épandu

Avec la méthode du seau, nous avons effectué différents relevés de densité, présentés dans le Tableau 4.21 ci-dessous.

Exploitant	Suivi	Calcul théorique de la densité de fumier d'après la méthode du seau en kg/m ³			Observations
		minimale	maximale	moyenne	
Li02	Épandage 1, fumier site 2	762	997	898	Fumier « mûr » stocké entre 6 et 12 mois
	Épandage 2, fumier site 1	895	1 053	966	
Li03	Épandage 1, compost	699	889	795	Fumier composté depuis 1 mois environ

Tableau 4.21 : Variations des densités de fumier et de compost au tas, selon les exploitations et les épandages

Aucune différence de densité n'a été observée selon le lieu de prélèvement du fumier (cœur du tas, bordure extérieure...). Avec près de 900 kg/m³, la masse volumique du fumier chez Li02 est beaucoup plus élevée qu'une densité classique de fumier frais comprise entre 650 et 800 kg/m³ (Bodet et al., 2001 ; Rousselet et al., 2005). Il s'agit ici d'un fumier « mûr » (ou vieilli), ce qui correspond à un fumier que l'on a laissé évoluer seul pendant au moins 6 mois sans retournement (Hacala, 2002). La densité de ce type de fumier tourne habituellement entre 800 et 1 000 kg/m³ selon la quantité de paille présente (Alonso, 2001 ; Arvalis - Institut du Végétal, 2004). Le fumier

de Li02 est donc dans la fourchette moyenne de ces densités. Cela est vraisemblablement dû à une absorption partielle d'eau de pluie par le fumier, absorption contribuant à son alourdissement.

Li02 a choisi délibérément de travailler avec du fumier vieilli plutôt qu'avec du fumier frais ou du compost. Le fumier frais est trop difficile à épandre avec son épandeur et le compostage est une technique sans réelle valeur ajoutée au coût assez prohibitif, argument qui sera ultérieurement discuté (Janichon et al., 2003). Les arguments invoqués pour l'usage du fumier mûr sont multiples. Tout d'abord, l'épandage de fumier mûr ne provoque pas de problèmes sanitaires particuliers, y compris sur les prairies pâturées comme le confirme Hacala (2002). Le fumier vieilli est également plus facile à épandre qu'un fumier frais en raison de sa décomposition, plus ou moins avancée (Chambre d'agriculture des Pays de la Loire, 2004). L'épandage sur prairies peut de plus se faire dès début septembre et jusqu'au début de l'hiver, période où Li02 a du temps pour effectuer les épandages. Cet épandage précoce permet un délai suffisant de dégradation et évite la présence de fumier dans le fourrage. Le fumier de Li02 était cependant arrivé au stade du beurre noir généralisé, caractéristique d'une décomposition anaérobie. Le fumier était malodorant, très gras et collant (difficulté à le détacher du godet de la fourche ; l'agriculteur secouant la fourche à chaque voyage pour inciter le fumier à descendre). L'exploitant a indiqué obtenir du fumier de ce type quasi annuellement, probablement en raison de la pluviométrie assez importante de la région. Sur les deux sites, des jus de fumiers s'écoulaient dans le voisinage immédiat des tas. Une perte en éléments nutritifs due au stockage prolongé et à la pluviométrie est donc à envisager.

Le compost chez Li03 a une densité proche de 800 kg/m^3 ce qui est dans la fourchette des moyennes habituellement constatées de 600 à 900 kg/m^3 (Bodet et al., 2001 ; Rousselet et al., 2005). Li03 utilise le compost car c'est un produit inodore, assaini et qui offre une bonne qualité d'épandage (Hacala, 2002 ; Janichon et al., 2003). La réduction de volume d'environ 40 % fut également un élément majeur dans le choix de cette technique. Li03 épand généralement son compost un mois environ après le second retournement, afin d'éviter toute reprise de poids du compost par absorption d'eau de pluie. Cet objectif semble atteint car aucun jus provenant du tas n'a été observé lors du suivi. Selon Li03, le coût de la technique compost est compensé par la réduction des volumes d'effluents à gérer. Une étude comparant les coûts entre un itinéraire fumier et un itinéraire compost s'attardera par la suite sur cette affirmation.

224. Chargement des épandeurs

2241. Positionnement de l'épandeur par rapport au tas de fumier

Afin d'occuper le moins d'espace possible et de gêner au minimum la circulation dans le champ, les tas de fumier sont systématiquement parallèles au bord des parcelles. De plus, l'épandeur est toujours placé à la perpendiculaire du sens de prélèvement du fumier dans le tas. La Figure 4.17 explicite ces positionnement chez Li02 et Li03. Li02 ne souhaite pas que l'épandeur soit dans le

champ pour être chargé afin d'éviter toute dégradation de la prairie. Pour cela, l'épandeur est garé à l'extérieur du champ sur une route ou un chemin, parallèlement au tas de fumier. Le fumier est ensuite chargé dans l'épandeur directement par-dessus la clôture (cf. Figure 4.17). Le tracteur qui charge le fumier, roule dans l'aire ainsi dégagée. Son salissement est particulièrement important et le terrain concerné, fortement dégradé. Li03 charge l'épandeur au champ. L'épandeur est garé perpendiculairement au tas de fumier (cf. Figure 4.17), position pour l'agriculteur qui entraîne ensuite le moins de manœuvres.

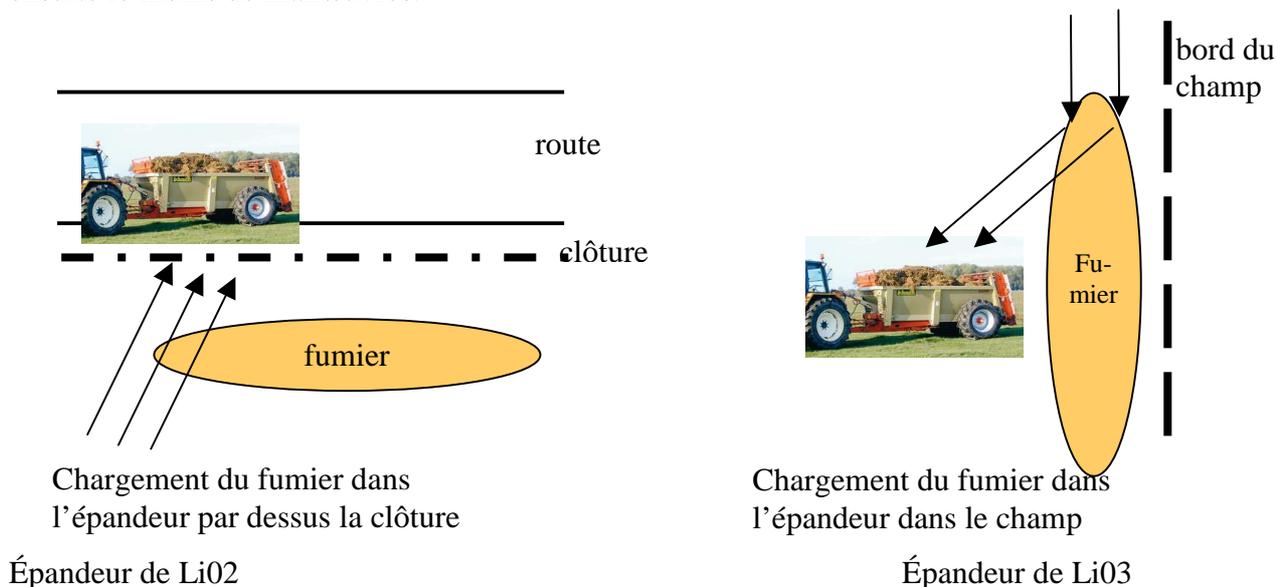


Figure 4.17 : positionnement de l'épandeur par rapport au tas de fumier chez Li02 et Li03

Le chargement de l'épandeur n'a lieu que par un seul côté ce qui favorise des épandeurs mal équilibrés. À l'œil, il y a globalement un sur-chargement apparent sur le côté opposé au remplissage de l'épandeur à l'instar de nos observations sur le remplissage de la benne au curage.

2242. Nombre de fourches par épandeurs et répartition dans l'épandeur

La même procédure de comptage des fourches que pour le curage du fumier a été employée pour observer le remplissage des épandeurs (cf. Tableau 4.22).

Exploitant	Suivi	Nb. de fourches / benne		
		minimal	maximal	moyen
Li02	Épandage 1, fumier site 2	6	9	7
	Épandage 2, fumier site 1	6	7	7
Li03	Épandage 1, compost	15,5	17,5	16,5

Tableau 4.22 : Variations du nombre de fourches par épandeur

Suivant le remplissage des fourches qui va de plein à très plein, Li02 met entre 6 et 7 fourches par épandeur. Un seul épandeur a reçu 9 fourches, Li02 souhaitant finir le tas sans faire un voyage avec deux fourches de fumier seulement dans l'épandeur. Lors de ce dernier voyage, le chargement a

excédé la hauteur de la traverse du cadre des hérissons. Il est recommandé d'éviter cette situation, susceptible de provoquer des irrégularités d'alimentation des hérissons et un allongement du temps de vidange (Fédération régionale Cuma Ouest et Chambres d'Agriculture de Bretagne, 2004). Comme cela ne s'est produit qu'une seule fois sur 23 épandeurs observés, nous estimons ce cas de figure peu fréquent chez Li02.

Li02 commence toujours par remplir l'arrière de l'épandeur avec 4 à 5 fourches de fumier. L'avant de l'épandeur est ensuite complété avec 2 à 3 fourches. Le chargement est ensuite tassé pour éviter de perdre du fumier sur la route. Pour l'agriculteur, il est primordial de commencer par charger l'arrière de l'épandeur s'il veut obtenir un épandage correct. Le fumier est ainsi tassé contre les hérissons dès le départ permettant ainsi un épandage plus régulier. Ce mode de remplissage est cependant contraire aux recommandations. Celles-ci incitent à démarrer le chargement de l'épandeur par l'avant pour avoir un talon (front de fumier) plus solide et limiter de ce fait l'éboulement du fumier dans la caisse, source d'irrégularité en fin de vidange (Fédération régionale Cuma Ouest et Chambres d'Agriculture de Bretagne, 2004).

Li03 met en moyenne 16,5 fourches pleines par épandeur. Il utilise des demies-fourches en fin de chargement pour remplir au mieux l'épandeur, notamment les angles. Le chargement s'effectue en déposant deux couches de fumier dans l'épandeur. Pour la première couche, Li03 a déposé 7 à 8 fourches de fumier dans l'épandeur, en essayant de les répartir au mieux. Pour cela, il a rempli l'avant et l'arrière de l'épandeur avant de déposer 1 à 2 fourches au milieu (cf. Figure 4.18).

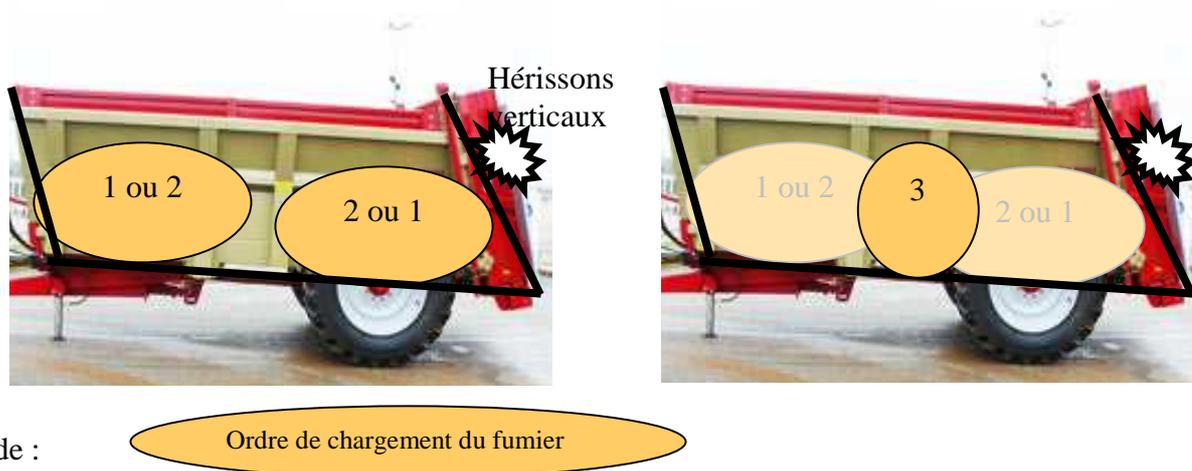
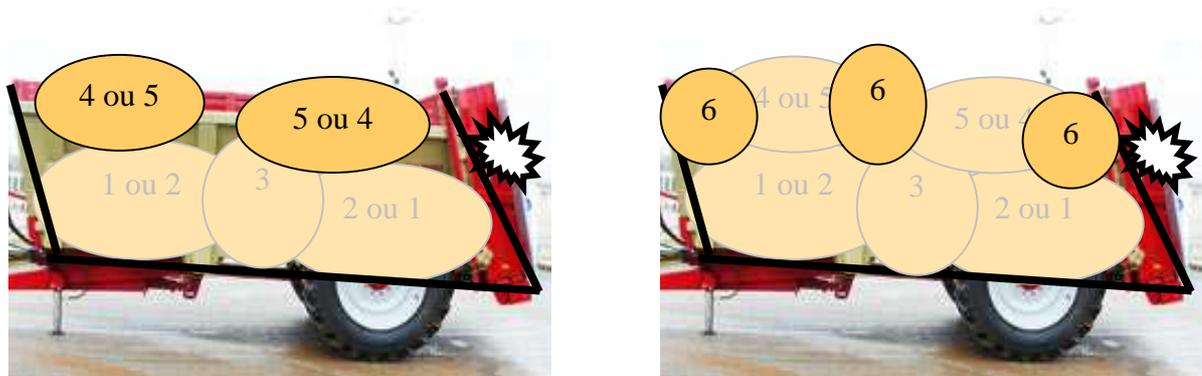


Figure 4.18 : schématisation du remplissage par Li03, dans l'épandeur, de la couche inférieure de fumier

Il procède de la même façon pour la seconde couche de fumier (cf. Figure 4.19). Cette couche est d'une hauteur plus faible que la première couche et est composée de fourches pleines et de demies-fourches pour compléter les espaces vides. Au cours de la mise en place de la seconde couche, l'agriculteur a tassé fréquemment le fumier (environ 2 fourches sur trois), ceci afin d'éviter toute perte de fumier lors du déplacement sur la route avec l'épandeur. Lorsque l'épandeur est plein,

l'exploitant en a fait le tour pour tasser l'autre côté de l'épandeur et, si besoin, mieux répartir le fumier et compléter le chargement avec une ou deux demies-fourches supplémentaires. Cette technique permet à l'agriculteur d'assurer un remplissage qu'il qualifie d'optimal.



Légende :  Ordre de chargement du fumier

Figure 4.19 : schématisation du remplissage par Li03, dans l'épandeur, de la couche supérieure de fumier

2243. Masse des épandeurs

N'ayant jamais eu les pesons à disposition lors de ces épandages, aucune pesée n'a pu être effectuée. Li02 a cependant bien voulu faire un détour pour effectuer une pesée sur la bascule communale. Le poids mesuré a été de 5 499 kg (± 50 kg) soit 5,5 t. L'agriculteur, qui estimait ce poids entre 5 et 5,5 t selon les épandeurs, est donc proche de la réalité, du moins sur cet épandeur.

Ayant compté le nombre de fourches au chargement et ayant une idée précise du poids d'une fourche pour un type de matériel grâce à nos suivis de curage, nous avons une autre possibilité d'évaluation du poids des épandeurs. Pour la fourche de Li02, le poids d'une fourche est en moyenne de 0,69 t (min : 0,59 t ; max : 0,9 t). Avec 7 fourches en moyenne par épandeur, un épandeur pèserait 4,8 t en moyenne (min : 4,2 t ; max : 6,3 t). Le poids de l'épandeur est sous-estimé par nos calculs. La densité nettement supérieure du fumier mûr (plus de 900 kg/m^3) entraîne probablement des fourches de fumier plus lourdes que lors des curages où la densité moyenne était inférieure à 700 kg/m^3 .

Pour Li03, le poids moyen d'une fourche est de 0,79 t. Les deux épandeurs observés pèseraient donc 12,3 et 13,8 t, selon notre approche. Notre évaluation correspond aux estimations de poids de l'agriculteur (entre 13 et 14 t par épandeur).

Notre approche du poids de fumier dans une benne à partir du nombre de fourches semble pouvoir être étendue au poids de fumier contenu dans un épandeur. Pour être plus proche de la réalité, il aurait cependant été nécessaire d'effectuer une ou deux pesées de fourches pour valider notre approche, notamment avec le fumier mûr à forte masse volumique.

225. Trajets des épandeurs

L'étude des trajets de transport du fumier, depuis le tas jusqu'au champ où il sera épandu, offre des résultats assez similaires à l'étude des trajets des bennes de fumier. L'exploitant Li02 a épandu la totalité de son fumier sur trois parcelles (deux en totalité, une partiellement), dont une parcelle recevant du fumier des deux tas (cf. Figure 4.20). Pour déterminer les trajets à emprunter, l'exploitant prend en compte deux considérations qui sont, par ordre de priorité décroissante :

- Minimiser le nombre de manœuvres nécessaires. Dans l'idéal, les manœuvres doivent être réduites à l'entrée et à la sortie du champ. Les virages à angles aigus sont donc proscrits au maximum, car des manœuvres peuvent être nécessaires (petite marche arrière par exemple) et qu'il est nécessaire de ralentir pour les prendre sans danger.
- Optimiser le trajet en limitant la distance à parcourir, les pentes à franchir (notamment avec un épandeur plein) et les passages dans les hameaux (limitations des odeurs et donc des récriminations auprès de l'agriculteur ou du maire concerné).

Les trajets depuis le tas de fumier issu du site 2 n'est théoriquement pas optimum. Il existe un trajet plus court d'environ 450 m mais il comporte deux virages très secs, difficiles à emprunter, et passe par deux hameaux. Le trajet optimisé selon les règles décrites est plus long en terme de distance parcourue, mais évite le passage dans les hameaux et serait identique en durée au trajet court, selon les dires de l'agriculteur. Cette optimisation des trajets selon des règles non écrites est aussi valable pour les trajets depuis le site de stockage du site principal. L'exploitant effectue une boucle entre l'aller et le retour pour que le tracteur et l'épandeur puissent être garés facilement contre la clôture. Le trajet est ainsi allongé d'environ 500 m, mais évite toute manœuvre fastidieuse. La détermination du sens de la boucle s'est faite selon la seconde règle et, en particulier, la limitation des pentes à franchir. Il y a près de 60 m de dénivelé négatif entre le tas de fumier et le point où les trajets aller et retour se rejoignent. L'exploitant a choisi de descendre avec le fumier sur la distance la plus courte (1 virage sec en moins et temps en descente plus court) et de remonter sur le trajet le plus long avec un épandeur vide. Selon l'ouvrier en charge de l'épandage, la montée à vide et sur une pente plus douce permet d'atteindre des vitesses plus grandes et, au final de gagner du temps. La vitesse au compteur du tracteur n'ayant pas été relevée, nous ne pouvons que rapporter cette affirmation.

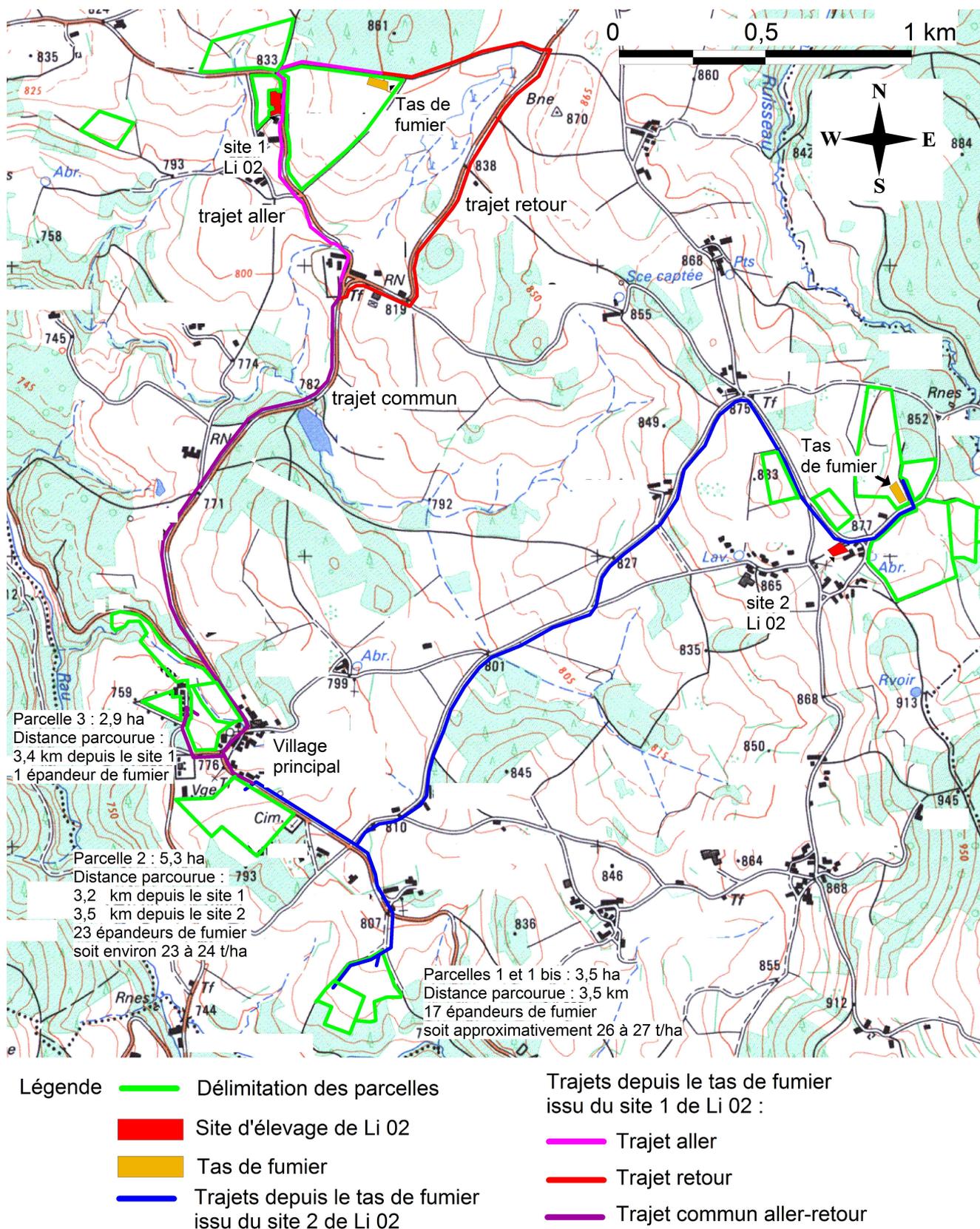


Figure 4.20 : Trajets empruntés avec l'épandeur par Li02 depuis les deux tas de fumier

Li03 ne peut pas stocker le fumier à proximité immédiate de l'exploitation pour deux raisons. D'une part, il souhaite garder les parcelles à proximité immédiate des bâtiments pour l'usage des vaches

laitières. D'autre part, il ne dispose pas d'une surface plane suffisamment importante pour permettre facilement le compostage de son fumier à proximité du lieu de production. Cela peut entraîner des déplacements considérés comme inutiles, mais auxquels Li03 ne peut remédier en l'état actuel de son parcellaire. La Figure 4.21 ci-dessous explicite mieux cette contradiction. Li03 a emmené son fumier à plus d'un kilomètre du bâtiment d'élevage où il a été rapidement composté. La parcelle en luzerne devant recevoir le compost cette année-là, se trouvait à proximité immédiate de l'exploitation. L'exploitant a donc effectué un trajet total de cinq kilomètres aller-retour (2 km pour transporter le fumier puis 3 km pour amener le compost au champ) pour un trajet optimum de 2 km. Pour Li03, cela représente une perte de temps et d'argent sans qu'il puisse véritablement envisager une autre solution.

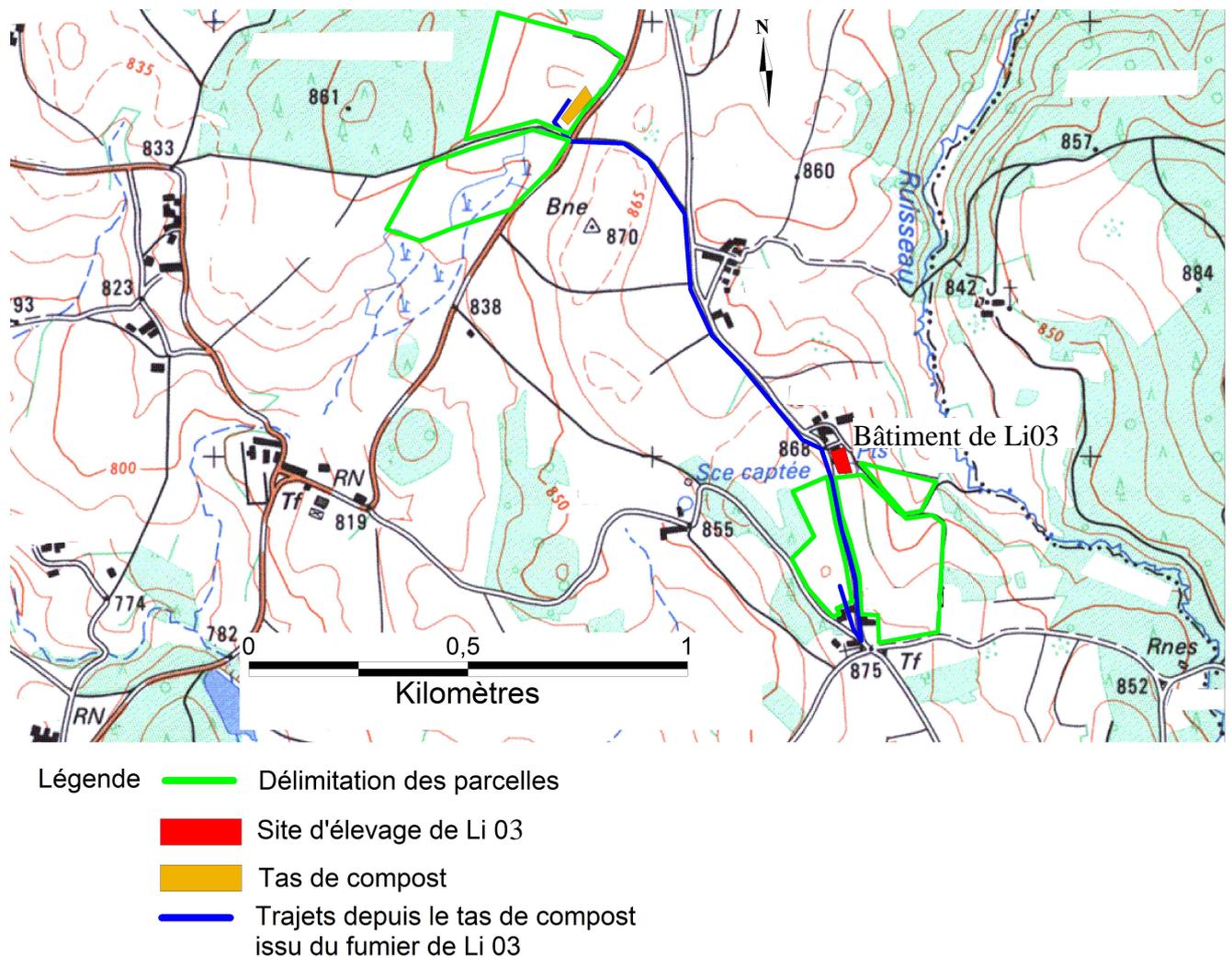


Figure 4.21 : Trajet emprunté avec l'épandeur par Li03 depuis le tas de compost

226. Épandage du fumier

2261. Déroulement des épandages

À l'instar de toutes les opérations agricoles classiques (labour, semis...), les personnes épandent le fumier tout d'abord sur les planches puis finissent par les planches en tête (cf. Figure 4.22).

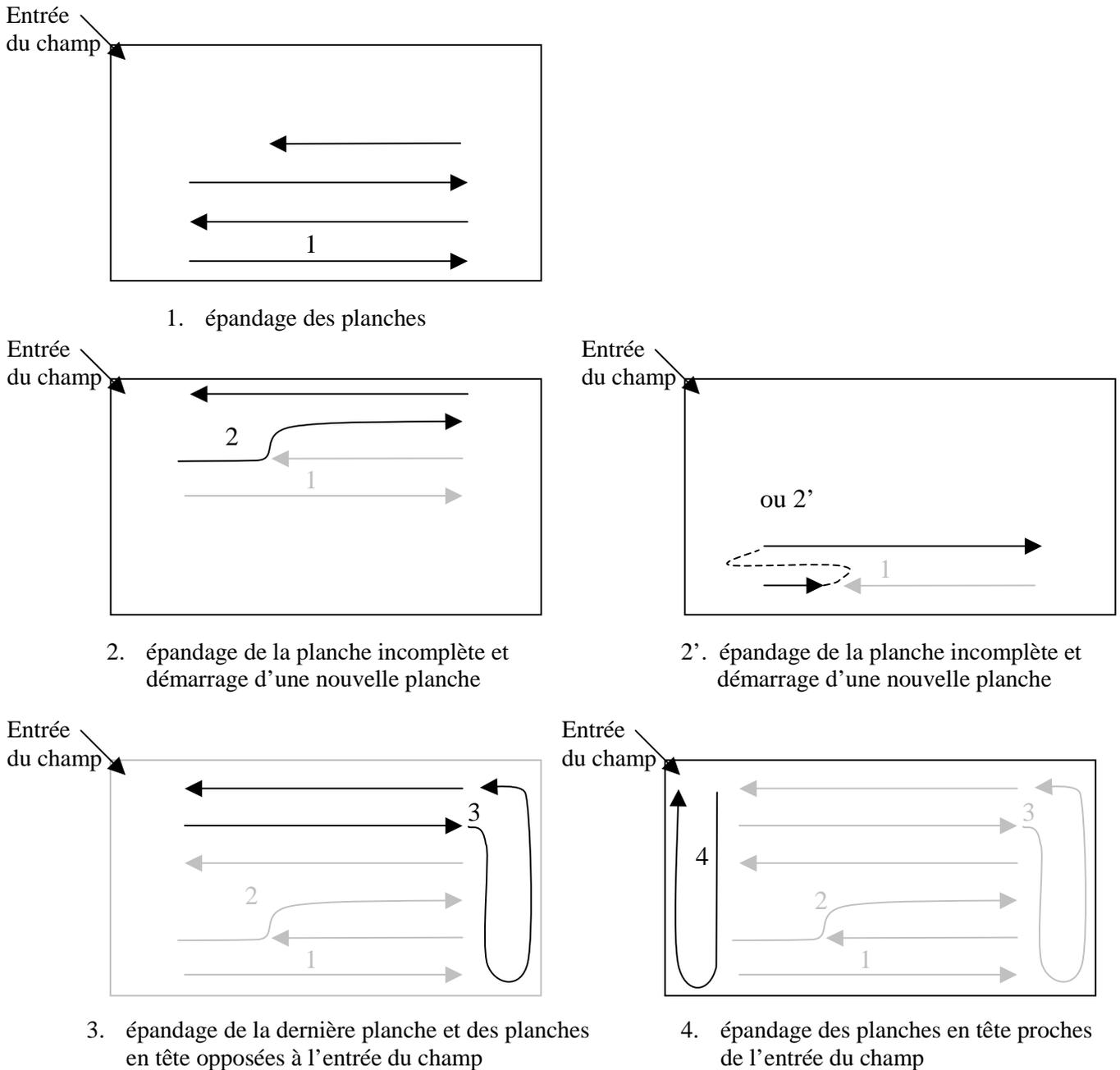


Figure 4.22 : Principes d'épandage du fumier

Les agriculteurs cherchent à couvrir le mieux possible la surface du champ tout en respectant un impératif : ne pas rouler dans le fumier déjà épandu. Ils évitent ainsi le salissement des pneus et du matériel, et par conséquent des routes. Les agriculteurs commencent tout d'abord par épandre les planches en cherchant à finir l'épandeur à la fin d'une planche (cf. 1. de la Figure 4.22). Lorsque cela n'est pas possible, ils finissent la planche avec l'épandeur suivant. Ils peuvent alors soit décaler

le tracteur et poursuivre l'épandage (cf. 2.) ou revenir au bord et débiter une nouvelle planche complète (cf. 2'). Dans les faits, c'est cette solution qui est la plus souvent choisie. Lorsqu'ils arrivent à la dernière planche à épandre, ils épandent alors la planche à tête située à l'opposée de l'entrée de champ (cf. 3. de la Figure 4.22) et reviennent en épandant la dernière planche. Ils finissent enfin par la planche en tête la plus proche de l'entrée du champ (cf. 4. de la Figure 4.22).

Les principes d'épandage présentés auparavant s'applique également dans les parcelles comportant de nombreuses pointes. Dans ces conditions, il peut arriver qu'une partie de la parcelle ne reçoivent pas de fumier ou que l'exploitant soit obligé de passer sur une partie déjà épandue. Dans ce dernier cas, il s'arrangera systématiquement pour rouler après la fin de l'épandage en question sur une partie non épandue, pour nettoyer au mieux les pneus avant de retourner sur la route.

2262. Surfaces épandables et surfaces épandues

De nombreuses parcelles épandues comportent des restrictions à l'épandage dues à la présence d'habitations de tiers, de zones fréquentées par le public (mairie, jardin public, terrain de sport, cimetière...), de points d'eau destinés à la consommation humaine (puits, forages, sources, captages et stockage) ainsi que des cours d'eau, fossés ou étangs. Des zones exclues de l'épandage par la réglementation sont ainsi définies. Ces zones ne sont pas toujours respectées par les agriculteurs que ce soit par choix délibéré ou pour des considérations techniques. Une illustration de ces considérations techniques s'appuie sur l'exemple de la Figure 4.23.

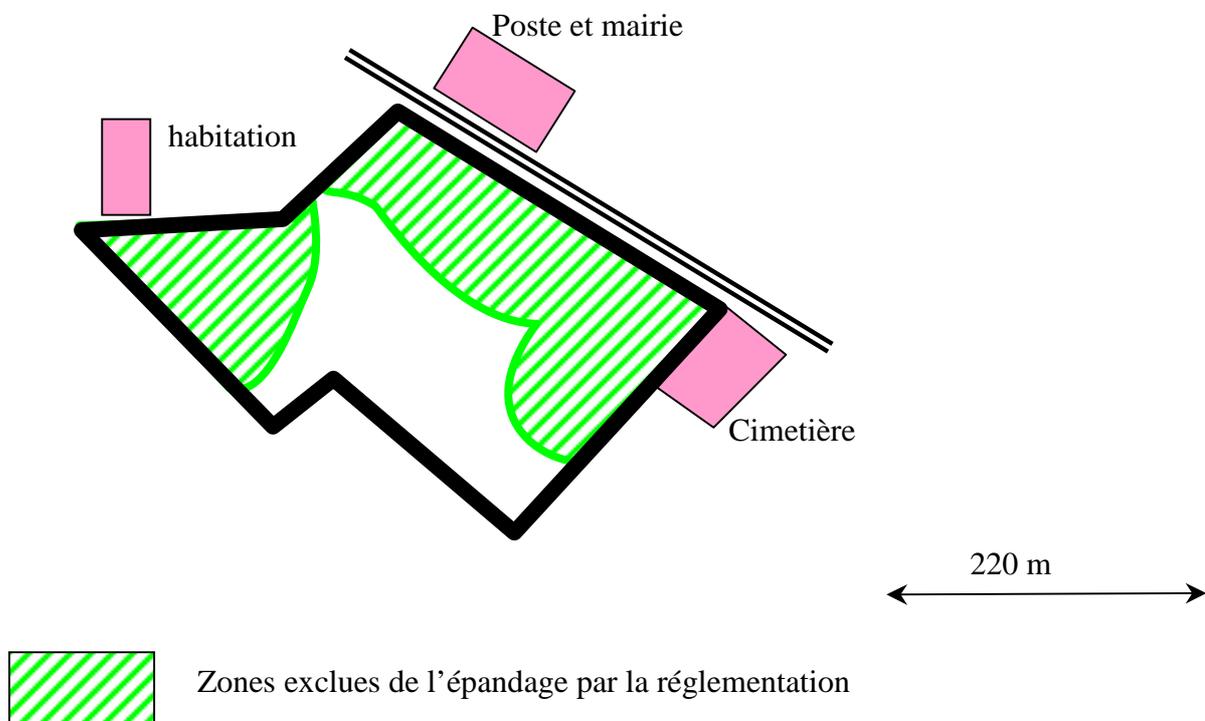


Figure 4.23 : exemple de restriction d'épandage sur une parcelle de Li02

Cette parcelle de Li02 d'une surface de 5,3 ha n'est épanachable que sur 2,1 ha suite aux restrictions dues à la présence d'une habitation secondaire, de la poste, de la mairie et d'un cimetière. La parcelle ainsi récréée est incompatible avec les pratiques d'épandage permises par le matériel (angle aigu, courbe, largeur d'épandage permise inférieure à la largeur minimum de l'épandeur...). En pratique, si l'agriculteur veut épandre, il s'affranchit pour tout ou partie de ces règles de distance qu'il ne peut respecter et épand alors sur la presque totalité de la parcelle (hors considérations pratiques telles que certains angles difficile d'accès).

Pour respecter ces règles de distances, les agriculteurs devraient piqueter les parcelles pour visualiser les surfaces à épandre. En sus des considérations techniques précédemment évoquées, ce piquetage puis sa suppression demande un temps assez important. Lorsque les règles de distances sont respectées, les distances sont évaluées à l'œil ce qui peut parfois aboutir à des écarts conséquents toujours inférieurs aux distances réglementaires.

2263. Gestion des nuisances et relation aux voisins

Contrairement aux épandages de lisiers, aucune précaution particulière n'a été prise pour diminuer les nuisances pouvant être occasionnées par l'épandage. Les conditions climatiques froides limitaient le développement des odeurs et la sortie des personnes susceptibles d'être gênées. Par ailleurs, les résidences secondaires sont généralement inoccupées à cette période de l'année. Enfin, le fumier est considéré par la population comme un produit plus « sain » que le lisier, dégageant moins d'odeurs. La tolérance quant aux nuisances générées est, d'après les agriculteurs, beaucoup plus forte qu'avec du lisier tant qu'ils prennent soin de ne pas salir les routes empruntées.

2264. Mesures de répartition transversale du fumier

Six mesures de répartition transversale du fumier par l'épandeur de Li02 ont été effectuées (Figure 4.24). L'épandeur a toujours été chargé par la droite (vue de devant). Les chargements paraissaient sous chargés sur le côté droit du chargement où œuvrait le tracteur. Les mesures montrent que la répartition transversale n'est absolument pas régulière avec cet épandeur à la fois transversalement pour un même chargement, et entre divers épandeurs.

Mesures de répartition du fumier par l'épandeur de Li 02

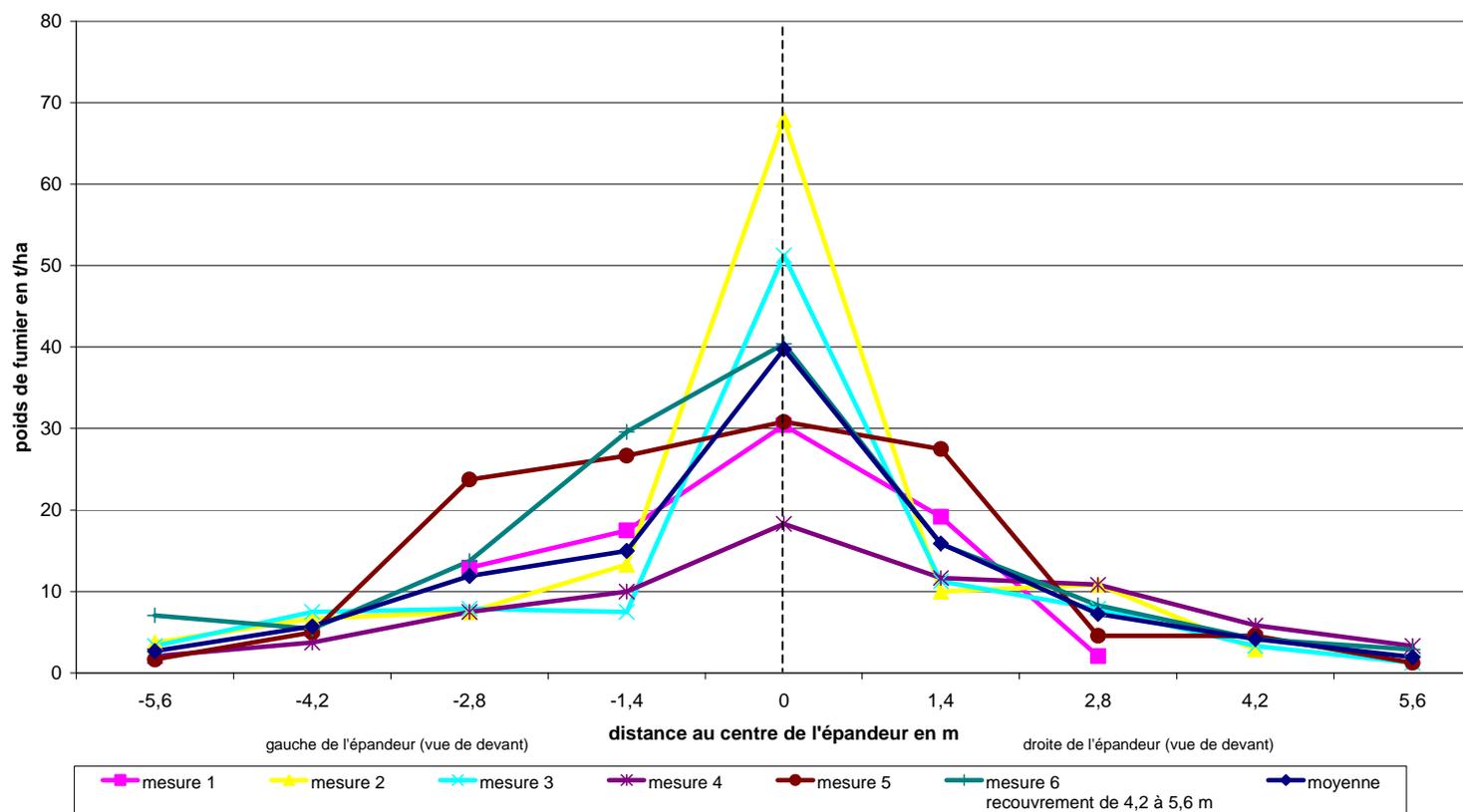


Figure 4.24 : Mesures de répartitions transversales du fumier par l'épandeur de Li02

À l'échelle de nos mesures, trois catégories de doses se détachent sur la courbe moyenne de répartition transversale en bleue :

- Dans l'axe de l'épandeur (mesures au centre de l'épandeur), les doses apportées sont très fortes avec près de 40 t/ha. Cette bande centrale est donc nettement surchargée.
- Sur les mesures latérales (mesures à $\pm 1,4$ m et $- 2,8$ m), les doses apportées vont de 12 à 16 t/ha, c'est-à-dire proches de celles visées par l'agriculteur. Le point de mesure + 2,8 m (côté droit de l'épandeur) ne fait pas le pendant avec son point de mesure symétrique. Les doses obtenues sont comprises entre 2 et 11 t/ha, soient des doses inférieures aux attendus. Une des explications possibles est le sous chargement observé à droite après remplissage de l'épandeur, sous chargement se retrouvant dans les doses observées. Les bandes latérales sont donc déséquilibrées.
- Pour les mesures les plus externes (mesures à $\pm 4,2$ m et $\pm 5,6$ m), les doses apportées vont de 2 à 8 t/ha et diminuent lorsque la distance à l'axe central de l'épandeur augmente. En général, seules les mesures à $\pm 5,6$ m font l'objet d'un recouvrement lors du passage suivant. Cela n'affecte que peu les doses apportées comme le montre la mesure 6.

Les six mesures de répartitions suivent cette tendance avec des écarts plus ou moins importants selon les points de mesure et les chargements. À 4,2 et 5,6 m de l'épandeur, les doses apportées sont sensiblement identiques d'une mesure à l'autre. Pour tous les autres points de mesure l'écart entre

les mesures peut aller du simple au quadruple. Les écarts entre chargements peuvent potentiellement s'expliquer par une différence de répartition longitudinale (mesure au début, au milieu ou à la fin de l'épandage). Cette hypothèse n'est pas vérifiable, aucune mesure de répartition longitudinale n'ayant été effectuée, faute de temps et de moyens.

La dose de matière organique apportée à la parcelle n'est donc pas épandue de manière régulière dans le sens transversal à l'avancement de l'épandeur. Une meilleure régularité longitudinale, possible en raison du maintien d'une vitesse constante de l'épandeur par l'agriculteur, est en fait peu probable au vu des mesures effectuées si l'agriculteur ne modifie pas profondément ces pratiques. Pour améliorer sa régularité transversale (Rousselet et al., 2005 ; Rousselet et Mazoyer, 2007), Li02 devrait :

- travailler avec la largeur optimale (environ 6 m et non 9 m comme actuellement). Jalonner la parcelle lors des premiers épandages pourrait aider à respecter cette distance entre passages ;
- mieux répartir le chargement dans la caisse ; un épandeur bien chargé (par les deux côtés notamment) permet d'obtenir des courbes de répartition plus plates comme pour le chargement 5 ;
- surveiller le bon état des organes d'épandage ; si l'épandeur est effectivement lavé et graissé en début et fin de campagne, les couteaux ne sont en revanche que très rarement changés et présentaient d'importants signes d'usure.

L'amélioration des doses d'épandages doit cependant garder une précision toute relative. Comme le signale Lecocq (2006), le jusqu'au-boutisme en matière de qualité d'épandage est un objectif à viser pour progresser, mais ne peut être une fin en soi. La situation de départ (technique, pratique, financière...) doit être prise en compte. Les marges d'erreur, pour le seul aspect quantitatif, restent encore dans des valeurs à deux chiffres. Il semble ainsi difficile pour Li02 d'améliorer sa technique de chargement sans pénaliser rapidement le temps de travail consacré au chargement de l'épandeur.

2265. Vitesse, largeur et longueur d'épandage

Les relevés de vitesse, largeur et longueur d'épandage mettent en évidence les difficultés rencontrées pour utiliser de façon adéquate le matériel d'épandage.

Chez Li02, la largeur d'épandage est comprise entre 10,7 et 12 m, pour une largeur d'épandage effective comprise entre 8,8 et 9,5 m (recouvrement de 2,5 m en moyenne). L'agriculteur vise une largeur d'épandage moyenne avec recouvrement de 9 m. Pour des fumiers évolués tel celui de Li02, la largeur d'épandage recommandée avec un épandeur à hérissons verticaux est de 6 m pour une dose minimale de 20 t/ha (Bassez, 1994). Chez Li03, la largeur d'épandage moyenne est de 12 m pour un chargement de l'épandeur estimé à 13 t.

	Li02	Li03
Vitesse d'épandage (km/h)	4,5	11 à 12
Vitesse d'avancement du tapis et tour / min	2,5 à 570 tours / min (600 tours dans les pointes)	9,5 à 1 110 tours / min au départ puis 6,5 à 700 tours / min
Distance moyenne épandue (en m et mini - maxi)	285 (250 à 310)	965 (930 à 1 000)
Poids épandeur (en t)	5,5	13 (estimation)
Largeur d'épandage (en m)	9	9
Temps vidange épandeur (min, sec)	0:06:25 (manœuvres comprises)	0:07:30 (sans manœuvres ; demi-tour large en épandant)
Dose calculée en t/ha	21,4	15
Dose recherchée en t / ha	20 à 25	15

Tableau 4.23 : Doses d'épandage calculées à partir des données relevées lors du suivi

Les doses moyennes apportées correspondent donc aux attendus des agriculteurs. Li02 doit néanmoins retravailler ces vitesses d'épandage s'il veut homogénéiser les doses apportés. Le Cemagref (Thirion et Chabot, 2002) conseille ainsi à l'exploitant de procéder de la manière suivante pour régler son épandeur à fumier:

- mesurer le volume utile de l'épandeur et la densité du fumier ;
- en déduire la quantité transportée ;
- calculer la longueur de trajet nécessaire pour épandre la dose préconisée ;
- mesurer la longueur effective du trajet pour vider l'épandeur ;
- corriger le réglage préalable (vitesse de tapis, ouverture de la porte, vitesse d'avancement) jusqu'à l'obtention de la dose souhaitée

Si Li02 réduit la largeur d'épandage à son optimum de 6 m, il doit ainsi couvrir 430 m pour apporter une dose similaire (soit une vitesse moyenne de 7,8 km/h).

227. Coût du choix du compost par rapport au fumier

Li03 a choisi de composter la totalité de son fumier, le coût de la technique compost étant a priori compensé par la réduction des volumes d'effluents à gérer. À l'inverse, Li02 réfute l'utilisation du compostage en invoquant notamment l'argument du prix plus élevé. L'étude des coûts des itinéraires fumier et compost permet d'éclairer cette controverse. Nous utilisons pour cela une feuille de calcul développée en 2003 (Janichon et al., 2003) et réactualisée avec les coûts de revient moyens matériels (cf. Tableau 4.24) issus du dépouillement de la comptabilité analytique des CUMA d'Auvergne en 2006 (FR Cuma Auvergne et al., 2007).

coût des opérations	Coût du tracteur avec chargeur (tracteur 100 cv)	12,8 € / heure
	Coût du tracteur pour épandre (120 cv)	13,1 € / heure
	Coût de l'épandeur (plus de 11 m ³)	8,0 € / voyage
	Coût des retournements d'andain de compost (hors capital social ; source : CUMA compostage 63)	1 € / m ³

Tableau 4.24 : Coûts de revient matériels en 2006

Les caractéristiques des chantiers chez Li02 et Li03 sont présentées dans le Tableau 4.25. Lors du curage (transport au champ compris), les coûts sont identiques indépendamment de l'itinéraire technique fumier ou compost choisi. Les coûts de curage ne seront donc pas évoqués par la suite.

Caractéristiques des chantiers chez	Li02	Li03
Volume de fumier à gérer (m ³)	270	360
Distance tas de fumier/compost - parcelle d'épandage (km)	3,4	1,5
Temps de chargement d'un épandeur (minutes)	0:08:10	0:25:00
Temps pour vider l'épandeur au champ (minutes)	0:06:25	0:07:30
Dose de fumier/compost ⁵⁷ en t/ha	28	15
Temps de transport tas de fumier/compost - champ aller – retour (minutes)	0:20:10	0:09:10
Réduction volume de fumier après compostage (%)	40	
Charge utile de l'épandeur (m ³)	8	14
UTH utilisées pour l'épandage	1	1

Tableau 4.25 : Données nécessaires à la simulation

À partir des informations présentées auparavant, les coûts des itinéraires fumier et compost ont été établis pour Li02 et Li03 (cf. Tableau 4.26).

		calcul	Coûts de revient (en €)			
		Exploitation	Li02		Li03	
		Itinéraire technique	fumier	Hypothèse compost	Hypothèse fumier	compost
Opérations	retournement	Volume fumier * coût / m ³		270		356
	reprise	Nb chargements* tps chargement / épandeur * coût tracteur / h	59	35	137	82
	Transport à la parcelle	Nb chargements * tps transport / épandeur * coût tracteur / h	145	87	51	31
	épandage	Nb chargements * coût utilisation d'un épandeur / voyage	229	137	206	123
	TOTAL		433	529	394	592

Tableau 4.26 : Comparaison des coûts de revient des itinéraires techniques fumier et compost (hors carburant et main-d'œuvre)

⁵⁷ Notre hypothèse, étayée par nos observations de terrain, est que la dose de fumier apportée au champ représente approximativement le double de la dose de compost.

Dans les conditions énumérées ci-dessus, l'itinéraire fumier est plus économique que l'itinéraire compost d'environ 26 % (18 % pour Li02 et 33 % pour Li03) et ce, indépendamment de l'exploitation. Cette approche est cependant quelque peu faussée par l'absence de prise en compte du coût des carburants et de la main-d'œuvre avec notamment une consommation moindre et des temps de travaux plus faibles pour le compost. Une rectification s'impose donc.

Pour cela, la main-d'œuvre est comptabilisée en utilisant le coût du SMIC horaire brut (coût du 01/07/06 au 30/06/07), soit 8,27 €/H. Les estimations de consommation de carburant lors du transport et de l'épandage de fumier (aucun suivi avec du compost) sont issues de 250 suivis de consommation réalisés en 2007 et 2008 dans le département de la Manche par la Chambre d'Agriculture de la Manche, L'IREO, la Fédération Départementale des CUMA de la Manche et l'ARETAR Basse-Normandie (Savary, 2008).

L'épandage de fumier consomme en moyenne 10 L de carburant par hectare épandu. Cette consommation moyenne correspond au chargement dans l'épandeur du fumier (stocké sur la parcelle à épandre) et à son épandage à raison de 35 t/ha (Savary, 2008). Lorsque le produit épandu est du compost, notre hypothèse est, qu'avec un nombre de chargement et de voyages par hectare épandus divisés par deux, la consommation de carburant par hectare est elle aussi diminuée de moitié (soit 5 L / ha).

La consommation est particulièrement tributaire des performances au chargement (Savary, 2008), elles-mêmes dépendantes de l'habileté du chauffeur et du matériel à disposition. Parmi les autres facteurs limitant la consommation, Savary cite la vidange rapide des épandeurs, la présence d'un tas unique de fumier par parcelle, un terrain sec et portant, l'absence de temps morts et des déplacements réduits (Savary, 2008). Le transport du fumier sur la parcelle n'est pas compté dans cette évaluation. La consommation est liée à la distance parcourue avec des variations comprises entre 25 et plus de 70 L pour 100 km parcourus (Savary, 2008). Les distances d'épandages étant comprises entre 1,5 km (Li03) et 3,5 km (Li02), nous utiliserons la valeur moyenne de 50 L/100 km parcourus. Le prix du carburant agricole est estimé à environ 0,6 € / L, à la fin 2006 (Agreste, 2009). Les résultats de nos calculs sont présentés dans le Tableau 4.27.

Exploitation		Li02		Li03	
		fumier	Hypothèse compost	Hypothèse fumier	compost
Itinéraire technique					
Coûts en €	Matériels (retournement compris)	433	529	394	592
	Carburants [(distance parcourue * consommation + nb ha épandus * consommation) * coût carburant]	119	72	85	51
	Main d'œuvre (temps passé à l'épandage * coût main-d'œuvre)	162	97	129	77
	TOTAL	714	698	608	720
Coût du compost / fumier en %		-2,4 %		15,6 %	

Tableau 4.27 : Comparaison des coûts d'un itinéraire compost par rapport à un itinéraire fumier (carburant et main-d'œuvre compris)

Avec ces deux exemples, nous montrons que les coûts induits par le compostage sont variables selon les exploitations. Chez Li02, l'hypothèse compost permettrait de réaliser théoriquement, une économie de 2,5 %, réfutant ainsi l'argument du coût supérieur du compost. Li02 bénéficierait à plein de la réduction de volume provoqué par le compostage car il stocke le fumier à faible distance de l'exploitation (moins de 500 m) pour l'épandre à une grande distance (> 3 km) du lieu de stockage. Chez Li03, l'itinéraire compost pratiqué actuellement est a priori plus coûteux de 16 %. La compensation des coûts par l'effet réduction de volume n'est pas totale car le lieu de stockage est trop éloigné du lieu de production du fumier pour en bénéficier pleinement.

Toutefois, le maintien du compost sur l'exploitation ne peut donc être imputé en totalité à des arguments économiques. L'assainissement du produit et sa facilité d'épandage aussi bien matérielle que réglementaire (diminution des distances d'épandage aux habitations notamment) sont également des arguments à prendre en compte. L'augmentation du coût des carburants et de la main-d'œuvre est par ailleurs susceptible de diminuer le coût supplémentaire du compost chez Li03.

228. Temps de travaux

Au vu du peu d'épandeurs suivis chez Li03, l'étude des temps de travaux se fera uniquement chez Li02. L'épandage de 82 % du fumier disponible (23 épandeurs sur 28) a nécessité 14,5 heures de travail, généralement à une personne. Une personne supplémentaire a été employée pour le chargement de 4 épandeurs. Le temps total de travail consacré à l'épandage peut être estimé à un peu moins de 18 heures, soit près de trois journées complètes de travail. Ces temps de travaux semblent difficilement compressibles, tant que l'exploitant reste en système fumier. L'utilisation du compostage pourrait diminuer le temps de travail global consacré à l'épandage des effluents d'élevage solides.

Un voyage (chargement, transport et épandage) prend en moyenne 35 minutes réparties de la façon suivante : 18 % pour le chargement du fumier, 58 % pour le transport et 24 % pour l'épandage. Cette répartition du travail reflète bien l'éclatement du parcellaire de Li02. un regroupement du parcellaire permettrait des gains immédiats de temps sur le poste transport, fort coûteux en temps.

Le curage chez Li02 prend au total environ 31,5 h (13,5 h mesurées + 18 h estimées à minima⁵⁸). En ajoutant les 18 h nécessaires pour l'épandage, la gestion du fumier chez Li02 nécessite annuellement 49,5 h de travail. À raison de 7 h effectives de travail par jour (hors travail d'astreinte comme la traite ou l'alimentation des animaux), Li02 consacre, seul ou avec son ouvrier, environ une semaine par an à la gestion du produit fumier.

3. LE LISIER, UN EFFLUENT PLUS FACILE A GERER

Le suivi des épandages de lisier a eu lieu 2 fois chez Li01 (17/03 et 30/03/07), 1 fois chez Li02 (16/03/07) et 3 fois chez Li03 (08/01, 12/01 et 13/03/07). Cela correspond à 22 % du lisier épandu pour Li01 (22 voyages sur 100 environ), à 30 % pour Li02 (28 voyages sur 90 environ) et à 15 % pour Li03 (10 voyages sur 70 environ). La faible fréquence de suivi s'explique par notre indisponibilité pour une partie des épandages (Li02 et Li03), le fréquent oubli d'avertissement de la part des exploitants (Li01, Li02 et Li03), mais aussi par des pannes matérielles ayant bloqué la procédure normale de suivi (cas de Li03 où la prise de force est tombée en panne) ou des conditions climatiques trop changeantes (Li01). Nous avons choisi d'enregistrer le maximum d'informations différentes lors de chaque suivi. Cependant, il n'a pas toujours été possible d'observer simultanément la répartition de l'épandage tout en chronométrant les différentes étapes de déplacement. Les suivis ne seront donc jamais comparés entre eux, faute d'informations suffisantes, à l'identique de ce qui s'est passé pour le fumier.

31. Éléments déclenchant l'épandage

Deux éléments concourent à déclencher l'épandage. Il s'agit tout d'abord du niveau de remplissage de la fosse de stockage. Li01 comme Li03, avec des capacités de stockage plus justes que Li02, commencent à se préoccuper de l'épandage du lisier lorsque la fosse est pleine à 80 %. Cela leur permet de conserver une marge de manœuvre pour l'épandage, marge utilisée ou non en fonction du deuxième facteur déclenchant que sont de mauvaises prévisions climatiques. Lors de notre suivi, nous avons eu le cas de Li01. Il comptait effectuer ces épandages fin mars. Au vu des prévisions climatiques annoncées, il a préféré avancer une partie de l'épandage à mi-mars pour éviter de sortir dans des conditions inappropriées fin mars, ce qui s'est produit lorsque la neige s'est remise à tomber de façon abondante. Cet épandage anticipé est cependant non réglementaire, en raison de

⁵⁸ L'estimation du curage non observée sur le site 2 de Li02 comprend seulement le curage et le transport au champ. Le temps de préparation des bâtiments n'est pas pris en compte.

l'épandage de lisier sur une fine couche de neige pour une partie des parcelles. Les parcelles ayant reçu du lisier lors du suivi n'étant pas proches d'habitations, il n'a pas été tenu compte de la présence de tiers.

32. Le matériel d'épandage

Li01 et Li02 utilisent la même tonne à lisier, achetée en copropriété en 1976. Cette tonne Pichon double-essieu, équipée d'une buse palette simple, a une capacité théorique de $7,9 \text{ m}^3$ pour 8 m^3 annoncé par Li01 comme Li02. Si Li02 compte 8 m^3 transportés par voyage, Li01 tient compte du phénomène de bulle d'air et estime que chaque voyage ne correspond qu'à 7 m^3 de lisier (taux de remplissage de 88 %). Cette incohérence entre les deux exploitants, sur les capacités de transport d'un même matériel, est symptomatique d'une méconnaissance générale des agriculteurs sur la capacité de leur matériel d'épandage. Elle a de plus des répercussions directes dans les cahiers d'épandages des exploitants, les doses apportées par hectare étant clairement faussées pour Li02. Lors des suivis, cette tonne a été attelée à un tracteur Massey Ferguson 6160 d'une puissance de 100 chevaux de Li01, de même pour Li02. Le matériel d'épandage est généralement lavé une fois par an, en fin de printemps, par un des deux agriculteurs. Le matériel est ainsi entretenu et peut servir au transport d'eau sur les parcelles en cas de besoin.

Li03 utilise aussi une tonne Pichon, plus récente (1998), équipée d'un système couplant deux buses palettes pour plus de précision en théorie (cf. Figure 3.3). La tonne est équipée d'un indicateur de remplissage de la tonne à lisier (balle flottant dans un tube), montrant un niveau de remplissage toujours inférieur à 100 %. Malgré cela, Li03 compte $11,25 \text{ m}^3$ / voyage pour une capacité théorique de $11,3 \text{ m}^3$. La tonne est attelée à un tracteur de 100 chevaux, débridé pour atteindre 50 km/h.

Aucune tonne n'est équipée d'un bras de pompage. Chaque remplissage nécessite donc de brancher et débrancher un tuyau, tâche pénible et souvent salissante.

33. Curage des bâtiments et préparation du pompage

Chez Li01 comme chez Li02, aucun curage n'est nécessaire, les animaux étant sur caillebotis. Chez Li03, il est nécessaire de racler quotidiennement le couloir des vaches laitières. L'exploitation dispose d'un rabot attelable à un tracteur, mais Li03 préfère racler manuellement pour moins effrayer les animaux. Cette tâche pénible et contraignante, du moins du point de vue de l'ouvrier qui l'effectue régulièrement, prend 15 à 30 min par jour.

Tous les exploitants disposent d'une hélice de brassage en co-propriété avec d'autres agriculteurs, Li02 disposant de plus d'une hélice de brassage permanente dans sa fosse géomembrane. Li01 et Li03 commencent à brasser le lisier 2 à 3 jours avant la date d'épandage prévue (l'anticipation est

donc nécessaire) afin d'homogénéiser une première fois le lisier et de « remuer une première fois les dépôts ». Un second brassage est effectué la veille ou le matin même de l'épandage, Li01 n'hésitant pas en plus à effectuer un brassage au milieu d'une journée d'épandage pour faciliter le pompage du produit.

Lorsqu'il trouve le lisier trop épais, Li03 utilise par ailleurs la technique du pompage – refoulement pour brasser la fosse en cours d'épandage. Cela lui évite de remettre en place l'hélice pour un petit quart d'heure.

Li02 brasse sa fosse généralement la veille de l'épandage, durant un court laps de temps. Le pompage du lisier par le fond de la fosse lui permet en effet de pomper la quasi-intégralité de sa fosse avec un brassage minimum.

34. Niveau de remplissage des tonnes à lisier

Li02 et Li03 expliquent ne s'être jamais véritablement posé la question du niveau réel de remplissage de la tonne à lisier. Pour eux, la capacité constructeur devrait indiquer le taux de remplissage moyen de la tonne, indépendamment du fait que ce taux est fortement variable selon les produits pompés. Pour évaluer le niveau de remplissage des tonnes, deux méthodes ont été employées : la mesure des hauteurs de lisier dans les fosses après chaque pompage et la pesée de la tonne à lisier.

Deux pesées de la tonne à lisier de Li03 ont pu être effectuées. Avec 9,76 et 8 t par voyage et en prenant une masse volumique du lisier élevée à $1,05 \text{ t} / \text{m}^3$, le taux de remplissage varie entre 74 et 90 %. Même en tenant compte du très faible niveau d'échantillonnage, Li03 surestime donc très nettement le niveau de remplissage de sa tonne.

Cette information est corroborée par la mesure des hauteurs de lisier dans sa fosse d'une surface de 100 m^2 , lors du deuxième suivi (1 cm de lisier en moins = 1 m^3 pompé). Le curage manuel et quotidien du bâtiment des vaches laitières produit environ $2,7 \text{ m}^3$ de lisier (volume estimé par mesure avant et après curage). La fosse faisant 230 m^3 , Li03 dispose théoriquement d'une capacité de stockage de 85 jours. En incluant la pluviométrie et les eaux blanches, cette capacité est ramenée à environ deux mois. Chaque voyage permet le pompage de 8,5 à $11,1 \text{ m}^3$ de lisier (précision soumise aux restrictions d'usage), pour une moyenne de $9,9 \text{ m}^3$. Avec un taux moyen de remplissage de 87 %, Li03 devrait donc compter à chaque voyage 10 m^3 de lisier transporté.

Des mesures de hauteur de lisier ont été également effectuées lors des deux suivis chez Li01⁵⁹, dans sa fosse de 214 m^2 . Ces mesures ont été complétées par des pesées de la tonne à lisier sur le 1^{er} suivi. Selon les mesures de hauteur de lisier, le volume moyen transporté par tonne à lisier est de

⁵⁹ Ces mesures n'étaient pas réalisables chez Li02, la fosse géomembrane étant en pente et non accessible.

7,2 m³ avec des écarts compris entre 7 et 7,5 m³. Li01 présenterait donc un taux de remplissage très correct d'environ 90 %. D'après les pesées de la tonne à lisier, avec 5,3 et 5,4 t par voyage et en prenant une masse volumique du lisier élevée à 1,05 t / m³, le volume moyen transporté est compris entre 5,6 et 5,7 m³, soit un taux de remplissage à peine supérieur à 70 %. Il est difficile d'expliquer un tel écart entre les deux méthodes de mesure. Néanmoins, nous pensons que la mesure des hauteurs de lisier directement dans la fosse n'est pas totalement valable sur cette exploitation. La grande surface de la fosse entraîne un temps d'inertie entre le pompage et la remise à niveau constant de la fosse. Cette fosse comporte de plus une pente pour faciliter l'acheminement du lisier à la trappe de pompage, pente que nous avons auparavant négligée. Nous estimons donc que le taux de remplissage chez Li01 est compris entre 70 et 90 %.

Suite à ces diverses mesures, il apparaît que la prise en compte de phénomène de bulle d'air, au moins à hauteur de 10 %, semble indispensable pour bien évaluer les quantités épandues de lisier sur les parcelles.

35. Chargement des tonnes à lisier

351. Positionnement de la tonne à lisier pour le pompage

Le positionnement par rapport à la fosse est primordial pour brancher facilement la tonne à lisier au tuyau de pompage. Chez Li03, cela ne nécessite pas de manœuvres particulières, le tracteur pouvant s'approcher de la fosse et repartir en marche avant. Chez Li01 et Li02, cela nécessite au moins une marche arrière avant pompage (Li01) ou après pompage (Li02). La manœuvre est plus délicate chez Li01 qui dispose d'une faible marge, le tuyau de prise du lisier étant assez court. Chez Li02, cet emplacement a été choisi par l'agriculteur car il minimisait la manœuvre, obligatoire au vue de l'emplacement de la fosse. Chez Li01, cette manœuvre aurait pu être supprimée si la trappe d'accès à la fosse avait été située à 3 m du bâtiment (et non 1 m comme actuellement). Le surcoût d'extension de la fosse à l'extérieur aurait probablement été largement compensé par la facilité de travail ainsi obtenue.

352. Durée du pompage

Le temps de pompage ne comprend pas, une fois le tracteur mis en place, les temps de branchement et débranchement de la tonne. Les différents temps chronométrés sont reportés dans le Tableau 4.28.

Exploitant	Suivi	Durée du pompage		
		minimal	maximal	moyen (hors problèmes)
Li01	1	0:03:38	0:06:02 (conditions normales) 0:09:50 (tuyau bouché)	0:05:57
	2	0:05:20	0:05:35	0:05:27
Li02	1	0:02:16	0:05:03	0:04:14
Li03	1	0:04:58	0:07:45	0:05:54
	2	0:04:19	0:12:30 (conditions normales) 0:20:15 (tuyau bouché)	0:07:45
	3	0:07:00	0:08:00	0:07:30

Tableau 4.28 : Variations du temps de pompage par tonne à lisier

Les durées de pompage varient essentiellement selon la fluidité du produit, elle-même dépendant du niveau d'avancement de l'épandage. En effet, plus l'épandage est avancé et moins le niveau de lisier restant est important. Le lisier se concentre en éléments solides, pompés moins facilement et ayant tendance à boucher les tuyaux. Les agriculteurs sont alors obligés de refouler le lisier dans la fosse pour le brasser avant d'effectuer un nouveau pompage, ce qui peut prendre pas mal de temps.

À ces temps de pompage, il faut ajouter les temps de manœuvres et de branchement, moins négligeables que l'on pourrait ne le penser (cf. Tableau 4.29).

Exploitant	Suivi	Durée		
		minimal	maximal	moyen (hors problèmes)
Li01	1			0:02:16
Li02	1	0:01:40	0:02:23	0:02:00
Li03	1	0:01:50	0:03:30	0:02:40
	3	0:02:00	0:02:00	0:02:00

Tableau 4.29 : Variations du temps de manœuvres et de branchement – débranchement par tonne à lisier

Deux à trois minutes sont donc nécessaires pour brancher et débrancher le tuyau de pompage. La présence d'un bras articulé pompant directement dans la fosse limite ce temps de manœuvres et supprime cette opération salissante pour l'opérateur. Le matériel d'épandage risque cependant d'être beaucoup plus sale, ce qui peut poser problème lors du trajet sur route.

Au total, les branchements et pompage prennent de 6 minutes environ pour Li02 à près de 10 minutes pour Li03. Ramené au m³ de lisier transporté (avec un taux de remplissage à 80 %), cela représente environ 1 minute de pompage par m³ de lisier.

36. Trajets des tonnes à lisier

L'étude des trajets de transport du lisier, du lieu de stockage au champ d'épandage, présente des résultats assez similaires à l'étude des trajets des bennes et épandeurs de fumier. Une fois encore, pour déterminer les trajets à emprunter, l'exploitant minimise le nombre de manœuvres nécessaires et optimise les trajets. Pour Li01 et Li02, les parcelles les plus proches et les plus productives de l'exploitation sont par ailleurs privilégiées.

Pour étayer ces affirmations, nous allons nous appuyer sur les épandages réalisés par Li01 lors du premier suivi. La Figure 4.25 présente l'ensemble de quatre parcelles ayant reçu au total 14 tonnes à lisier lors du suivi.

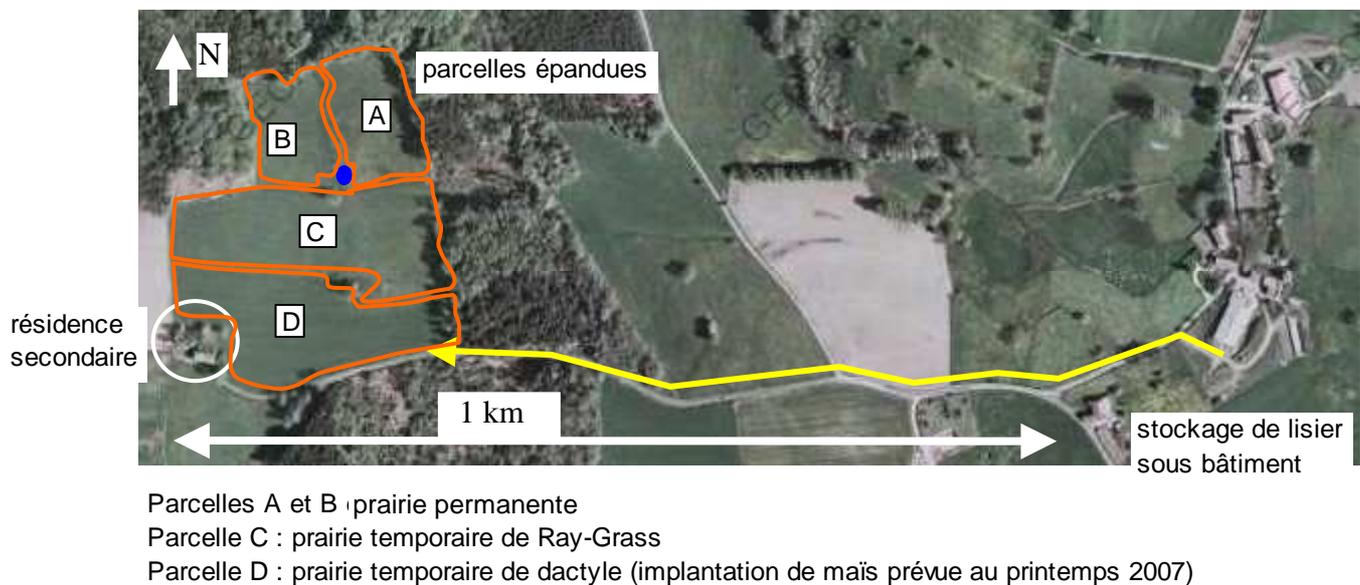


Figure 4.25 : Localisation des parcelles épandues lors du 1^{er} suivi chez Li01

Pour éviter le salissement du tracteur et du matériel, l'exploitant commence par épandre les parcelles A et B, accessibles uniquement en passant par les parcelles C et D (cf. Figure 4.26). Les distances d'épandage réglementaires par rapport à la source et à au ruisseau ne sont pas respectées, l'épandage ayant lieu jusqu'à environ 15 m de la source où viennent boire les animaux et 3 m du ruisseau. Li01 ne s'approche pas plus par peur de s'embourber. Il s'affranchit des limites car c'est lui qui a capté la source et canalisé le ruisseau. De plus, « le ruisseau a le temps de s'épurer en passant par la forêt voisine ».

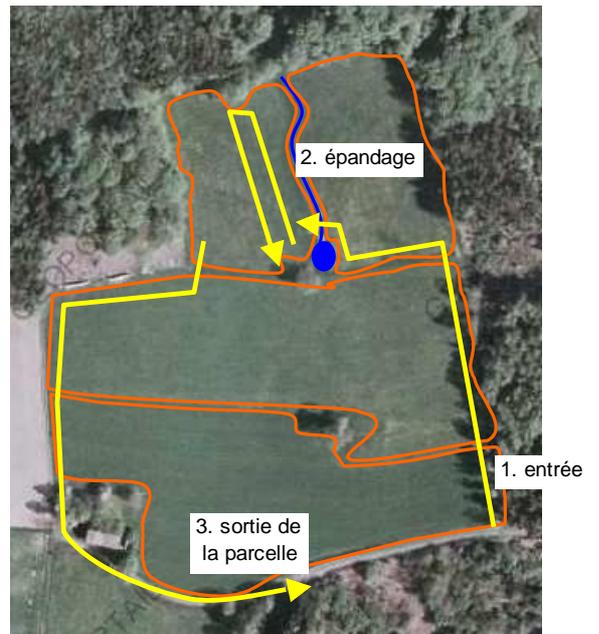
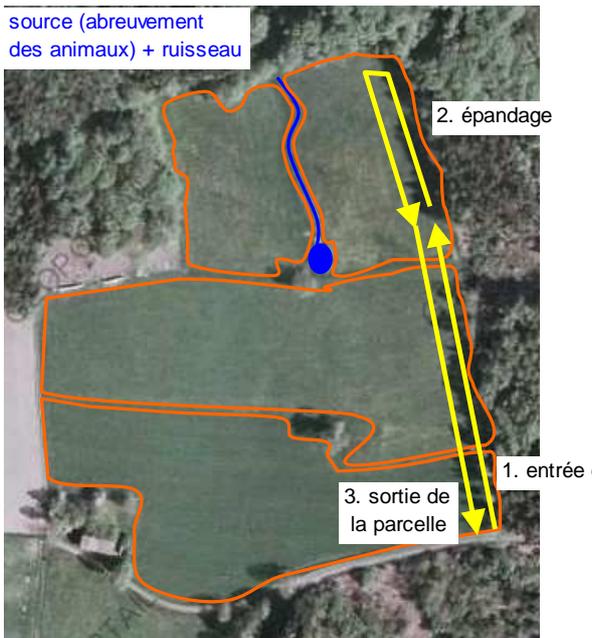


Figure 4.26 : Trajets effectués lors de l'épandage par Li01 des parcelles A et B

Lorsqu'il a fini les planches sud de la parcelle A, il passe dans la parcelle B. Pour ne pas salir l'attelage, il ressort par un autre trajet passant devant une résidence secondaire inoccupée. L'épandage des parcelles C et D ayant été effectué de la même façon, nous ne présenterons que l'épandage de la parcelle D (cf. Figure 4.27).

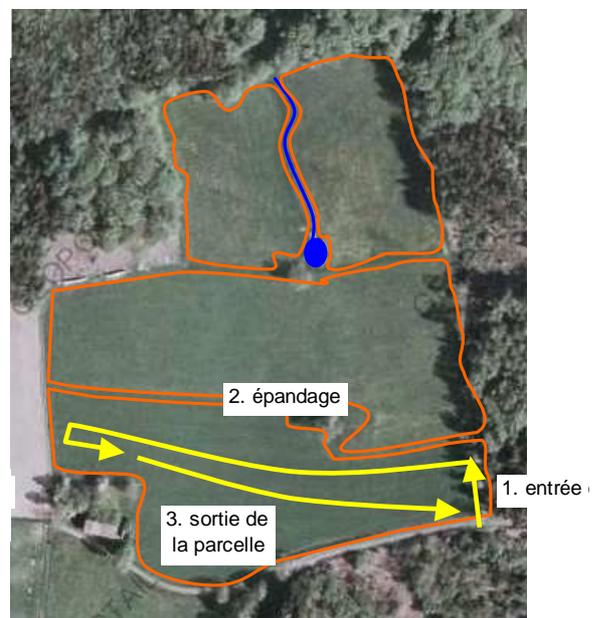
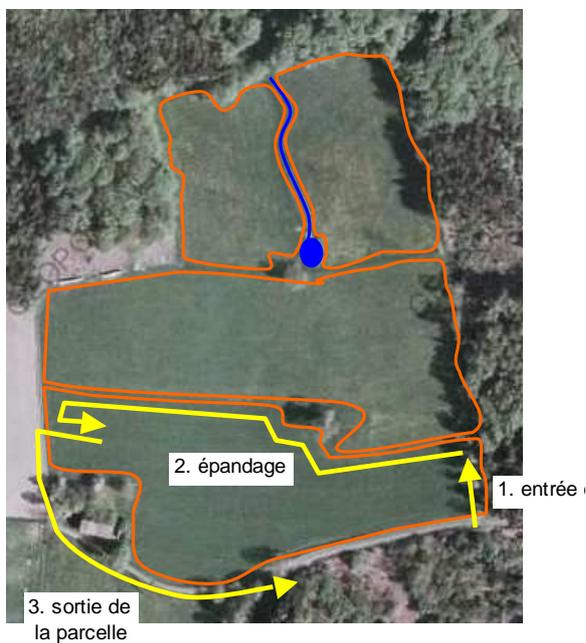


Figure 4.27 : Trajets effectués lors de l'épandage par Li01 de la parcelle D

Li01 privilégie le plus souvent le trajet retour par le chemin longeant la résidence secondaire. Il peut rouler plus vite et gagne du temps sur le trajet retour à la ferme. Dans cette parcelle comportant de nombreux angles, l'épandage complet de la parcelle nécessite de rouler dans des zones déjà épandues. Dans ce cas, Li01 nettoie les roues en passant par le champ pour ressortir à l'entrée initiale.

L'épandage à proximité de l'exploitation permet de minimiser les temps de parcours du bâtiment au champ d'épandage. Ce n'est cependant pas toujours possible comme l'étude des temps de parcours va le montrer.

37. Temps de parcours

Les temps de parcours varient selon les distances parcourues, mais aussi selon les pentes et virages à franchir. Le Tableau 4.30 montre que les temps de trajet pour un même exploitant peuvent aller, dans le cas de Li03, de quelques minutes à plus d'une heure.

Exploitant	Suivi	Distance en km	Temps de trajet moyen			Vitesse moyenne
			aller	retour	total	
Li01	1	1	0:04:30	0:04:41	0:09:10	6,6
	2	3,6	0:08:12	0:06:56	0:15:09	14,3
Li02	1	0,4 à 0,8	0:05:01	0:03:13	0:08:14	5,1
Li03	1	0,8	0:03:42	0:03:13	0:06:54	7,0
	2	7,5	0:37:47	0:29:17	1:07:05	6,7
	3	0,5	0:02:30	0:02:00	0:04:30	6,7

Tableau 4.30 : Variations du temps de trajet par tonne à lisier

La vitesse moyenne de l'attelage peut augmenter avec la distance parcourue comme dans le cas de Li01 passant de 6,6 à 14,3 km/h lorsque la distance est multipliée par 3,6. Cette vitesse moyenne peut cependant rester faible lorsque le dénivelé à franchir et les virages nombreux ralentissent le conducteur. C'est le cas de Li03 où, sur 7,5 km (220 m de dénivelé) et malgré des pointes à 40 km/h, la vitesse moyenne reste aux alentours de 7 km/h.

38. Épandage du lisier

381. Conditions climatiques d'épandage

Les épandages de janvier chez Li03 se sont déroulés sur terrain sec et portant. Le premier jour (08/01), la visibilité faible (brouillard) et les températures faibles (environ 5°C) n'ont pas favorisé un épandage régulier. Le deuxième jour (12/01), les conditions climatiques étaient excellentes avec des températures plus élevées (10°C en moyenne) et un ciel dégagé.

Au mois de mars, les conditions climatiques étaient bonnes en début de mois (ciel dégagé, léger brouillard, températures positives) puis se sont fortement dégradées, le dernier épandage observé chez Li01 ayant été interrompu par d'importantes chutes de neige. À cette période, les sols étaient moins portants et une partie de l'épandage a eu lieu sur neige, en particulier dans les parties ombragées des parcelles. Les températures étaient froides (moins de 5°C), mais toujours positives.

382. Déroulement des épandages

Le déroulement des épandages du lisier se déroulant globalement à l'identique des épandages de fumier, il n'est donc pas évoqué ici.

383. Gestion des nuisances et relation aux voisins

Pour épandre leur lisier, les agriculteurs prennent quelques précautions pour limiter les nuisances. Pour les épandages près de tiers, ils essaient de privilégier les journées humides et froides (voire venteuses), où la diffusion des odeurs est moindre (ou diluée). Les observations faites pour le fumier sont également valables.

Nous avons assisté par ailleurs à une scène de négociation sociale lors du 2nd suivi avec Li01. Lors d'un épandage à proximité immédiate d'un hameau, un voisin est sorti pour voir ce qui se passait. L'agriculteur a alors arrêté son tracteur et parlé de l'épandage en cours. Au vu de la réaction de l'habitant, nous pouvons dire que ce dernier a donné un accord tacite à l'agriculteur pour l'épandage au ras des habitations. Pour Li01, ce genre de discussion fait partie désormais du métier d'agriculteur et lui permet d'épandre à quelques mètres des habitations. En l'absence de « négociations », il respecte une distance de 50 m aux habitations, à vue d'œil. Cette distance lui semble largement suffisante pour éviter tout conflit et garder une surface épandable correcte.

384. Mesures de répartition transversale du lisier

Deux mesures de répartition transversale du lisier ont été faites chez Li03 (Figure 4.28), quatre avec la tonne de Li01 et Li02 (Figure 4.29). Le faible nombre de mesures s'explique par le faible nombre de suivi et la non-disponibilité du matériel. Il s'explique également par l'absence de mesure lorsque l'épandage avait lieu en pente.

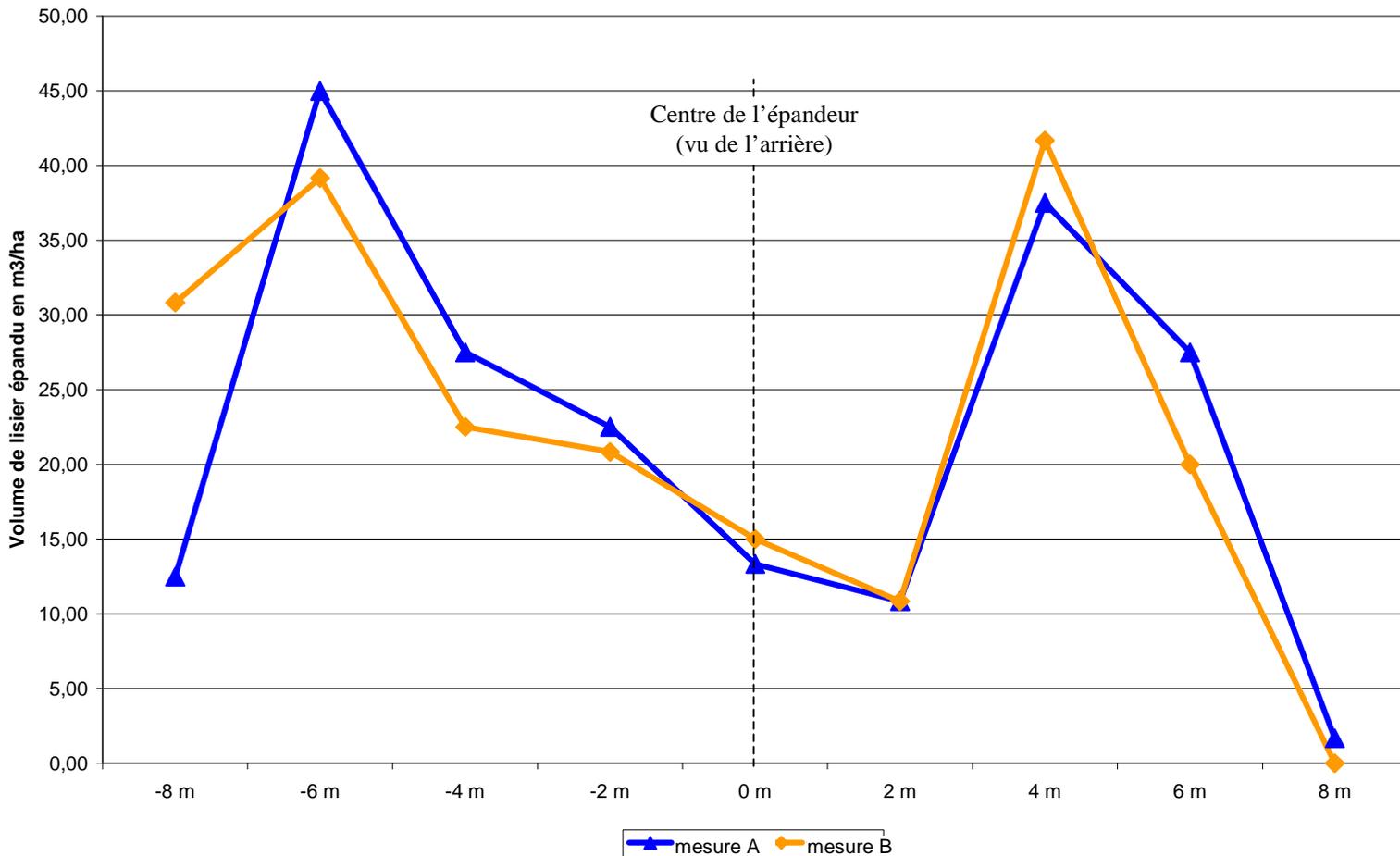


Figure 4.28 : Mesures de répartitions transversales du fumier par la tonne à lisier de Li03

Les mesures montrent que la répartition transversale n'est absolument pas régulière avec les deux tonnes à lisier. Les deux buses d'épandages utilisées par Li03 créent deux pics où le lisier est épandu à plus de 35 m³/ha, pics décalés dans l'espace avec un pic à 4,2 m à gauche de la tonne et un pic à 2,8 m à droite de la tonne. Cette irrégularité est caractéristique des systèmes avec buse d'épandage. L'absence de fixation permettant un calage précis dans les plans verticaux et horizontaux, provoque souvent un jet d'épandage décalé sur un côté (Thirion et Chabot, 2002). Dans notre cas la présence de deux buses ne change pas le principe, les deux jets étant décalés sur le côté.

En effet, malgré une dose moyenne d'épandage à 25 m³/ha correspondant à la dose recherchée par l'agriculteur, la régularité de l'épandage n'est pas du tout assurée par ce matériel avec les réglages actuels de Li03. Un travail sur les réglages peut déjà être effectué (buses réglées de façon identiques) pour voir s'il peut obtenir de meilleurs résultats.

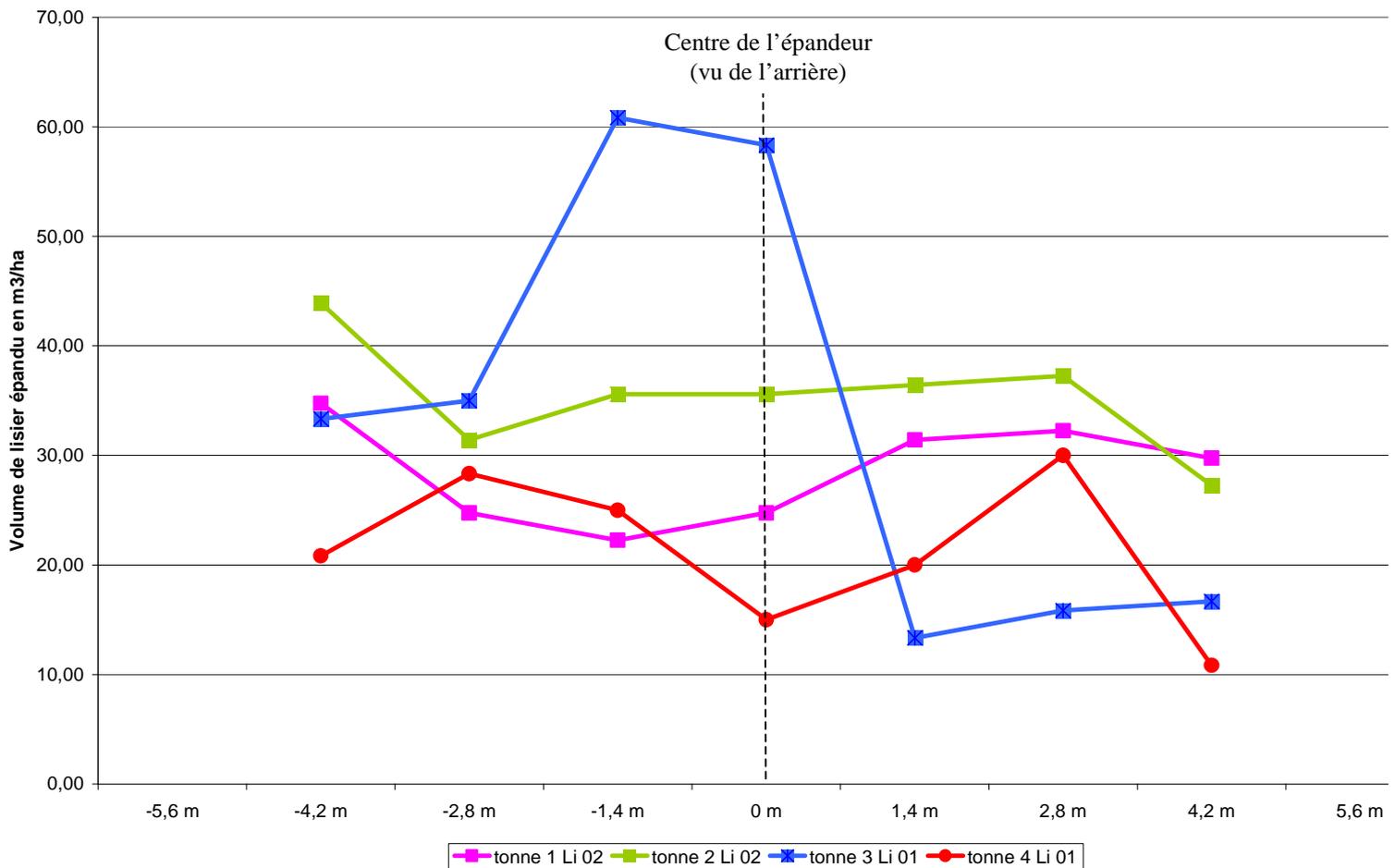


Figure 4.29 : Mesures de répartitions transversales du fumier par la tonne à lisier de Li01 et Li02

La tonne à lisier de Li01 et Li02, beaucoup plus ancienne et équipée d'une seule buse palette donne une courbe de répartition plus plate, donc plus régulière (hors tonne 3 Li01). L'écart entre les tonnes 3 et 4 de Li01 s'explique par les réglages effectués entre ces deux mesures (nettoyage buse et remise à niveau). Comme l'indique Thirion et Chabot (2002), la largeur et la régularité du travail sont dépendantes du positionnement initial de la buse et de la pression de réglage. La modification de la buse par Li01 a suffi à obtenir une bien meilleure régularité d'épandage.

L'observation des courbes montre que Li02 obtient des courbes de répartition plus plates que Li01. Si l'on exclut le facteur réglage, cette meilleure répartition provient probablement d'un lisier plus fluide contenant peu de déchets de paille ou de fourrages, susceptibles de gêner le bon écoulement du lisier. Les doses moyennes apportées sont de 28 m³/ha pour Li01 (pour 25 m³/ha recherché) et 32 m³/ha pour Li02 (pour 25 à 30 m³/ha recherché).

Globalement, aucun des exploitants ne consacre du temps à la vérification de la régularité de l'épandage. Li01 a effectué des réglages seulement parce que l'irrégularité d'épandage était directement visible sur la parcelle. Notre seconde mesure a montré une amélioration, mais les

résultats restent médiocres. L'équipement buse palette est aussi peu efficace que l'indiquent Thirion et Chabot (2002). Ces auteurs estiment, qui plus est, que pour obtenir une bonne régularité d'épandage, il faut changer de matériel. La buse palette est pourtant un des équipements les plus adaptés à l'épandage de ce type de lisier pouvant avoir une viscosité importante.

385. Vitesse, largeur et longueur d'épandage

Les relevés de vitesse, largeur et longueur d'épandage mettent en évidence les difficultés rencontrées pour utiliser de façon adéquate le matériel d'épandage (cf. Tableau 4.31).

	Li01	Li02	Li03
Remplissage de la tonne en m ³ (estimation haute)	7	7	10
Vitesse d'épandage (km/h)	6,9	6,7	5,6
Vitesse de rotation de la pompe en tours / min	510	480	530
Distance moyenne épandue (en m et mini - maxi)	280 (250 à 292)	330 (295 à 360)	290 (285 à 295)
Largeur d'épandage (en m)	8,2	8,8	16
Temps vidange tonne (min, sec)	0:04:12 avec manœuvres 0:01:10 sans manœuvres	0:03:54	0:03:45
Dose calculée en t/ha	30,5	24	22
Dose recherchée en t / ha	25	25 à 30	20 à 30

Tableau 4.31 : Doses d'épandage calculées à partir des données relevées lors du suivi

Contrairement à l'épandage du fumier, les largeurs d'épandage sont très régulières d'un épandage à l'autre. Avec un même matériel, Li02 épand sur plus de surface que Li01. C'est probablement en faisant tourner la pompe à une vitesse moindre que Li02 peut épandre à des doses plus faibles que Li01. Aucun recouvrement n'a été observé lors des différents épandages, les agriculteurs estimant suffisantes les doses apportées sans recouvrement. Nous ne pouvons qu'être d'accord, les doses d'épandage étant dans les fourchettes visées pour Li02 et Li03, et supérieure pour Li01.

On peut conseiller à Li01, d'épandre avec une vitesse de rotation de la pompe plus faible pour diminuer les doses apportées à l'hectare et se rapprocher de ses objectifs. Augmenter la vitesse d'épandage semble difficilement possible, l'attelage se déplaçant déjà à près de 7 km/h.

39. Temps de travaux

L'épandage du lisier demande un temps important en particulier sur les parcelles éloignées, en raison particulièrement des durées de déplacement. Pour remédier au manque de temps disponible, Li02 et Li03 font faire la quasi-totalité des épandages par leur ouvrier commun. Le temps consacré à l'épandage selon les différentes exploitations est résumé dans le Tableau 4.32.

Exploitant	Suivi	Nombre de tonnes		Temps passé	
		observées	épanchées	lors du suivi	par extrapolation au nb. de tonnes épanchées
Li01	1	20	100	6:29:09	Au minimum*, 32:26:00 En moyenne**, 35:36:00
	2	2		1:22:00	
Li02	1	28	90	8:19:00	En moyenne, 26:43:00
Li03	1	3	70	2:21:05	Au minimum*, 28:35:00 En moyenne**, 72:36:00
	2	5		7:12:10	
	3	2		0:49:00	

* calcul avec le temps moyen des tonnes épanchées le plus rapidement

** calcul avec le temps moyen des tonnes observées

Tableau 4.32 : Temps consacré à l'épandage lors des suivis

Le temps consacré à la gestion du lisier est très important sur toutes les exploitations. À raison de 7 heures effectives de travail moyen / jour (hors travail d'astreinte), cela représente 5 jours de travail par an chez Li01, 4 jours chez Li02, et 4 à 10 jours chez Li03.

L'optimisation des parcours, des temps de branchement et de pompage est donc indispensable pour diminuer le temps alloué à cette gestion. L'utilisation d'une CUMA avec chauffeur et/ou d'un matériel de plus grande capacité (sans excès) sont deux autres pistes de réflexions.

Pour finir l'analyse de ce suivi, l'exemple des temps de travaux consacrés à la gestion des effluents, chez Li02, est particulièrement intéressant. Li02, entre le curage et l'épandage du fumier, consacre approximativement 50 heures par an à la gestion du fumier. Ajouté aux 27 heures utilisées pour la gestion du lisier, cela représente chaque année près de 77 heures pour la gestion des effluents d'élevage de l'exploitation, soit environ 11 jours de travail. À ce travail saisonnier, il faut ajouter le travail d'astreinte lié aux effluents : paillage, transfert du lisier de la fosse sous caillebotis dans la fosse géomembrane, nettoyage... N'ayant pas fait de suivi sur ces travaux d'astreinte nous ne pouvons évaluer avec certitude leur importance. En période d'hivernage, cette astreinte doit cependant représenter au minimum 0,5 heure/jour pour les 30 vaches laitières⁶⁰ (sans raclage automatique) et 0,75 heure/jour pour les 60 vaches allaitantes⁶¹ (Hacala et al., 1999). Avec 140 jours d'hivernage, ce travail d'astreinte représente environ 175 heures de travail. Sur une année complète, la gestion des effluents d'élevage nécessiterait donc approximativement 255 heures de travail (soit environ 25,5 journées de 10 heures), aux deux tiers dus aux travaux d'astreinte (Dedieu et al., 1993).

⁶⁰ Donnée extrapolée à partir de la durée estimée des travaux d'astreinte liés à la gestion des déjections (paillage et/ou curage) pour un troupeau de 60 VL en système lisier ou sur aire paillée, d'après les travaux de Hacala et al. (1999)

⁶¹ idem note précédente

Les réflexions énoncées dans cette thèse sont autant de pistes pour les agriculteurs et leurs conseillers pour optimiser la gestion des effluents et le temps qui leur est consacré.

4. UN SUIVI APPORTANT DES INFORMATIONS ORIGINALES

Parmi les nombreuses informations apportées par le suivi des trois exploitations, certaines informations sont bien connues (difficulté à curer certains bâtiments, densité variable des fumiers...), d'autres nous semblent plus méconnues (méthode de remplissage des bennes, définition des trajets...).

Ce travail donne déjà des premières pistes d'améliorations des pratiques de gestion des effluents d'élevage. Que ce soit sur la gestion du fumier ou du lisier, les points pour améliorer les conditions de travail et diminuer le temps passé sont notamment :

- Une conception des bâtiments adaptée à la gestion moderne des effluents d'élevage. Il est probable que des aménagements simples (sol lisse en béton) compenseraient rapidement le coût occasionné par le temps gagné et le carburant non consommé ;
- Le bon état du matériel de curage et d'épandage, en particulier les pneus ;
- L'anticipation des dates de curage du fumier par rapport aux conditions climatiques. Le curage ne doit plus être une pratique déclenchée par défaut (temps disponible, fumier souillant l'aire d'alimentation) ce qui économiserait du temps et du carburant ;
- Un remplissage correct des bennes et des épandeurs pour gagner un ou plusieurs voyages.

Un travail sur la connaissance des capacités réelles des matériel de transport et d'épandage est également à effectuer. Une des possibilités serait notamment d'indiquer, en plus du poids total autorisé à charge, le poids moyen ou le volume moyen transporté. Les agriculteurs disposeraient ainsi d'une information plus fiable sur la capacité réelle de leur matériel. Les doses épandues, comptées en tonneau ou épandeur par hectare, seraient d'autant plus proches des doses réelles épandues.

Le suivi s'étant déroulé pendant la phase d'enquêtes, il a fortement influencé les questions posées lors des enquêtes notamment en éclairant certaines phrases prononcées par les exploitants enquêtés. Nous allons maintenant présenter les principaux résultats issus de ces enquêtes, en détaillant successivement les territoires de l'Aubrac, du Millavois et du Sancy.

Chapitre 5 : Travail d'enquête en exploitations dans l'Aubrac, le Millavois et le Sancy

1. PRESENTATION DE LA DEMARCHE D'ANALYSE DES ENQUETES

11. Restitution d'une enquête par région pour illustration

Une fois les enquêtes réalisées, chaque exploitation a été analysée selon le modèle suivant :

- Une première partie traite de la production et de la manipulation des effluents d'élevage. L'exploitation est rapidement présentée avant de s'attarder plus longuement sur les bâtiments d'élevage.
- La deuxième partie, intitulée allocation des effluents d'élevage, détaille les surfaces exploitées, le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents.
- La troisième et dernière partie s'intéresse plus particulièrement à l'enregistrement des pratiques et aux projets éventuels des exploitants.

Chaque partie comprend par ailleurs nos remarques analytiques sur l'objet effluent d'élevage dans l'exploitation enquêtée. Nous montrons ainsi la démarche d'instruction employée pour répondre à notre questionnement sur les pratiques de gestion des effluents d'élevage.

Afin de mieux illustrer notre propos, nous présentons ci-après une exploitation pour chaque région enquêtée (Aubrac, Millau, Sancy), chaque exploitation reflétant notre approche et les particularités propres à chaque région.

12. Analyse des données par groupe d'exploitations

Après avoir décrit les exploitations et leurs pratiques de gestion des effluents, nous avons fait une analyse transversale de toutes ces exploitations. Cette analyse est réalisée région par région.

Nous avons étudié les exploitations selon des critères quantitatifs (surface moyenne, volume d'effluents, fréquence des épandages, etc.) ou qualitatifs (facteur déclenchant les vidanges, choix des surfaces à épandre, raisonnement de la fertilisation...). Cela nous a permis de regrouper par la suite les exploitations en groupes ayant chacun des pratiques de gestion des effluents d'élevage assez similaires. Certaines clés de lecture peuvent être propres à une région, comme le nombre de curages en ovin laitier dans le Millavois. Chaque groupe est ensuite résumé sur un schéma présentant les stratégies de gestion des effluents d'élevage pour ce groupe.

13. Analyse des données propres à chaque territoire enquêté

Quelques particularités ou points intéressants ont enfin été mis en valeur pour chaque territoire. Cela permet de mettre l'accent sur un thème particulier pour nourrir notre travail sur les pratiques de gestion des effluents d'élevage. Afin d'éviter les répétitions inutiles, les particularités mises en évidence sur un territoire et qui se retrouvent sur un autre territoire ne sont jamais rediscutées.

2. ANALYSES DES ENQUETES EN AUBRAC

21. Restitution d'une enquête, l'exemple d'Au07, des bovins allaitants, du lisier et des prairies

211. Production et manipulation des effluents d'élevage

2111. Présentation de l'exploitation

M. et Mme Au07 élèvent 63 vaches allaitantes sur 136 ha à 1 160 m d'altitude (1 000 mm de pluviométrie⁶²). Actuellement en exploitation agricole individuelle, cette structure juridique devrait prochainement changer avec l'installation de leur fils prévue fin 2007 (construction d'un nouveau bâtiment prévu en partie sur lisier, en partie sur aire paillée). La totalité des génisses non destinées au renouvellement est vendue sous le label de qualité Fleur d'Aubrac. Les animaux sont alimentés au foin et à l'enrubannage.

2112. Les bâtiments d'élevage

Le bâtiment des vaches allaitantes permet d'accueillir 75 animaux à l'attache avec grilles à lisier à l'arrière. Le lisier est vidangé à l'aide d'un évacuateur en va-et-vient dans une fosse de 540 m³ située sous le bâtiment voisin. Pour faciliter les vêlages, un parc paillé de 21 m² a été aménagé dans ce bâtiment. Le fumier, curé manuellement, est stocké dans un champ généralement éloigné de plusieurs km de l'exploitation.

Le second bâtiment, directement accolé au premier, est composé de 10 parcs de 12 m² (7 broutards par parc) sur caillebotis. Trois de ces parcs sont paillés de janvier à fin avril pour le confort des veaux. Pour assécher les caillebotis, les parcs sont régulièrement couverts de sciure, ce qui tend à épaissir le lisier et peut provoquer des problèmes de pompage.

Comme la quasi-totalité des fosses à lisier rencontrées dans la région, celle-ci est équipée de deux murs centraux de refends pour faciliter le malaxage. Ces murs sont obligatoires pour permettre la création d'un flux, permettant d'homogénéiser convenablement le lisier (Hacala et al., 1999). L'exploitant accède à la fosse à lisier par une trappe extérieure de grande largeur facilitant la mise en place du malaxeur.

⁶² Ce sont les seuls exploitants enquêtés connaissant la pluviométrie tombant sur leur région ; les autres exploitants disent « il en tombe assez ».

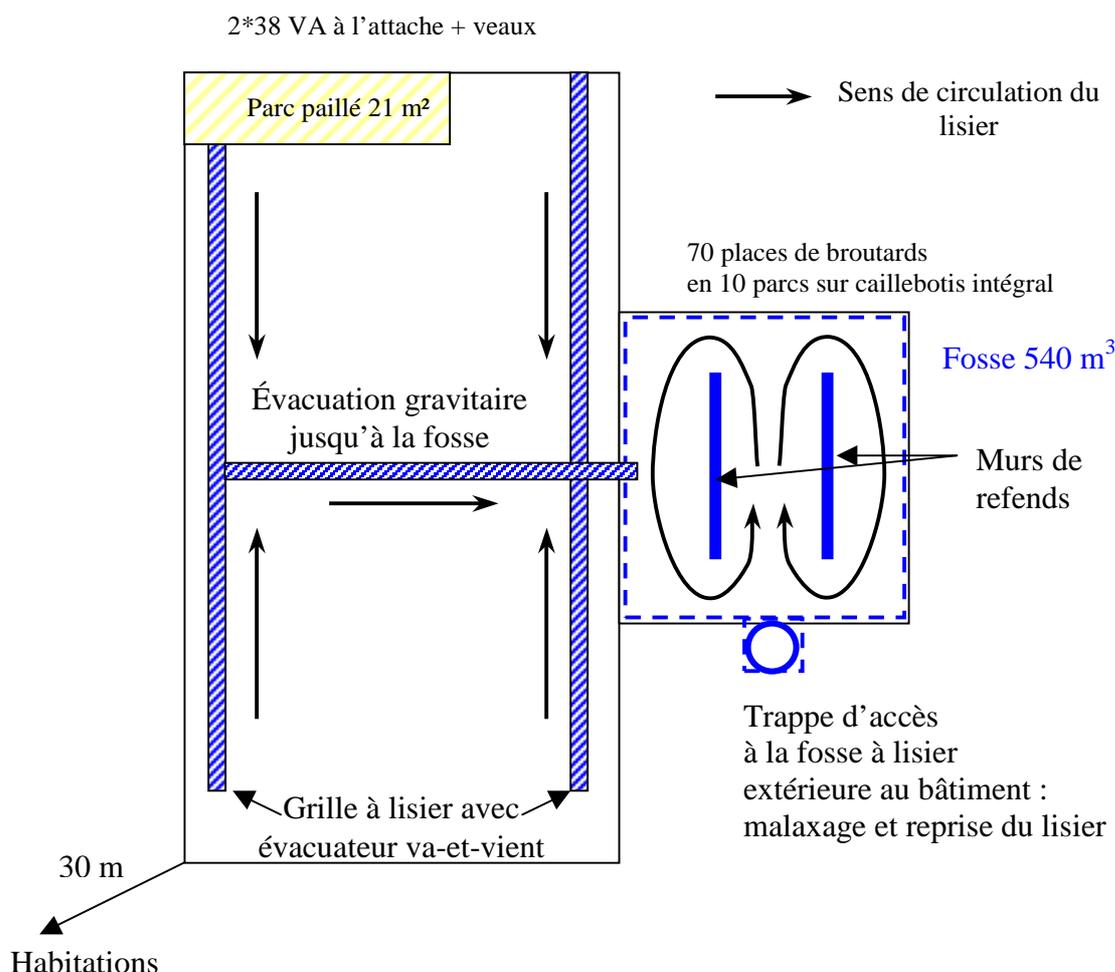


Figure 5.1 : Plan du bâtiment d'Au07 et des circulations du lisier mises en place dans celui-ci

Afin de faciliter le pompage de lisier épaissi par l'apport de sciure et éviter tout colmatage partiel de la fosse, 50 m³ d'eau (soit environ 8 tonnes à lisier de 8 m³) sont apportés dans la fosse vide en début d'hivernage. Par ailleurs, tous les soirs, l'exploitant fait couler de l'eau potable à faible débit dans les grilles à lisier pendant deux heures. Il n'hésite pas à beaucoup diluer, l'eau communale étant gratuite. Nous estimons ce débit faible comme le débit moyen d'un robinet divisé par deux soit 6 l/min. Cette dilution représente pour la durée de l'hivernage environ 120 m³. En comptant les deux formes de dilution (eau de rivière + eau potable), le taux de dilution est compris entre 20 et 25 % du volume total de lisier produit. Près d'une tonne à lisier sur quatre est donc constituée exclusivement d'eau ce qui a un coût économique et en temps de travail non négligeable.

L'agriculteur annonce produire 675 à 825 m³ de lisier par an. Le calcul théorique de production selon les normes de l'Institut de l'Élevage (Bodet et al., 2001)⁶³ donne 590 m³ produits par an.

⁶³ Production théorique de lisier pour des vaches allaitantes :
 $5,2 \text{ m}^3 / 120 \text{ jours d'hivernage} * 82 \text{ équivalents VA} * 166 \text{ jours d'hivernage} = 245 \text{ m}^3$

Ajoutés au volume de dilution de 170 m³, nous obtenons 760 m³ de lisier ce qui est dans la fourchette proposée par l'agriculteur.

212. Allocation des effluents d'élevage

2121. Les surfaces exploitées

La totalité de la SAU, en propriété ou en location familiale, est en prairie permanente, dont 30 % en prairies de fauche. L'exploitant estime la surface apte à l'épandage (SAE) à 97 % de la surface totale (soit 132 ha). Quatre hectares sont considérés comme non épandables en raison de leur éloignement au site d'exploitation de 2,5 km, distance particulièrement faible lorsque l'on observe d'autres exploitants, comme Au06, emmener du lisier jusqu'à 12 km. En sus de ces parcelles, l'agriculteur achète deux hectares d'herbe sur pied à un voisin qui exige en retour, un apport numéraire et une fertilisation organique de 25 m³ de lisier par an. Cette fertilisation est donc effectuée chaque année. La surface pouvant recevoir du lisier en pratique est donc de 134 ha.

L'exploitant respecte par ailleurs l'interdiction d'épandre le long des ruisseaux pour le lisier, mais s'autorise l'épandage dans ces zones avec le fumier. En période hivernale, il est susceptible d'épandre en présence de neige lorsqu'il est dans l'impossibilité de faire autrement (fosse sur le point de déborder notamment). Il épand notamment sur sol gelé dans les parcelles humides, le gel permettant l'accès à des endroits peu portants dans d'autres conditions. Il ignore quelle surface peut représenter ces interdictions réglementaires. Il est donc difficile de définir la surface potentiellement épandable (SPE). Par défaut, l'administration française établit forfaitairement la SPE à 70% de la SAU. En raison du réseau hydrographique dense dans la région où est située son exploitation, nous estimons que ce taux de 70 % est une estimation plausible de la réalité. Néanmoins, au vu des SPE comprises entre 50 et 100 % de la SAU dans les autres exploitations enquêtées, il nous semble difficile d'affirmer que ce taux de 70 % correspond effectivement à la réalité de l'exploitation.

2122. Le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents

M. Au07 a écrit un plan prévisionnel d'épandage des effluents qui comprend les parcelles sur lesquelles il est possible d'épandre, les doses reçues les dernières années et la période prévue d'apport de lisier. Le lisier est ainsi apporté annuellement sur la totalité de la surface de fauche et selon une rotation prévue sur les pâtures (apport tous les deux à trois ans). La fertilisation organique et minérale est raisonnée avec l'aide d'analyses de sol, en fonction des expériences et des résultats passés et avec l'aide du technicien vendant les engrais. L'objectif principal de l'exploitant est l'autonomie fourragère.

Le fumier est sorti des bâtiments du 15 décembre au 10 mai à l'aide d'une brouette (8 brouettes de 30 à 40 kg / jour) et stocké dans une remorque. Cela représente une production annuelle de fumier d'environ 5 t. Chaque semaine, la remorque est vidée sur un tas de fumier à 2 km de l'exploitation. Le fumier est alors « vieilli » durant environ 3 ans avant d'être épandu (épandeur à deux hérissons

verticaux de 6 t utilisé dans le cadre d'une CUMA par une vingtaine d'exploitants). Afin de faciliter « l'évolution » du fumier trop sec, celui-ci reçoit de 18 à 24 m³ de lisier par an (épandage sur le tas de fumier depuis la tonne à lisier) pratiquant une forme de co-compostage (Janichon et al., 2003). Lorsque la fosse est pleine, le lisier est épandu avec une tonne à lisier en propriété de 6 m³. M. Au07 et son fils se chargent de la gestion des effluents d'élevage.

L'exploitant nous ayant confié deux cahiers d'épandage, nous avons pu comparer le calendrier et la rotation prévisionnelles (cf. Figure 5.2 et Figure 5.5) avec les calendriers réels de gestion en 2005 et 2006 (cf. Figure 5.3 et Figure 5.4). Ces schémas étant complexes à appréhender, nous avons choisi de résumer les différences dans le Tableau 5.1 ci-après.

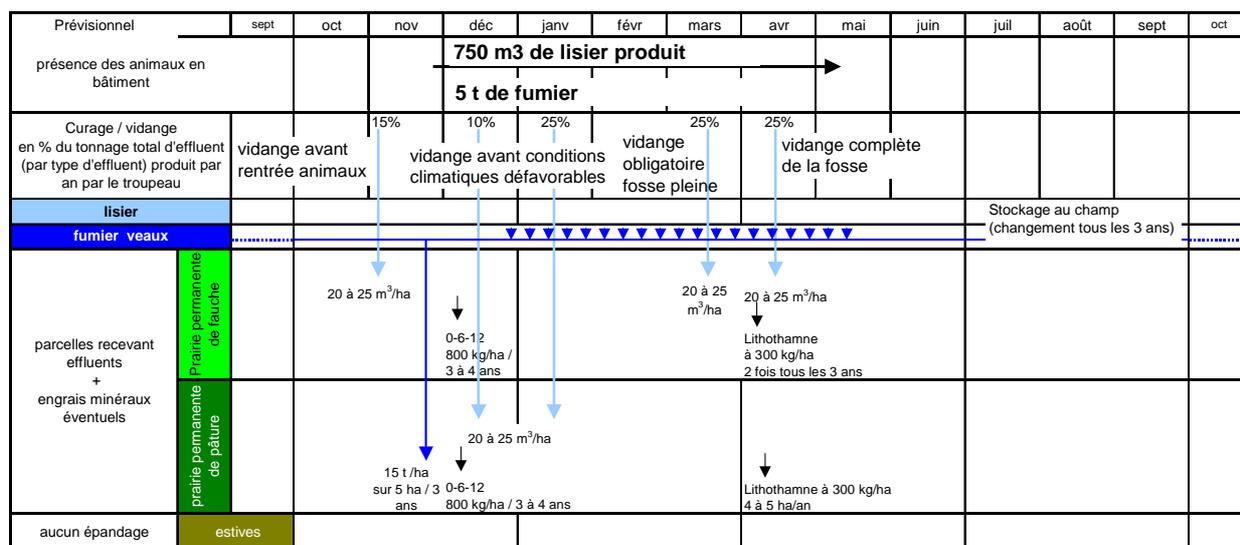


Figure 5.2 : Calendrier prévisionnel d'épandage des effluents d'Au07

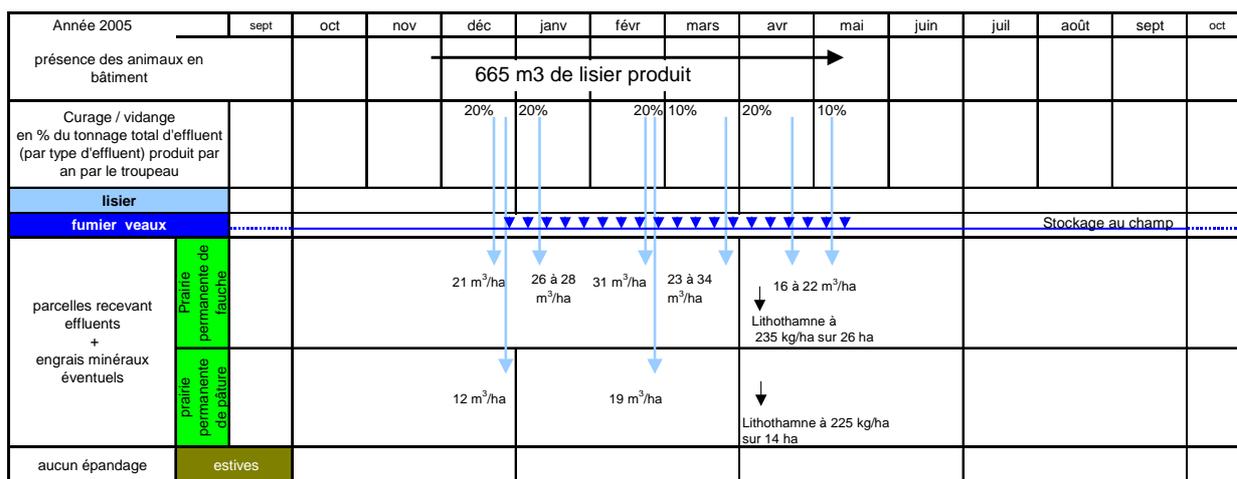


Figure 5.3 : Calendrier d'épandage des effluents d'Au07 en 2005

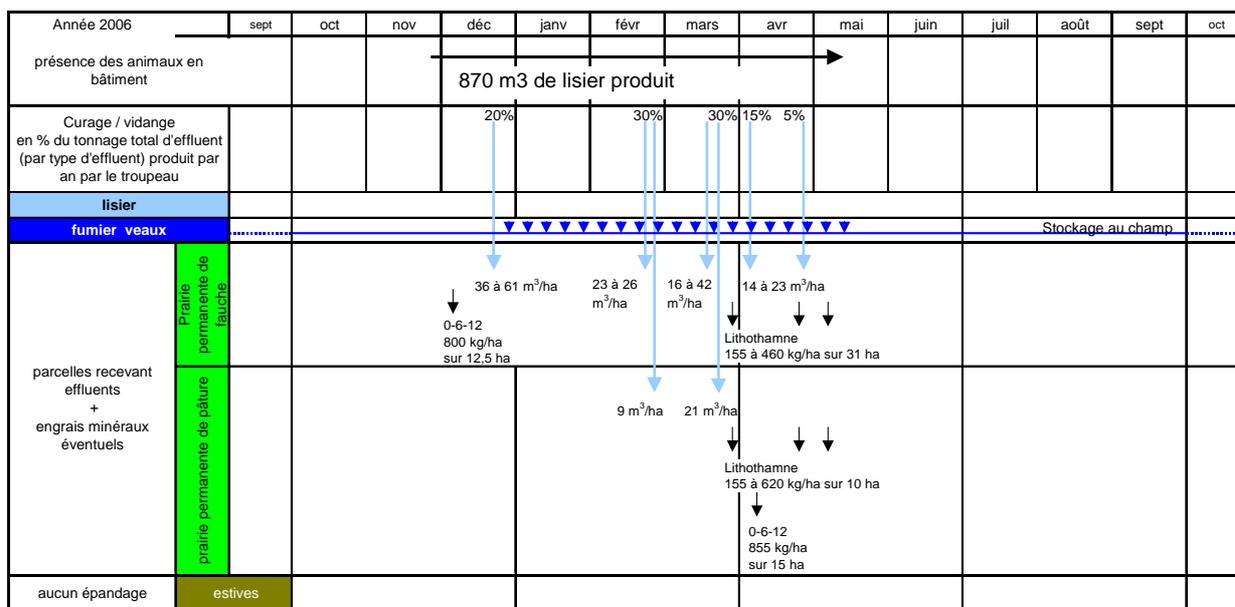


Figure 5.4 : Calendrier d'épandage des effluents d'Au07 en 2006

Avec 30 % de volume en plus entre 2005 et 2006, les quantités de lisier produites varient fortement d'une année sur l'autre. De plus, ces quantités ne rentrent pas dans la fourchette, pourtant large, donnée par l'agriculteur avec une production inférieure en 2005 et très largement supérieure en 2006. La différence entre 2005 et 2006 peut s'expliquer par une durée d'hivernage plus longue de 20 jours en 2006. En raison de conditions climatiques difficiles en 2006, les périodes d'épandage ont été décalées vers le printemps. Le stockage plus long de lisier ayant tendance à entraîner des problèmes de colmatage dans la fosse, l'exploitant augmente généralement la dilution du lisier d'où un volume supplémentaire. Cela rend la gestion des effluents plus complexe en restreignant les durées de stockage dans la fosse.

Exploitation Au07	année rotation		an 1				an 2				an 3			
	année culturale		oct	janv	avril	juil	oct	janv	avril	juil	oct	janv	avril	juil
mode de conduite n°1	cultures		Prairie permanente de fauche											
	apports organiques	lisier	↓ ↓ ↓ ↓ 20 à 25 m ³ /ha				↓ ↓ ↓ ↓ 20 à 25 m ³ /ha							
	apports minéraux		↓ 0-6-12 800 kg/ha				↓ Lithothamne 300 kg/ha				↓ Lithothamne 300 kg/ha			
mode de conduite n°2	cultures		Prairie permanente pour pâture (animaux sous label)											
	apports organiques	lisier	↓ ↓ ↓ ↓ 20 à 25 m ³ /ha								↓ ↓ ↓ ↓ 20 à 25 m ³ /ha			
	apports minéraux						↓ 0-6-12 800 kg/ha							
mode de conduite n°2 bis	cultures		Prairie permanente pour pâture (autres animaux)											
	aucun apports organiques		↓ ↓ ↓ ↓ 20 à 25 m ³ /ha											
	apports minéraux						↓ 0-6-12 à 800 kg/ha							
mode de conduite n°3	cultures		estives (1 vache allaitante et son veau /ha)											
	aucun apport organique													
	apports minéraux		↓ 0-6-12 à 800 kg/ha											

Figure 5.5 : Apports organiques et minéraux prévus à l'échelle d'une rotation chez Au07

Gestion du lisier (ex. de l'exploitation Au 07)		prévisionnelle	2005	2006	
Lisier produit en m³		675 à 825	665	870	
Nombre de jours d'hivernage		170	170	190	
Début hiver (nov. à janv.)	Nombre d'épandages	3	2	1	
	Volume de lisier épandu / vol. total	50 %	40 %	20 %	
fin hiver – début printemps (fév. à mai)	Nombre d'épandage	2	4	4	
	Volume de lisier épandu / vol. total	50 %	60 %	80 %	
Prairies de fauche (42 ha)	Surface amendée en matière organique (en ha)		28	29	24
	Doses d'épandage (en m ³ /ha)	mini	20	16	14
		moyenne pondérée	-	24	25
		maxi	25	31	61
Pâtures (94 ha)	Surface amendée en matière organique (en ha)		17,5	5	25
	Doses d'épandage (en m ³ /ha)	mini	20	12	9
		moyenne pondérée	-	15	11
		maxi	25	19	21

Tableau 5.1 : Comparaison pour Au07 du calendrier prévisionnel de gestion des effluents avec les calendriers réels de 2005 et 2006

L'exploitant privilégie nettement les apports sur prairie de fauche, les deux tiers de la surface étant couverts chaque année. Alors qu'il annonce des doses comprises entre 20 et 25 m³/ha, les doses minimales sont de 15 m³/ha, les doses maximales pouvant aller jusqu'à 60 m³/ha en 2006. Cette dose de 60 m³/ha ne concerne cependant qu'une seule parcelle de 0,44 ha, proche de l'exploitation. Les 30 m³ ainsi épandus ont permis d'attendre pendant quelques jours, sans risquer de débordement de fosse, un créneau climatique plus favorable pour épandre en plus grand volume. Les conditions climatiques exceptionnelles (neige en grande quantité) ne permettaient pas d'épandre sur des parcelles plus lointaines et plus grandes.

Les pâtures sont clairement moins fertilisées (de 10 à 20 m³/ha) que les prés de fauche alors que la fertilisation organique était annoncée comme identique (soit 20 à 25 m³/ha). Les surfaces recevant du lisier sont également très variables, les pâtures ne recevant du lisier que lorsque les surfaces en fauche ont été pourvues. Il semble que l'exploitant tienne compte des restitutions au pâturage, même s'il n'en a pas parlé au cours de l'enquête.

Ces pratiques ont permis à l'exploitant d'atteindre l'autonomie fourragère en 2005 (année normale) comme en 2006 (année de sécheresse, bilan fourrager déficitaire pour nombre d'exploitations). L'exploitant compte donc maintenir ces pratiques actuelles tout en cherchant à intégrer les connaissances nouvelles apportées par son fils.

213. L'enregistrement des pratiques

Le cahier d'épandage est celui fourni par la Chambre d'agriculture de Lozère. Il est tenu au jour le jour afin de ne rien oublier. L'exploitant y note le nombre de tonnes à lisier apportées par parcelle en essayant de respecter une dose moyenne comprise entre 20 et 25 m³/ha. Le calcul des doses en fonction des nutriments apportés est récent. Il a été effectué par le fils de M. Au07 à l'aide des références techniques obtenues lors de ses cours de BTS productions animales. Depuis que son fils y voit un intérêt fondamental pour atteindre leur objectif d'autonomie fourragère, M. Au07 porte plus d'intérêt à ses enregistrements.

22. Analyse des données par groupes d'exploitations, région de l'Aubrac

221. En Aubrac, une différenciation selon l'importance agronomique accordée au lisier

En Aubrac, les onze exploitations enquêtées élèvent des bovins allaitants, le lisier étant l'effluent d'élevage majoritairement produit. Le contexte social est peu contraignant, les périodes d'utilisation des effluents d'élevage ne coïncidant pas avec les périodes touristiques ou d'occupation des résidences secondaires. Les habitants permanents considèrent la gestion actuelle du lisier comme normale et créent peu de conflits avec l'agriculture. La présence de nombreux cours d'eau, l'éloignement de certaines parcelles et les conditions climatiques parfois difficiles (gel et neige notamment) peuvent a contrario compliquer cette gestion. Les surfaces en herbe sont largement majoritaires avec des prairies permanentes et temporaires et des estives. Lorsque le contexte le permet, quelques hectares sont cultivés en céréales. L'enjeu majeur ressenti pour toutes les exploitations est l'autonomie fourragère. Pour l'atteindre ou s'en approcher, les exploitants tiennent plus ou moins compte des effluents d'élevage. C'est cette importance accordée aux effluents d'élevage dans la fertilisation qui constitue la principale clé de lecture permettant de distinguer plusieurs groupes d'exploitations. La manière de gérer le lisier est peu différente selon les groupes d'exploitations, cet effluent liquide n'offrant qu'un faible éventail de possibilités de gestion avec une tonne à lisier équipée de buses palettes. L'importance des surfaces en herbe ne permet par ailleurs qu'une faible différenciation selon le type de cultures. Les exploitants, en raison d'un jeu de contraintes proches d'une exploitation à l'autre, sont donc amenés à gérer leur lisier d'une manière assez similaire. Nous avons néanmoins réussi à distinguer 4 groupes.

222. Groupe Aubrac 1 : Utilisation primordiale du lisier couplée à des amendements calciques

Le groupe Aubrac 1 (cf. Figure 5.6) est constitué de quatre exploitations, Au01, Au02, Au07 et Au10. Une exploitation est en agriculture biologique. Les agriculteurs élèvent de 25 à 80 vaches allaitantes, à une altitude moyenne de 1 145 m. Une exploitation élève également des taurillons en bâtiment pendant la période hivernale. L'alimentation fourragère est composée exclusivement de foin produit sur des prairies permanentes. La SAU (126 ha en moyenne) est légalement épandable à 90 % (variation de 75 à 98 % de la SAU). Cependant, l'éloignement de certains blocs de parcelles font que la surface réellement épandue peut parfois être bien moindre ; ainsi, seulement 37 % de la SAU d'Au01 est susceptible de recevoir dans la pratique des effluents d'élevage. Au moins 50 % du parcellaire de ces exploitations est regroupé autour du ou des bâtiments où sont produits les effluents d'élevage.

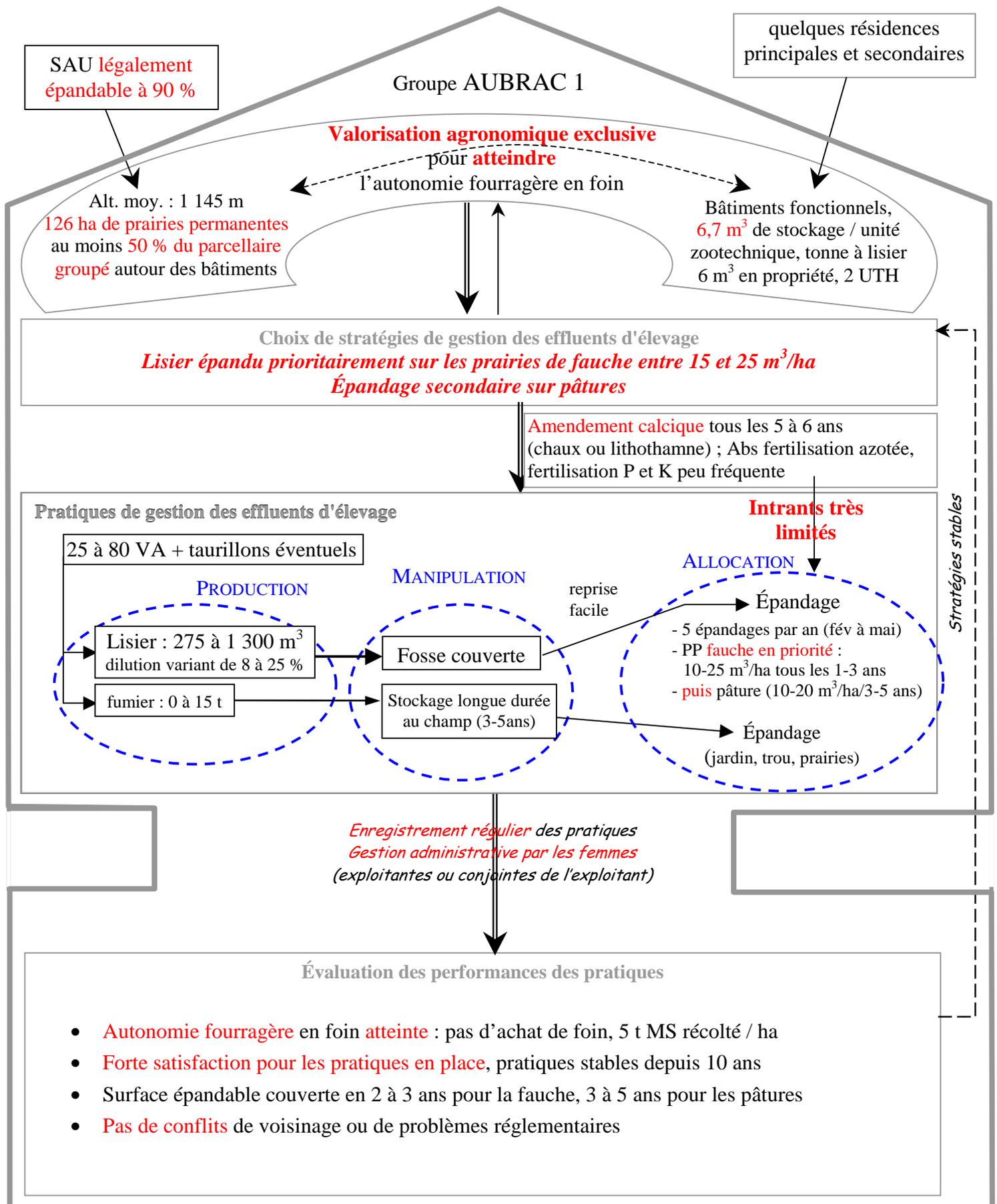


Figure 5.6 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Aubrac 1

Les bâtiments d'élevage, en majorité à l'attache avec grilles à lisier en arrière ou sur caillebotis partiel ou intégral, sont assez fonctionnels. Globalement, les exploitants disposent d'une bonne capacité de stockage du lisier (6,7 m³/ unité zootechnique) leur permettant de choisir les périodes climatiques d'épandage les plus adéquates.

La fertilisation de l'exploitation est construite pour atteindre l'autonomie fourragère en foin. Elle s'articule autour du lisier, principal effluent d'élevage produit. La fertilisation azotée de synthèse est inexistante alors que trois exploitations en agriculture conventionnelle peuvent y accéder : la fertilisation phospho-potassique de synthèse est faible (10 à 20 unités) et peu fréquente (1 exploitation sur 4). Un amendement calcique est apporté tous les 5 à 6 ans sur toutes les parcelles. Le lisier est épandu prioritairement sur les prairies de fauche à raison de 10 à 25 m³/ha de février à mai. S'il reste du lisier, il est épandu sur les pâtures à des doses légèrement inférieures (5 à 20 m³/ha).

Les doses inférieures à 15 m³/ha sont cependant sujettes à caution comme le montre le calcul de la vitesse d'avancement du tracteur nécessaire pour obtenir ces doses d'épandage. La formule $V=(Q*600)/(l*D)$ où V = vitesse d'avancement du tracteur (km/h), Q = débit de vidange de l'épandeur (m³/min), l = largeur de travail (m) et D = dose épandue (m³/ha) est utilisée pour effectuer le calcul (Arvalis - Institut du Végétal, 2004). Les valeurs de Q , l et D sont optimisées pour prendre le cas le plus favorable (mais peu courant en conditions réelles) avec une tonne à lisier de 5 m³ (Salmon et Le Gad, 2006) : Q_{\min} = débit de vidange minimum du matériel = 1,5 m³/min ; l_{\max} = largeur maximum de travail = 10 m. Les vitesses d'avancement nécessaires sont présentées dans le Tableau 5.2.

D = dose épandue en m ³ /ha	5	10	12	15
Vitesse calculée d'avancement du tracteur en km/h	18	9	7,5	6

Tableau 5.2 : Vitesse d'avancement nécessaire pour permettre l'épandage des doses de lisier annoncées

Les vitesses ainsi calculées sont incompatibles avec les vitesses de travail recommandées sur les sols à fertiliser qui sont comprises entre 3 et 6 km/h (Cedra, 1997) ou 3 à 8 km/h (Chambre d'agriculture de Bretagne, 2005). Dans des conditions optimales parfois difficiles à obtenir sur le terrain, il semble difficile aux exploitants d'épandre à des doses inférieures à 12 m³/ha.

Avec en moyenne 5 t de foin sec récolté par ha, l'autonomie fourragère (hors concentré) est atteinte, sauf année climatique exceptionnellement mauvaise. En raison d'une surface épandable importante légalement et en pratique, les exploitants respectent globalement la législation. La surface épandable est couverte sur 2 à 3 ans pour la fauche et 3 à 5 ans pour les pâtures. Ils n'ont pas été confrontés à des conflits avec le voisinage ou à des problèmes réglementaires. Les pratiques

recensées sont stabilisées depuis une dizaine d'années, les exploitants montrant une forte satisfaction pour ces pratiques en place.

Ce groupe d'exploitations est donc caractérisé par la valorisation agronomique exclusive du lisier et stable dans le temps.

223. Groupe Aubrac 2 : Valorisation prioritaire du lisier couplée à une faible fertilisation de synthèse

Le groupe Aubrac 2 (cf. Figure 5.7) est constitué de quatre exploitations, Au04, Au06, Au08 et Au09, toutes en agriculture conventionnelle. Les agriculteurs élèvent de 25 à 60 vaches allaitantes, à une altitude moyenne de 1 120 m. L'alimentation fourragère est composée de foin et d'enrubannage produit sur des prairies permanentes et quelques prairies temporaires. Le parcellaire de ces exploitations est fortement morcelé ou partiellement éloigné. Les contraintes liées à la distance bâtiments-parcelles sont particulièrement ressenties.

La SAU (100 ha de PP en moyenne + 0 à 8 ha de PT/céréales) comporte quelques restrictions légales (présence de rivières et d'habitations). Trois agriculteurs sur quatre ignorent cependant les surfaces concernées par ces restrictions (85 % de la SAU légalement épandable pour le dernier agriculteur). En pratique, les agriculteurs épandent sur 45 à 100 % de leur SAU, les restrictions prises en compte étant l'éloignement et la présence d'obstacles à l'épandage (rochers, arbres...). L'agriculteur Au04 considère que la totalité de sa surface est épandable. Il préfère en effet que toutes les parcelles reçoivent des effluents plutôt que de polluer en mettant trop de lisier sur une même parcelle, ce que nous traduisons en « éviter toute pollution ponctuelle ou diffuse ». Pour cela, il dit respecter les conditions suivantes :

- il épand sur toute sa surface, y compris sur les parcelles à plus de 10 km, à des doses ne dépassant pas les 25 m³ annuels recommandés⁶⁴ par les organismes professionnels agricoles de la région, ceci afin d'éviter toute perte d'éléments fertilisants pouvant être préjudiciable ;
- il restreint ses épandages à proximité des habitations en périodes touristiques, vacances scolaires, week-end et lorsque le vent éloigne les odeurs afin de limiter les risques conflictuels ;
- il s'interdit d'épandre à moins de 10 mètres d'un ruisseau pour éviter les pollutions diffuses et passe à des doses plus faibles que sur le reste de la parcelle.

Ce choix est discutable. Le risque de pollution des eaux, en particulier bactériologique, reste néanmoins plus fort qu'en respectant complètement les règles.

⁶⁴ La recommandation de 25 m³ par hectare et par an de lisier de bovins permet d'apporter au maximum 50 unités d'azote par le lisier après application du coefficient d'équivalence engrais. Avec 15 unités d'azote supplémentaires issues des restitutions au pâturage, cela permet de rester en dessous d'un apport annuel de 65 unités d'azote par hectare ce qui correspond aux doses autorisées dans le cadre de contrats PHAE ou CTE.

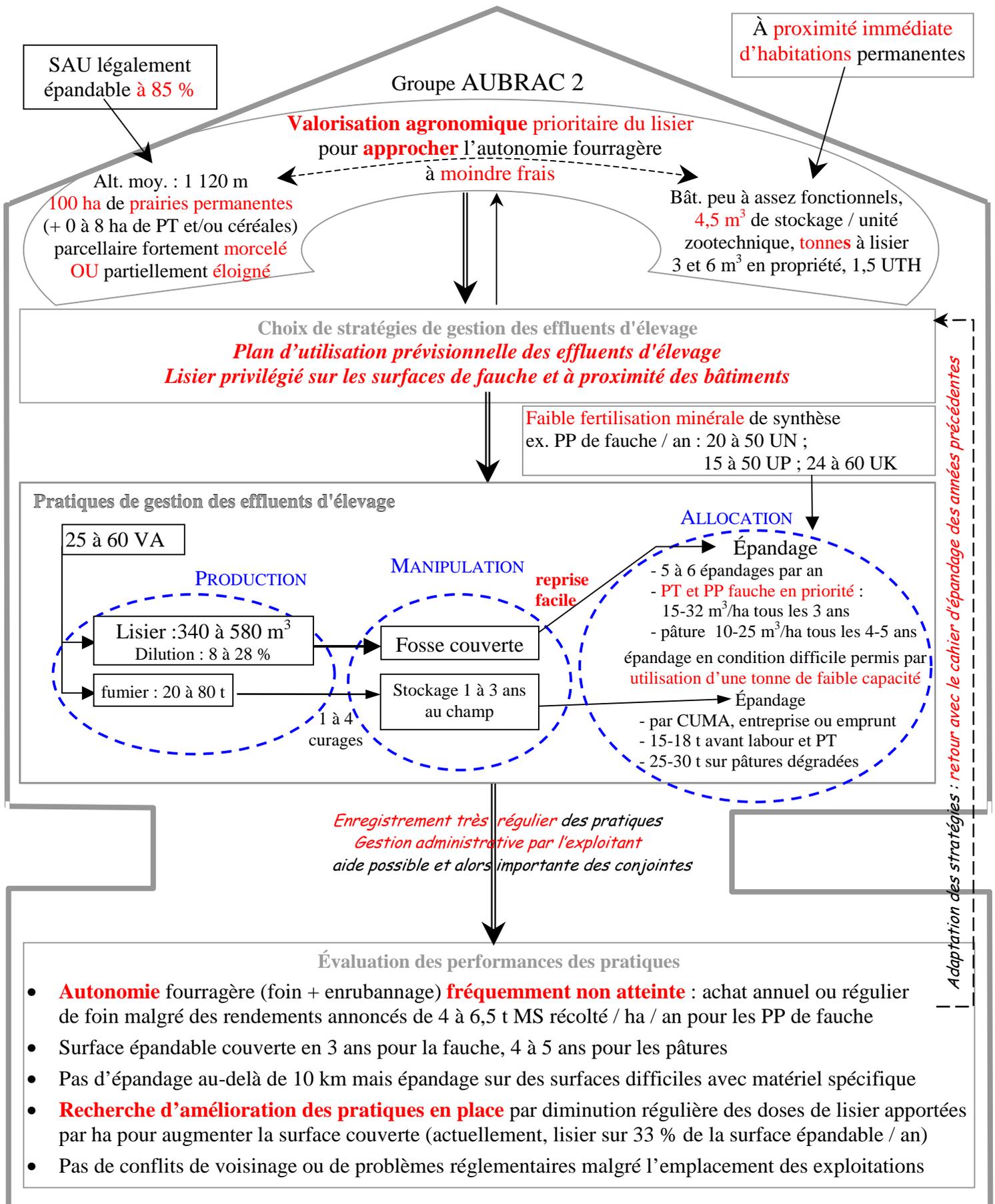


Figure 5.7 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Aubrac 2

Chez Au09, certaines parcelles de fauche considérées comme épandables ne le sont qu'au prix de manœuvres alambiquées. Ainsi, pour une parcelle assez pentue avec une faible surface plate en bas de pente pour manœuvrer, l'agriculteur dit : « *je rentre en bas de la parcelle puis remonte la pente pour sortir en haut, prendre la route et recommencer ; je n'abîme pas pendant mes manœuvres et ne risque pas de me retrouver coincé* ». Si la logistique intervient sur ces parcelles de façon prépondérante, le coût de l'épandage de ce lisier s'en trouve fortement augmenté.

Les bâtiments d'élevage, en majorité à l'attache avec grilles à lisier en arrière ou sur caillebotis partiel ou intégral, sont peu à assez fonctionnels. Les exploitants disposent d'une faible capacité de stockage du lisier (4,5 m³/ unité zootechnique) ce qui peut entraîner des épandages dans des conditions préjudiciables à une bonne valorisation (épandage sur sol gelé, dès décembre, etc.).

La fertilisation de l'exploitation est construite pour approcher l'autonomie fourragère en foin et enrubannage, autonomie atteinte uniquement lors d'années climatiques particulièrement favorables. La fertilisation s'articule prioritairement autour du lisier, avec un faible niveau de fertilisation minérale de synthèse en complément. Sur les prairies de fauche, la fertilisation azotée de synthèse est comprise entre 20 et 50 unités par ha et par an. La fertilisation phospho-potassique de synthèse est comprise entre 15 à 50 unités de P₂O₅ et 24 à 60 unités de K₂O par ha et par an. Aucun amendement calcique régulier n'a été mentionné.

Le lisier est épandu prioritairement sur les prairies temporaires et les prairies permanentes de fauche à raison de 15 à 32 m³/ha d'octobre à avril (2 exploitations) ou de décembre à mai (2 exploitations) à raison d'un retour tous les 2 à 3 ans. S'il reste du lisier, il est épandu sur les pâtures à des doses légèrement inférieures (10 à 25 m³/ha) avec un retour tous les 3 à 5 ans suivant l'éloignement des parcelles. L'épandage du lisier se fait généralement avec une tonne à lisier de 6 m³ en propriété. Deux agriculteurs utilisent une seconde tonne à lisier de plus faible capacité (2 et 3 m³). Ces tonnes permettent l'épandage de lisier en condition extrêmes. Ainsi, Au04, avec la tonne de 2 m³, peut épandre sur des parcelles régulièrement engorgées d'eau, peu portantes (risque extrême d'enfoncement) ou dégradées par le passage des animaux. C'est le cas d'une parcelle de fauche de 2 ha comprenant des parties en tourbe qui reçoit ainsi 24 m³/ha soit 12 voyages. Cette parcelle continue à être fertilisée organiquement car le rendement fourrager y est excellent en périodes de sécheresse (6 à 7 t/ha). Pour l'agriculteur, cela représente une demi-journée de travail supplémentaire (par rapport à un épandage utilisant la tonne de 6 m³), largement compensée selon lui par l'apport organique ainsi réalisé. Au08 se sert de la tonne de 3 m³ lorsque la fosse est pleine et que l'hiver est particulièrement long et rigoureux, sans période de redoux. Son faible poids lui permet en effet de passer dans les champs en toutes circonstances y compris sur des surfaces dégelées et/ou fraîchement enneigées. Elle est utilisée environ une année sur quatre. Par ailleurs, afin d'épandre leur lisier dans les meilleures conditions en hiver, les exploitants jouent sur l'étagement en altitude des parcelles, compris entre 950 et 1 250 m.

Le peu de fumier produit est épandu en faisant appel à une entreprise, à du matériel de CUMA ou à un emprunt (remboursement de la durée du prêt par don équivalent de main-d'œuvre). Il est utilisé pour implanter les surfaces en céréales ou PT (15 à 18 t/ha) ou pour restaurer des prairies dégradées (25 à 30 t/ha).

Avec en moyenne 5,5 t de foin sec récolté par ha, l'autonomie fourragère (hors concentré) n'est que peu fréquemment atteinte. Les exploitants recourent tous à des achats réguliers de foin pour assurer leur bilan fourrager. Malgré une surface légalement épandable importante, les agriculteurs s'affranchissent régulièrement des distances réglementaires, en particulier les distances aux habitations et aux rivières. La surface épandable en pratique est couverte sur 2 à 3 ans pour la fauche et 3 à 5 ans pour les pâtures. Malgré la proximité immédiate d'habitations permanentes, les agriculteurs n'ont pas été confrontés à des conflits avec le voisinage ou à des problèmes réglementaires. Les pratiques recensées sont de plus en constante évolution depuis une dizaine d'années, les exploitants souhaitant atteindre l'autonomie fourragère avec celles-ci. D'après leurs dires, les doses de lisier apportées par ha diminuent régulièrement pour augmenter la surface couverte et dépasser les 33 % de surface épandable couvert chaque année

Ce groupe d'exploitations est donc caractérisé par la valorisation agronomique prioritaire du lisier, sur les parcelles de fauche, valorisation associée en complément à une fertilisation minérale de synthèse de faible niveau. Ces exploitations sont toujours en recherche d'équilibre entre valorisation des effluents, production fourragère et coût généré par l'utilisation des effluents.

224. Groupe Aubrac 3 : des effluents d'élevage sous-valorisés, un bilan fourrager assuré par la fertilisation minérale de synthèse

Le groupe Aubrac 3 (cf. Figure 5.8) est constitué de deux exploitations, Au05 et Au11, en agriculture conventionnelle. Les agriculteurs élèvent de 60 à 90 vaches allaitantes, à 1 040 m d'altitude moyenne. L'alimentation fourragère est composée d'ensilage d'herbe, d'enrubannage et de foin. La SAU (175 ha en moy.) est composée de prairies temporaires et permanentes et d'estives.

L'exploitant Au05 n'annonce aucune restriction légale à l'épandage ce que nous mettons en doute, plusieurs parcelles étant à proximité immédiate de hameaux⁶⁵. Pour lui, la seule surface d'épandage possible correspond toutefois aux prairies temporaires et aux prairies permanentes de fauche (23 % de la SAU). Il annonce par ailleurs différencier ses pratiques d'épandage sur les parcelles selon le mode de faire-valoir et la distance aux bâtiments. Au-delà de 5 km, seules les parcelles épandables en propriété (soit 50 % des parcelles concernées) reçoivent du lisier, à raison de 18 m³/ha au mieux 1 fois tous les 2 ans. L'épandage de lisier sur ces surfaces se fait uniquement lorsque l'exploitant dispose de beaucoup de temps, chaque voyage nécessitant 1 heure.

⁶⁵ Il évoque aussi l'exploitation d'une dizaine d'hectares non déclarés à la PAC et qui recevraient pourtant lisier et engrais minéral de synthèse.

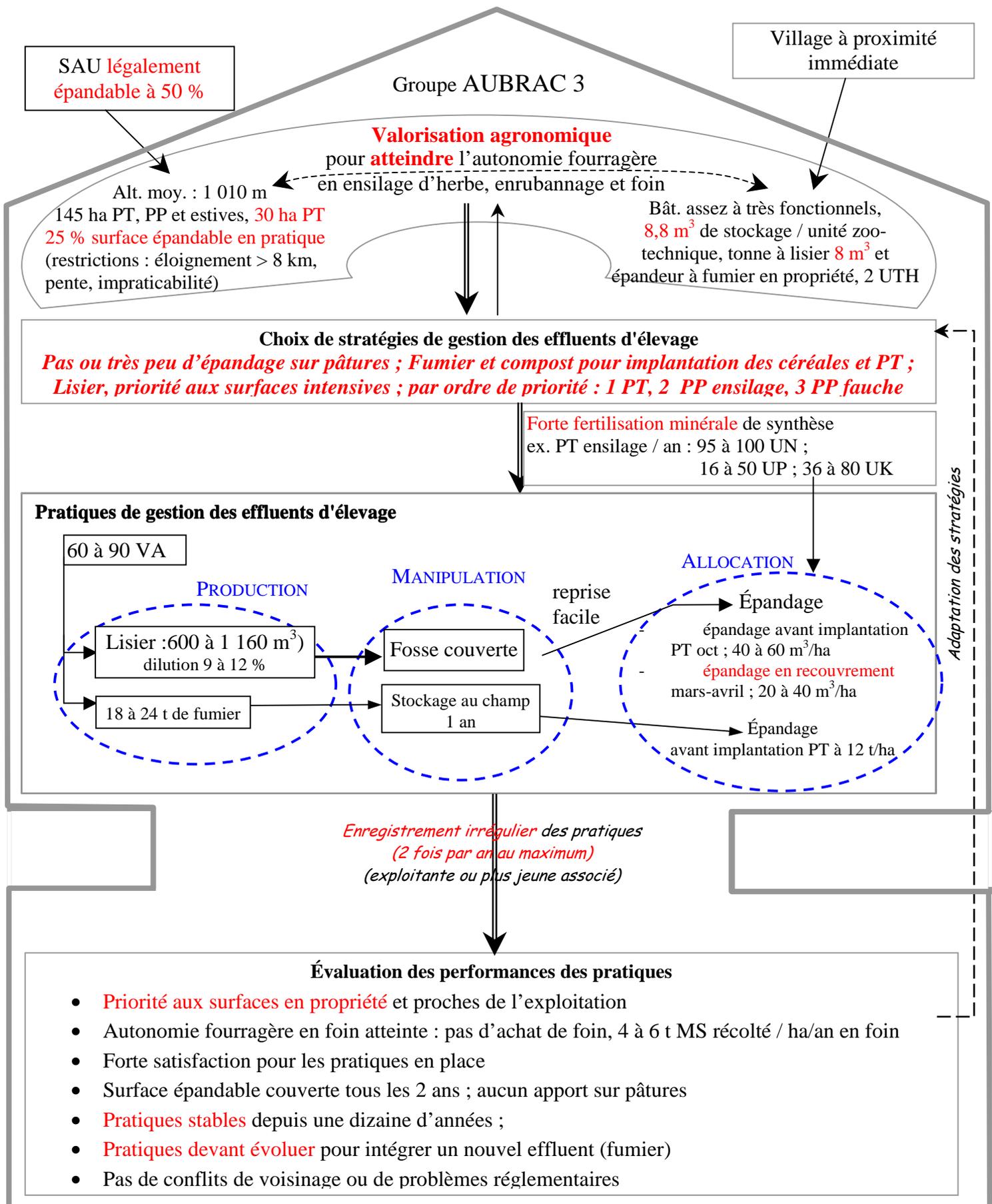


Figure 5.8 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Aubrac 3

Les parcelles en location, susceptibles d'être perdues, ne justifient pas un tel investissement en temps et en argent. La surface épandable en pratique serait ainsi limitée à 20 % de la SAU. En raison de leur forte portance, les pâtures improductives du site d'exploitation peuvent recevoir occasionnellement une tonne à lisier ou deux en hiver (sur neige) en cas « *d'absolue nécessité* ». L'exploitant évite ces épandages car ils ne représentent que « *des pertes* ». La fréquence de ces nécessités n'a pu être connue.

L'exploitation Au11 dispose d'un parcellaire morcelé et dispersé dans l'espace. En raison du PMPOA nécessaire à la construction du second bâtiment, les exploitants disposent d'un plan d'épandage. Une comparaison des restrictions à dire d'agriculteur et d'après le plan d'épandage (cf. Tableau 5.3) éclaire sur la perception par les agriculteurs des restrictions à l'épandage.

Restrictions à l'épandage		À dire d'agriculteur	D'après le plan d'épandage
Raison physique	Présence forte de cailloux		2 ha
	pente supérieure à 7 %	117 ha	33 ha
Raison spatiale	Éloignement	29 ha	112 ha
Surface épandable légalement		50 ha	46 ha
<i>Soit en % de la SAU</i>		<i>25,5 %</i>	<i>23,8 %</i>
Total		196 ha	193 ha

Tableau 5.3 : Comparaison des restrictions à l'épandage à dire d'Au11 et d'après le plan d'épandage

Les proportions entre les restrictions dues à l'éloignement et celles dues à la pente sont inversées entre le plan d'épandage et les dires de l'agriculteur. La pente semble être un facteur restrictif beaucoup plus important qu'évalué dans le plan d'épandage. L'éloignement n'est pas, en pratique, une restriction rédhibitoire à l'épandage d'effluents. L'agriculteur apporte ainsi du lisier sur 12 ha de parcelles de fauche classées comme éloignées (situées à plus de 20 km) à une fréquence élevée (une fois tous les 2 ans en moyenne). Pour l'agriculteur, la surface réellement épandable en pratique est donc de 62 ha (soit 32 % de la SAU).

L'exploitant Au11 trouve particulièrement dangereux l'épandage de lisier dans les pentes depuis qu'il s'est renversé accidentellement. S'il doit épandre dans les pentes, il emploie une tonne équipée d'une buse coudée « *maison* » qui lui évite de passer dans la pente. Les exploitants passent en haut de la parcelle, en orientant la buse vers le bas. Le lisier s'écoule ensuite par gravité : « le tout est d'en mettre juste assez pour que ça s'arrête dans la parcelle ». Généralement, les exploitants privilégient la période de pousse de l'herbe pour éviter tout écoulement. Ce matériel permet également l'épandage depuis la route lorsqu'il faut obligatoirement vider la fosse qui risque de déborder et que les champs sont remplis de neige. Ce matériel correspond aux observations réalisées par Thirion et Chabot (2002) sur les épandages en montagne. Pour ces auteurs, si la pente est modérée, on peut utiliser des engins spéciaux dont la stabilité a été particulièrement étudiée.

L'agriculteur n'en dispose pas encore même s'il s'est déjà renversé. Lorsque la pente est trop forte, ces auteurs recommandent de procéder, à partir de chemins d'accès, à des projections du bas vers le haut pour limiter les écoulements. L'agriculteur effectue cependant l'opération inverse, la plupart des chemins d'accès aux parcelles étant situés en zone haute. L'utilisation d'une buse coudée adaptée par l'agriculteur corrobore également les résultats de l'enquête sur les matériels utilisés réalisée en 2000 par les étudiants en BTS "Génie des équipements agricoles" de la Motte Servolex (73). Cette enquête indiquait en effet que les épandeurs observés étaient le plus souvent des prototypes conçus ou adaptés par les utilisateurs eux-mêmes.

Les bâtiments d'élevage sont assez à très fonctionnels. Il y en a de différents types : attache avec grilles à lisier en arrière avec évacuation gravitaire ou par lit d'eau, caillebotis partiel. Globalement, les exploitants disposent d'une excellente capacité de stockage du lisier (8,8 m³/ unité zootechnique) leur permettant de choisir les périodes climatiques d'épandage les plus adéquates.

La fertilisation de ces exploitations est construite pour atteindre l'autonomie fourragère. Elle s'articule autour du lisier, principal effluent d'élevage produit et d'une forte fertilisation minérale de synthèse, même en présence de lisier, pour assurer le rendement.

Le lisier est épandu exclusivement sur les parcelles de fauche, les pâtures étant pourvues en apports organiques par les restitutions au pâturage selon les agriculteurs. La grande capacité de stockage de lisier des exploitations permet de n'épandre qu'en deux périodes. La période du printemps est privilégiée pour son impact direct sur la production, à raison de 20 à 40 m³/ha. Les terrains n'étant pas toujours portants, une « session de rattrapage » a été mise en place à l'automne à des doses semblables. L'épandage d'automne sert néanmoins essentiellement à apporter des effluents organiques avant l'implantation des prairies temporaires à raison de 40 à 60 m³/ha. Les recommandations de 25 m³/ha/an des organismes professionnels agricoles de la région, sont largement dépassées malgré une inscription des parcelles à la PHAE.

La fertilisation est différenciée entre les parcelles en propriété, fortement fertilisées, et les parcelles en location. Ainsi, l'agriculteur Au05 ne souhaite pas privilégier les parcelles en faire-valoir indirect car il est toujours possible de les lui reprendre. Il a choisi de faire cette différenciation avec les apports en engrais minéraux de synthèse qui sont faibles, voire nuls, sur ces parcelles. Cela limite le salissement des parcelles de fauche en raison d'un apport trop important de lisier.

Les apports minéraux de synthèse sont importants puisqu'ils atteignent ; sur les prairies les plus intensives, 95 à 100 unités d'azote, 16 à 50 unités de P₂O₅ et 36 à 80 unités de K₂O sous forme d'ammonitrate et d'engrais ternaire de synthèse (14-9-18, 5-12-24 ou plus rarement du 0-12-12). L'emploi d'engrais ternaire de synthèse ou d'ammonitrate sur des parcelles ayant déjà reçu du lisier apparaît inadapté. La formule est trop riche en N et K₂O, les apports non limitants dans la région

pour une prairie conduite intensivement (ensilage + regain + pâture) étant admis à 120 unités de N et 100 unités de K₂O (Gaydier et Chabalier, 2008). S'ils gardent ces formules, les exploitants doivent alors revoir les doses de lisier apportées par ha et répartir sur une plus grande surface leur lisier disponible.

Les exploitants ne comptent pas modifier leurs modes de fertilisation dans les années futures car ils permettent d'assurer l'autonomie fourragère de l'exploitation, y compris en année climatique difficile (sécheresse). L'objectif principal de gestion de la fertilisation organique est donc atteint.

L'exploitation Au05 sera pourtant amenée à faire évoluer ses pratiques dans les années à venir car les exploitants font actuellement construire un bâtiment supplémentaire en système caillebotis – logettes pour 20 vaches allaitantes et en aire paillée pour 50 broutards. Cette construction doit permettre de décharger le bâtiment actuel et d'augmenter légèrement le cheptel. Le choix de l'aire paillée pour les broutards s'est fait pour trois raisons :

- le confort des animaux est supérieur sur paille et il est plus facile de les soigner
- l'aire paillée permettra d'obtenir du fumier facilitant l'implantation des prairies ; cependant, n'ayant jamais eu de fumier à gérer, l'exploitant ignorait comment le bâtiment serait curé ou comment le fumier serait épandu et à quelle dose ;
- le coût d'un bâtiment en aire paillée est très nettement inférieur au coût d'un bâtiment lisier, l'exploitant ayant calculé qu'il pouvait acheter 18 ans de paille avec la différence d'investissement.

Les exploitants Au11 font par ailleurs « un don de lisier » de 60 m³ à un voisin, souvent au mois de mai. Ce don arrange tout le monde. Pour les exploitants, c'est une souplesse obtenue à un moment où leurs fosses sont souvent bien pleines. Pour le voisin, c'est une fertilisation gratuite disponible après le déprimage de ses prairies, alors qu'il n'a plus assez de lisier pour les fertiliser. En échange, ce voisin fournit une main-d'œuvre occasionnelle gratuite lors de pics de travail et soigne les animaux du GAEC s'il y a une indisponibilité simultanée des associés.

Ce groupe d'exploitations est donc caractérisé par son intensification, une sous-valorisation des effluents d'élevage en raison d'une trop forte fertilisation minérale de synthèse et des pratiques de fertilisation stables dans le temps.

225. Groupe Aubrac 4 : des contraintes allégées, de multiples effluents, une gestion complexe

Le groupe Aubrac 4 (cf. Figure 5.9) est constitué d'une seule exploitation en agriculture conventionnelle, Au03. Les agriculteurs élèvent 120 vaches allaitantes, à une altitude moyenne de 950 m en bordure d'un hameau comprenant des habitations permanentes et secondaires.

L'exploitation dispose de trois bâtiments d'élevage assez à très fonctionnels, mis aux normes depuis 1997 et situés à l'extérieur du hameau. Le premier bâtiment est une étable entravée équipée d'un évacuateur à fumier et d'une aire à fumier étanche avec fosse à purin ; la gestion des effluents d'élevage dans ce bâtiment entraîne une charge de travail assez faible, mais quotidienne. Le second bâtiment se compose pour moitié d'une surface de caillebotis ; avec fosse en dessous, et pour l'autre moitié d'une aire paillée. Le dernier bâtiment est une stabulation libre en aire paillée intégrale. Ce choix d'un bâtiment avec paille est avant tout justifié par le coût nettement moindre à la construction (coût divisé par deux par rapport à un bâtiment lisier d'après l'agriculteur), malgré un coût de fonctionnement supérieur. En complément de la paille produite sur l'exploitation, 100 t de paille sont en effet achetées chaque année, achat facilité par la proximité immédiate de l'autoroute A75. Le meilleur confort des animaux est aussi entré en ligne de compte. L'exploitation dispose également d'une fosse pour recueillir les jus d'ensilage, mais celle-ci n'est jamais vidée. Nous supposons donc qu'elle ne doit pas ou peu se remplir. Dans le cas contraire, les jus sont rejetés sans traitement dans le milieu naturel.

En raison des multiples types de bâtiments, quatre types d'effluents différents sont produits : 120 m³ de purin (1^{er} bâtiment), 160 m³ de lisier (2nd bâtiment), 180 t de fumier peu pailleux (bâtiments A et B) et 400 t de fumier pailleux (3^{ème} bâtiment). La capacité de stockage du lisier étant supérieure au volume produit, les exploitants peuvent en disposer aux moments les plus adéquats.

Le fumier pailleux est ensuite composté à l'aide d'un vieil épandeur à fumier réservé à cet usage (2 hérissons horizontaux ; capacité 5 t ; en propriété). Le fumier ne subit cependant qu'un seul passage ce qui ne lui donne pas l'appellation réglementaire de compost. L'agriculteur obtient ainsi 280 t de « *compost* », la réduction de volume par perte d'eau est donc de 30 % ce qui correspond aux normes pour un seul retournement (Janichon et al., 2003). Le compost et le fumier sont épandus avec un épandeur de grande capacité (10 t) en CUMA..

L'exploitation utilise pour le lisier une tonne de grande capacité (8,4 m³) en propriété. Pour estimer la quantité de lisier transportée à chaque voyage, l'agriculteur se fie au cubage déclaré de la tonne auquel il retire 5 %. La partie supérieure de la tonne à lisier est pour l'agriculteur quasi-impossible à remplir en raison de sa forme. Il estime ce volume perdu à 5 % du cubage officiel de la tonne, estimant ainsi épandre 8 m³ par voyage pour une contenance officielle de 8,4 m³.

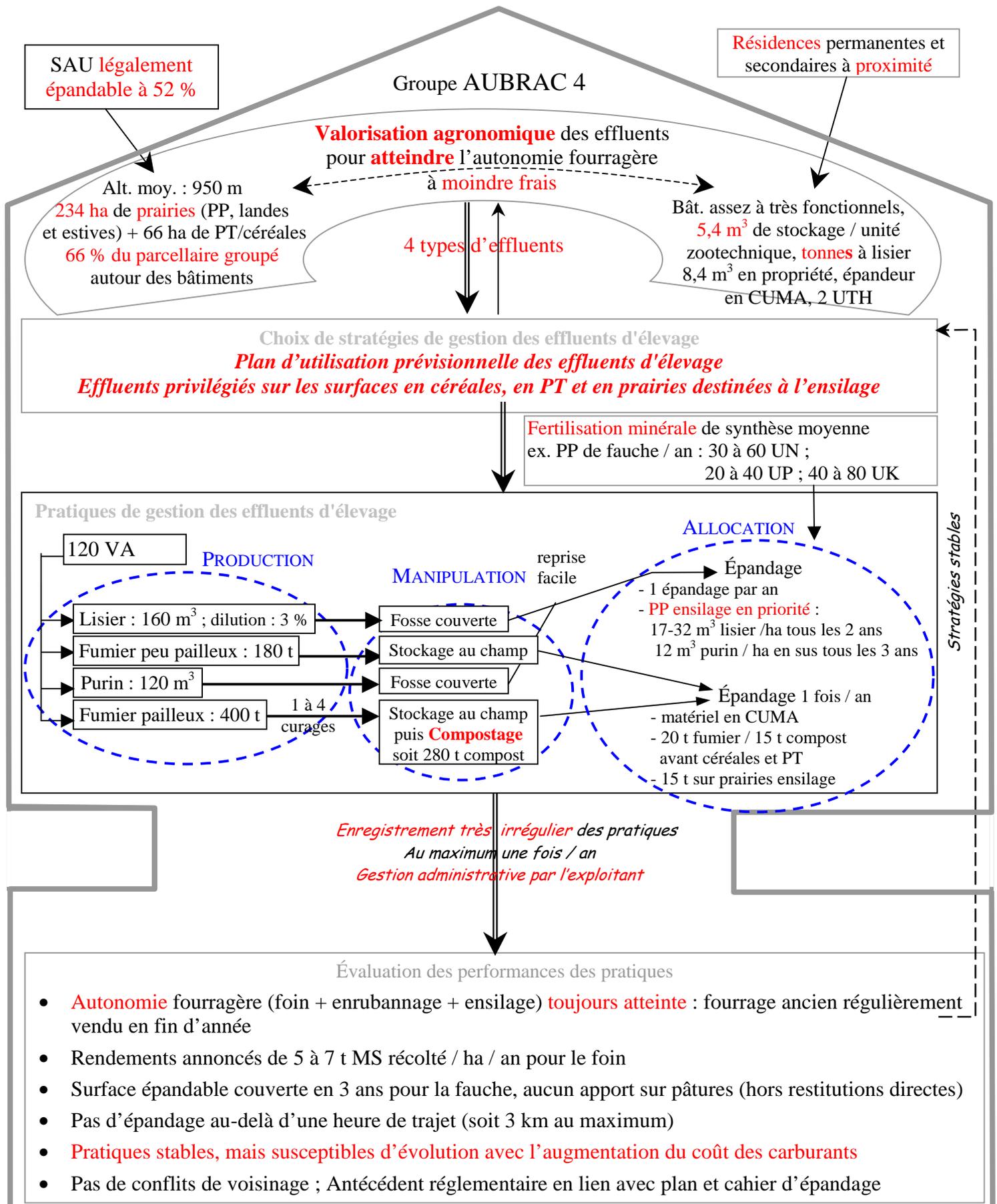


Figure 5.9 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Aubrac 4

D'après la bibliographie (Fédération départementale des Cuma des Landes et al., 2005 ; Chabalier et al., 2006 ; Salmon et Le Gad, 2006), le taux de remplissage des tonnes à lisier se situe entre 70 et 95 % selon l'inclinaison de la tonne au remplissage, la présence de dépôts en fond de tonne, la fluidité et l'homogénéité du lisier ainsi qu'avec la conception du matériel (compresseur, bras...) et des installations. La prise en compte d'une perte au remplissage est intéressante même si l'agriculteur surestime probablement son taux de remplissage en se situant dans la fourchette haute.

L'alimentation fourragère est composée de d'ensilage d'herbe, d'enrubannage et de foin. L'altitude moindre et des terrains plus propices autorise sur cette exploitation un éventail de cultures différent de ceux précédemment rencontrés. La SAU de 300 ha se décompose ainsi en 12 ha de céréales, 54 ha de prairies temporaires, 30 ha de prairies permanentes de fauche, 100 ha de landes non mécanisables et 104 ha d'estives, situés à 23 km des bâtiments.

Près de 52 % de la SAU de l'exploitation est « officiellement » épannable (soit 156 ha). Pour l'agriculteur, seule une partie de cette surface est en fait réellement épannable. Il s'agit de 106 hectares situés autour du site d'exploitation (soit 35 % de la SAU). Les 50 ha légalement épannables restants font parties d'estives, trop éloignées pour recevoir des fertilisants organiques. Les autres restrictions liées à l'épandage sont essentiellement dues à la pente (80 % de la surface non épannable), à l'impraticabilité (10 %), à la distance aux rivières et à la présence d'un périmètre de captage (8 %), et enfin aux habitations (2 %).

Il y a donc un écart de 50 ha entre la surface légalement épannable et la surface réellement utilisée par l'agriculteur pour épandre son lisier. En tant qu'installation classée, Au03 doit avoir un plan d'épandage et un cahier d'épandage tenu à jour. Le plan d'épandage prend en compte ces 50 ha dans la gestion de la fertilisation, même si ceux-ci ne sont pas utilisés en pratique. Parmi la surface épannable régulièrement utilisée, il y a des parcelles à 3 km. L'épandage de fumier sur ces terrains peut prendre jusqu'à une heure par voyage en raison de fortes pentes pour y accéder. Ces terres seront peut-être considérées non épannables par l'agriculteur à l'avenir en fonction de l'évolution du coût du carburant. Si après calcul, le coût d'épandage devient prohibitif, il passera aux engrais minéraux de synthèse.

La fertilisation de l'exploitation est raisonnée pour assurer l'autonomie fourragère, y compris dans les années climatiques les plus difficiles. Afin de gérer au mieux la fertilisation des parcelles et pour répondre aux normes d'installation classée, M. Au03 écrit chaque année un plan prévisionnel d'utilisation des effluents d'élevage qu'il indique suivre le plus possible. Les parcelles fauchées et les cultures sont fertilisées en priorité. Les pâtures ne reçoivent que très peu de matières organiques afin d'éviter des problèmes d'appétence et en raison de l'éloignement des parcelles. Le calendrier prévisionnel de gestion des effluents (cf. Figure 5.10) montre une gestion différenciée selon le type d'effluent et les cultures en place. L'agriculteur admet pour les épandages de lisier une latitude

importante en fonction des conditions climatiques. Les épandages de fumier se font selon lui à date beaucoup plus fixe.

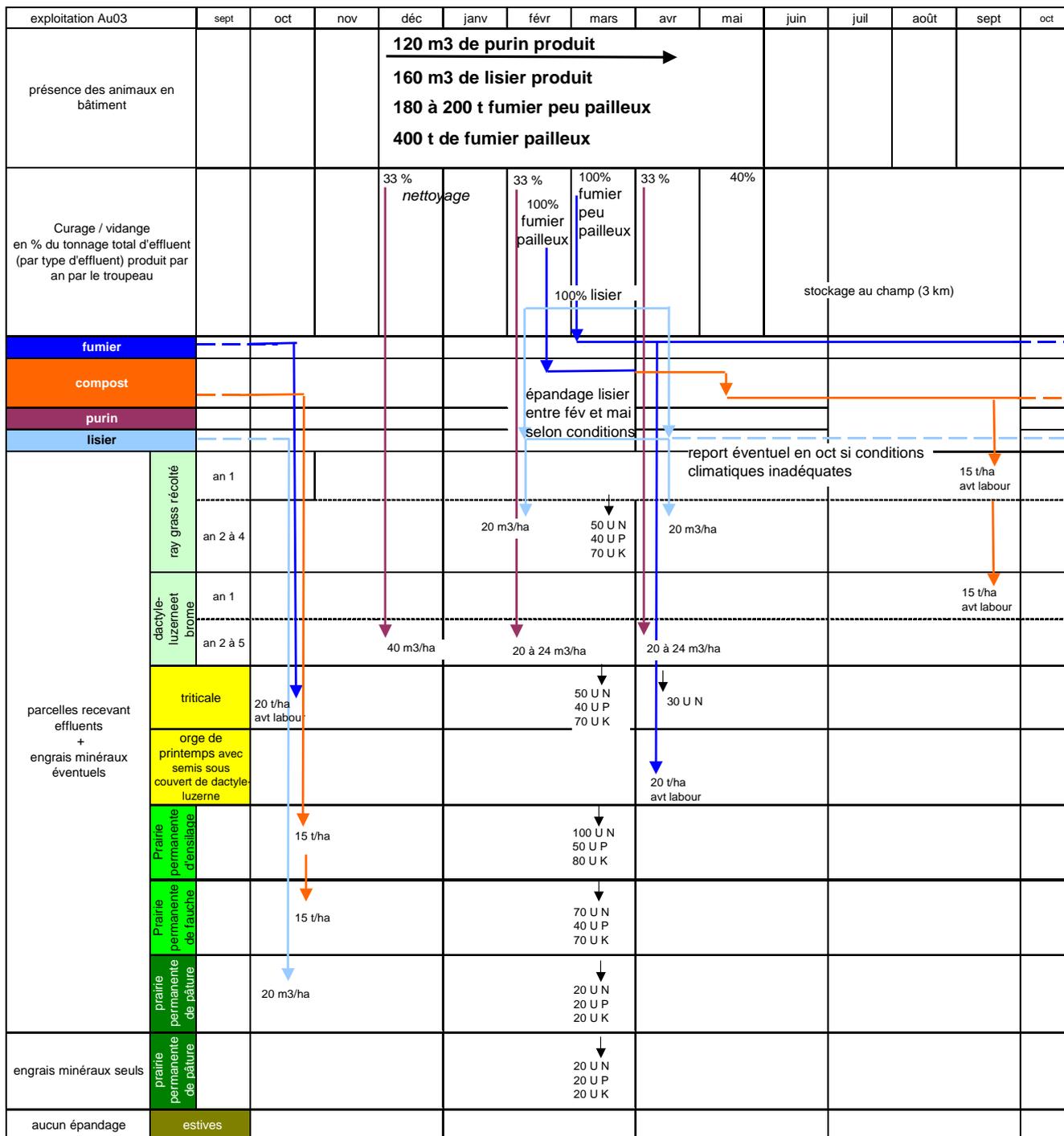


Figure 5.10 : Calendrier prévisionnel d'épandage des effluents d'Au03

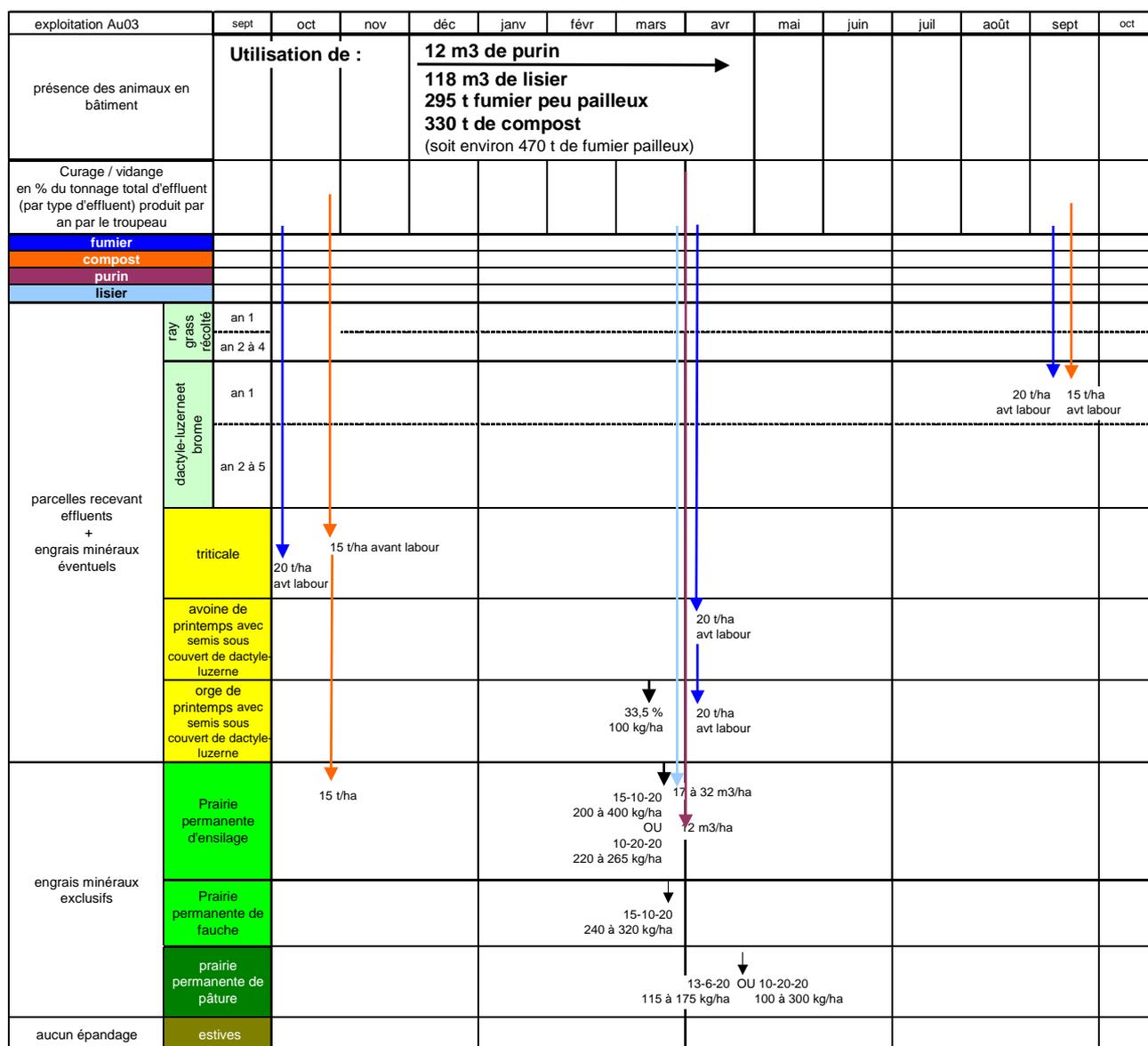


Figure 5.11 : Calendrier d'épandage des effluents d'Au03 réalisé en 2005

En comparant le calendrier prévisionnel d'épandage des effluents (cf. Figure 5.10) et le réalisé obtenu à partir du cahier d'épandage de 2005 (cf. Figure 5.11), on constate un écart, tout d'abord sur les volumes utilisés (cf. Tableau 5.4).

Type d'effluent organique	Volume produit à dire d'agriculteur (en m ³ ou en t)	Volume utilisé selon le cahier d'épandage (en m ³ ou en t)
Purin	120	12
Lisier	160	118
Compost	280	330
vol. compost = 0,7 % vol. fumier	soit 400 t de fumier pailleux	soit 470 t de fumier pailleux
Fumier peu pailleux	180 t	295

Tableau 5.4 : Comparaison des volumes d'effluents produits à dire d'agriculteur et d'après le cahier d'épandage de 2005 d'Au03

Les importantes différences entre les volumes annoncés par l'agriculteur et ceux utilisés par le cahier d'épandage sont partiellement explicables. Il peut y avoir un effet d'écriture. Le cahier d'épandage fonctionnant en année civile et non en année culturale, il peut exister un report partiel des volumes de l'année 2004 sur 2005. Cela peut expliquer les volumes de fumier plus importants qu'annoncés, mais aussi la diminution du volume de lisier. En effet, la grande capacité de stockage de la fosse (250 m³) donne une marge de manœuvre importante à l'agriculteur dans la gestion de ses épandages de lisier qui peuvent être reportés d'une année sur l'autre. La production très faible de purin n'est explicable que si le bâtiment est quasi-inoccupé. Tous les bâtiments étant à 90 % de leur capacité d'accueil, cela nous semble peu vraisemblable. La manière dont l'agriculteur remplit le cahier d'épandage nous fait soupçonner un report partiel des volumes de lisier et de purin épandus au cours de l'année.

Il peut également s'agir d'une non-déclaration de volumes de lisier et/ou de purin pourtant épandus. Cette hypothèse est plausible, l'exploitant ayant subi en 2003 un contrôle non satisfaisant de son cahier d'épandage de la part de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (amende de 2 700 € annulée après négociation). L'absence d'un cahier d'épandage satisfaisant peut s'expliquer par un report annuel des différents épandages, ce qui favorise les oublis. Ainsi, en décembre 2006, l'année 2005 venait seulement d'être complétée et l'année 2006 restait entièrement à reporter. La mise au propre annuelle est pour l'agriculteur moins contraignante car « ce n'est qu'un mauvais moment à passer », mais pose le problème de la mémoire des différentes opérations effectuées.

Les effluents de l'exploitation sont par ailleurs destinés aux surfaces exigeantes :

- avant implantation ; le compost et le fumier sont épandus avant labour et semis des céréales ou des prairies temporaires
- en recouvrement ; les prairies permanentes ensilées reçoivent au moins un effluent organique : compost, lisier ou purin. Le purin étant pratiquement toujours amené en sus d'après l'agriculteur, les parcelles sont susceptibles de recevoir deux apports organiques une même année.

La répartition prévisionnelle des effluents comprenait des épandages sur prairies fauchées ou pâturées. Ce recentrage sur les surfaces exigeantes a peut-être pour origine l'année 2003 où la sécheresse exceptionnelle a mis en péril l'équilibre financier de l'exploitation en nécessitant des achats massifs de fourrages. En 2005, l'objectif d'autonomie fourragère fut atteint pour l'exploitation.

L'aspect administratif actuel de l'agriculture semble fortement déconcerter et agacer l'agriculteur qui ne porte que peu d'intérêt à ses enregistrements. Son cahier d'épandage fut particulièrement difficile à étudier en raison d'une écriture par îlot. Lorsqu'un îlot fait 75 ha et comporte des céréales, des prairies temporaires, des prairies permanentes pour l'ensilage et la fauche ainsi que des

pâtures, il est difficile de retrouver les surfaces qui ont eu des apports de fumier, de lisier ou encore d'engrais minéraux. Le carnet d'enregistrement de la Chambre d'Agriculture permet pourtant de dissocier des parcelles culturales au sein d'un même îlot, ce qui simplifierait la tâche de l'exploitant, mais aussi celle du contrôleur ou du technicien.

La fertilisation organique tient une place importante sur l'exploitation tout comme la fertilisation minérale de synthèse qui sert à assurer le bilan fourrager, même en année climatique difficile. Avec en moyenne 5 à 6 t de foin sec récolté par ha, l'autonomie fourragère (hors concentré) est atteinte, sauf année climatique exceptionnellement mauvaise, telle que 2003. En raison d'une surface épandable importante légalement et en pratique, les exploitants respectent globalement la législation.

Ce groupe est caractérisé par la valorisation agronomique forte et différenciée des quatre effluents présents sur l'exploitation. Cette valorisation, stable dans le temps, est couplée à une forte fertilisation minérale de synthèse pour **assurer** l'autonomie fourragère.

23. Analyse des données pour le territoire de l'Aubrac

231. La dilution du lisier, une pratique systématique en Aubrac

Toutes les exploitations produisent du lisier lors de l'hivernage des animaux. En raison de la pluviométrie importante dans la région (1 000 à 1 800 mm d'eau par an), les fosses à lisier sont couvertes en totalité afin de diminuer les capacités de stockage nécessaires. Néanmoins, en raison de la conception des bâtiments (évacuation du lisier par gravité dans le système de grille à lisiers) et des fosses à lisiers, la dilution du lisier est quasi systématique. Cette dilution s'effectue de deux façons qui peuvent être combinées. La première consiste à ajouter de l'eau (généralement potable) sur les grilles à lisier afin de faciliter l'écoulement de celui-ci dans la fosse. La seconde technique consiste à remplir, une ou plusieurs fois, la tonne à lisier d'eau (généralement à la rivière voisine pour gagner du temps) et à injecter cette eau dans la fosse avant le remplissage de lisier ou lors de la vidange de la fosse. Cette dilution est maîtrisée et gérée par rapport à une dilution subie avec des fosses non couvertes.

Du fait d'une dilution gérée par l'agriculteur, celui-ci peut choisir de transporter plus ou moins d'eau. Dans une perspective économique, cette dilution devrait être proche de 0 pour ne pas transporter le produit inutile qu'est l'eau (coût de transport prohibitif). Il y a donc un intérêt objectif à ne pas diluer. La perspective technique montre que, si certains agriculteurs cherchent à restreindre le volume d'eau transporté, d'autres n'hésitent pas à diluer dans des proportions assez impressionnantes. Ceci est dû à la recherche d'effets techniques associés à la dilution tels que le nettoyage des grilles, l'évacuation du lisier sans temps de travail ou encore une reprise facilitée du lisier lors de la vidange de la fosse. En pratique, les agriculteurs semblent chercher, pour chaque

exploitation, un optimum entre le critère économique et le critère technique. Cet optimum peut être très rapidement modifié suite à l'intervention d'un facteur extérieur telle que la suppression de la gratuité de l'eau potable.

Cette dilution, caractérisée par la proportion d'eau rajoutée dans le volume final, peut représenter entre 3 et 28 % du volume de la fosse de stockage selon les exploitations, avec une moyenne aux alentours de 12 % (médiane à 10 %). Sept exploitants diluent ainsi leur lisier entre 8 et 12 %. Ces importants taux de dilution peuvent s'expliquer par des raisons techniques (facilité d'évacuation, de brassage et de pompage du lisier), mais aussi en raison de la fréquente gratuité de l'eau communale (citée par cinq exploitants) qui n'incite pas à raisonner cette dilution. Une dilution suffisamment importante permet aussi pour plusieurs exploitants de diminuer la pénibilité lors de la reprise du lisier (absence de tuyau bouché notamment) et de diminuer le temps de travail correspondant à cette étape. Le temps d'aspiration du lisier dans la tonne semble en effet diminuer lorsque le lisier est plus liquide. Ces informations exprimées par les agriculteurs ont été synthétisées dans la Figure 5.12.

La Figure 5.12 s'appuie sur une opposition affirmée entre facilité de manipulation / temps de remplissage et pénibilité du travail ressentie au cours de nos discussions avec les agriculteurs. C'est une approche qualitative où la relation entre facilité de manipulation et durée du travail semble systématiquement inverse.

Notre perception du phénomène nous amène à penser que le taux de dilution a une liaison exponentielle avec le temps de remplissage de la tonne à lisier et avec la facilité à manipuler le lisier. Pour le représenter, nous nous sommes inspirés d'une échelle semi-logarithmique : l'axe des abscisses représente le taux de dilution selon une échelle linéaire ; les axes des ordonnées représentent, d'une part le temps de remplissage de la tonne à lisier et la pénibilité du travail et d'autre part, la facilité à manipuler le lisier, tels que l'écart entre chaque classe est donc égal à 120 % de l'écart des deux classes précédentes.

La majorité des exploitants ayant un optimum de dilution aux alentours de 10 %, nous avons choisi cette valeur comme point où la pénibilité du travail devient inférieure à la facilité à manipuler le lisier. Une fois un certain volume de dilution passé que nous estimons à 20 %, il semble que l'exploitant ne gagne plus de facilité de travail ou de manipulation. Les exploitants diluant au delà de 20 % donnent en effet une fourchette démarrant à 20 % et allant jusqu'au maximum de dilution envisagée (25 ou 28 %). Les courbes reflètent ce ressenti par un plateau. Comme indiqué sur ce schéma, le point d'équilibre recherché par les agriculteurs peut varier fortement⁶⁶.

⁶⁶ Une exploitation présente un taux de dilution différent dans chacun de ses bâtiments : un bâtiment nécessite un taux de dilution de 3 à 4 %, l'autre de 8 à 12 %. Cela explique les 12 exploitations recensées pour 11 exploitations enquêtées.

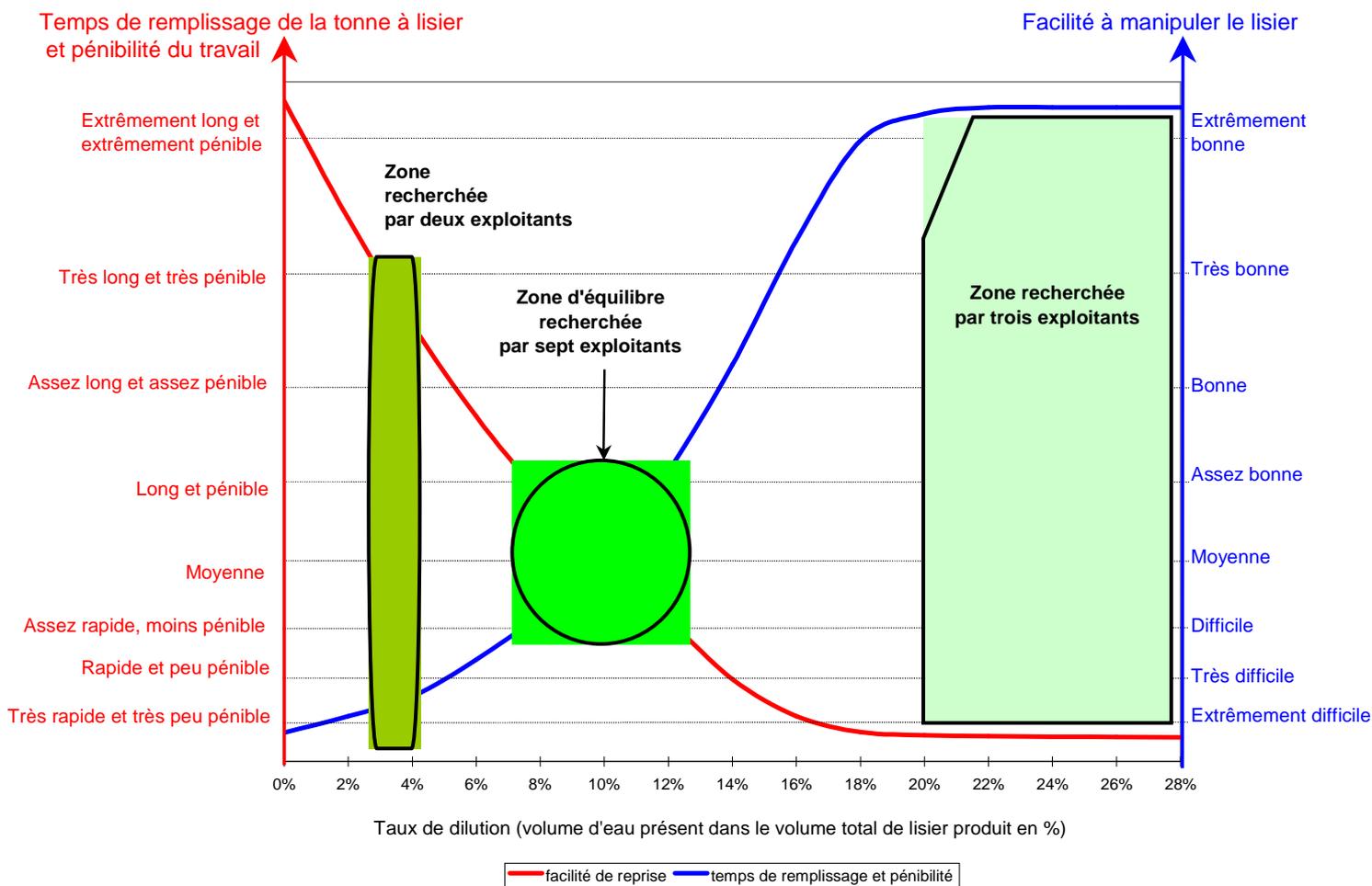


Figure 5.12 : Recherche du point d'équilibre entre taux de dilution du lisier, facilité à le manipuler et pénibilité du travail

Cela peut s'expliquer par des variations du lisier produit selon les exploitations : lisier épais avec de la paille ou lisier liquide. Cependant, les systèmes d'élevage étant assez similaires, cela nous paraît n'être qu'une explication partielle. Les réflexions des exploitants quant à la gestion de leur lisier, interviennent fortement. L'exploitant Au11 indique ainsi diluer à minima (3 % environ soit 10 m³ d'eau supplémentaires pour 300 m³ épandus) afin d'éviter « *de transporter de la flotte* », mais oublie la dilution due à la technique du lit d'eau ce qui porte le taux de dilution à 12 % environ ⁶⁷. L'exploitant Au03 dilue lui aussi à minima en ajoutant 8 m³ pour 250 m³ produits. Cela représente dans son cas 1 tonne à lisier d'eau (tonne de 8 m³) et trois quarts d'heure supplémentaire de travail par vidange complète de sa fosse. L'exploitant Au06 préfère diluer dans d'importantes proportions (environ 20 %, soit près de 70 m³ d'eau pour une fosse de 360 m³) pour deux raisons : cela facilite le malaxage et lui permet d'épandre, sur plus de surface, une quantité donnée d'azote. Cet exploitant préfère uniformiser sur toutes les parcelles la dose apportée par hectare car c'est le plus

⁶⁷ Lors de la présentation de nos travaux au colloque L'Europe de la fertilisation à Rennes en février 09, nous avons, nous aussi, oublié cette dilution. Les résultats présentés sont donc quelque peu différents mais ne remettent pas en cause le fond de nos observations.

facile : « je connais la vitesse nécessaire et ma tonne, ça va bien comme ça ». Cette dilution représente ainsi 11,33 tonnes d'eau (avec une tonne de 6 m³). Cependant, si la pénibilité du travail et le temps de remplissage diminuent, la quantité globale de travail est susceptible d'augmenter avec le nombre de voyages nécessaire à la vidange de la fosse. Ainsi, Au06 doit effectuer près de 6 heures de travail supplémentaire par vidange complète de sa fosse. Nous pouvons résumer ces différences dans le Tableau 5.5 ci-dessous.

		Ex. Au03 avec dilution minimale	Ex. Au09 avec dilution médiane	Ex. Au06 avec dilution maximale
Taux de dilution	en %	3,2 %	10 %	20 %
	en m ³	8	10	68
Volume de lisier annuel en m ³		160	570	340
Taille de la fosse à lisier en m ³		250	100	340
Dilution avec eau potable	temps écoulement en min par jour	0	2,5	45
	Volume ⁶⁸ en m ³		3,5	68
	Apport à la vidange en m ³	8	0	
Dilution par prélèvement en rivière en m ³		0	6,5	
Taille de la tonne à lisier en m ³		8	6,5	6
Nombre de voyages supplémentaires dus à la dilution	par fosse complète	1	1,5	11,3
	pour 100 m ³ de lisier	0,4	1,5	3,3
Nombre d'heures supplémentaires de travail dues à la dilution pour 100 m ³ de lisier produit ⁶⁹		0,20	0,75	1,65
Nombre d'heures supplémentaires de travail dues à la dilution pour le volume annuel de lisier produit		0,32	4,3	5,6

Tableau 5.5 : Récapitulatif de l'impact de la dilution sur le coût et le temps de travail

Cette dilution du lisier peut donc avoir un impact non négligeable sur le temps passé à épandre le lisier. À cela, il faut ajouter le temps passé à gérer cette dilution (remplissage, voyage et vidange des tonnes à lisier remplie d'eau, surveillance de l'écoulement de l'eau du robinet). Cette différence de temps de travail est en mettre en parallèle avec au moins trois aspects de chaque exploitation :

1. son niveau d'équipement ;
2. sa disponibilité en main-d'œuvre complétée par les périodes où celle-ci est mobilisée pour les travaux de nettoyage-épandage ;
3. ses objectifs agronomiques et/ou de valorisation agronomique des ses effluents d'élevage.

⁶⁸ Volume évalué pour un débit moyen du robinet de 12 L/min (débit moyen d'un robinet compris entre 10 et 18 L/min selon les installations)

⁶⁹ En moyenne, 2 à 2,5 voyages sont effectuées par heure dans cette région (Source A. Valat, Communication personnelle). Pour avoir une base de comparaison objective, nous avons pris 2 voyages par heure.

232. Les contraintes de l'environnement et leurs conséquences sur les règles de gestion des effluents

Les contraintes exercées par l'environnement et qui ont des conséquences sur la gestion des effluents sont nombreuses dans la région de l'Aubrac. Nous allons maintenant les détailler.

1. La culture céréalière peu présente dans la région et aux alentours (la paille est de ce fait disponible en faible quantité) combinée avec une gestion historique des effluents d'élevage sous forme liquide ont entraîné une préférence actuelle des exploitations vers un système lisier pour la gestion des effluents d'élevage.

2. La région Aubrac est caractérisée par un réseau hydrographique assez important la présence de zones humides, de captages et par des difficultés d'accès à de nombreuses parcelles agricoles (rochers notamment), d'où des restrictions assez nombreuses d'épandages du lisier dûes au respect de distances minimales par rapport à ces éléments hydrographiques).

3. La flambée des prix du foncier dans la région, à la location comme à l'achat (prix allant de 3 500 € et 9 400 € avec une moyenne de 6 400 €/ha (Agreste Midi-Pyrénées, 2006), en raison d'une forte volonté d'agrandissement des exploitations et de la présence de nombreux jeunes désireux de s'installer, entraîne parfois des structures d'exploitations complexes avec des parcelles éloignées, morcelés, voire les deux à la fois. Ceci ne facilite pas la gestion des effluents d'élevage, notamment en raison des distances qui peuvent devenir importantes.

4. Le contexte climatique particulièrement pluvieux (entre 1 000 et 1 600 mm d'eau répartis tout au long de l'année) et enneigé pendant la période hivernale entraîne une nécessaire couverture des fosses à lisier pour ne pas avoir à comptabiliser cette eau exogène dans la capacité de stockage nécessaire de la fosse à lisier. Pour cette raison, toutes les fosses à lisier se trouvent sous la stabulation, sous le hangar de stockage voisin de la stabulation ou bien plus rarement en extérieur et recouverte d'une chape de béton. Le contexte climatique hivernal souvent difficile (neige en quantité abondante bloquant fréquemment l'accès aux parcelles entre octobre et avril) rend délicates certaines périodes de gestion du lisier. La période fin février –début mars est ainsi particulièrement sensible. Les animaux étant hivernés depuis près de quatre mois, les fosses à lisier commencent à être pleines. Il s'agit pour les exploitants de gérer au mieux cette période de vidange nécessaire des fosses à une époque de circulation difficile et peu propice pour le développement de la végétation. Cela rend discutables les pratiques de dilution du lisier qui diminuent les capacités théoriques de stockage. La dilution continue entraîne une diminution des marges de manœuvre sur le volume produit en cas d'hiver difficile et prolongé. Il vaudrait mieux privilégier une dilution lors de la vidange qui laisse plus de marge de manœuvre dans de telles conditions.

233. Le rôle des documents d'enregistrement

Les documents d'enregistrement des pratiques ont désormais une importance fondamentale dans la vie des exploitations. Instruments de contrôle par excellence, ils sont peu appréciés des agriculteurs qui n'y voient qu'un outil administratif de plus, pénible à remplir, à destination de personnes qui ne connaissent rien à la réalité de leur exploitation. Nous allons détailler la forme et l'utilisation de ces documents.

2331. Format du cahier d'épandage

En raison d'une diffusion importante par la Chambre d'Agriculture de Lozère, tous les agriculteurs rencontrés possèdent ou ont eu entre leurs mains un « carnet d'enregistrement des pratiques à la parcelle culturale ». L'année est mentionnée sur la page du garde du cahier. Ce cahier édité en format A5 (une première version en format A4 a été diffusée auparavant) comporte quelques rappels :

- une page concernant les différentes réglementations auxquelles sont soumis les élevages en fonction de leur taille ;
- une page concernant la valeur fertilisante des engrais de ferme (d'après Bodet et al., 2001) ;
- deux pages rappelant les documents contractuels (enregistrements obligatoires) de la Prime Herbagère Agri-Environnementale (PHAE) ;
- une page sur les doses de fertilisation organique autorisées pour les parcelles déclarées en PHAE (d'après Bodet et al., 2001 ; Enita Clermont et Chambre d'agriculture du Puy-de-Dôme, 2001) ;
- une page de correspondance entre types d'animaux et nombre d'UGB pour les éleveurs soumis au PMPOA (Corpen, 1998 ; 1999 ; 2001).

Le cahier d'enregistrement proprement dit débute ensuite avec une page d'exemple pour faciliter la compréhension du mode d'utilisation recommandé (cf. Figure 5.13). Chaque page est constituée de deux tableaux superposés. Le premier tableau identifie la parcelle culturale (identification PAC graphique et nom), sa surface et sa nature (landes et parcours, prairie naturelle, céréales ou prairie temporaire). Un tableau permet ensuite de dater et de préciser chaque action ayant eu lieu sur cette parcelle : entrées et sorties d'animaux (type et effectifs à mentionner), fauche, travaux (révision des clôtures) ou entretien (coupe de nettoyage, entretien des haies...). Le second tableau concerne exclusivement les épandages organiques ou minéraux de synthèse. Il est demandé de préciser la date, la nature du produit et les quantités épandues. Les installations classées ou soumises au PMPOA doivent par ailleurs mentionner le délai et le type d'enfouissement lorsque cela est nécessaire.

EPANDAGES				
DATE	NATURE DU PRODUIT EPANDU	QUANTITES EPANDUES	Pour les ICPE ou PMPOA : enfouissement	
			Mode	Délais
25 mars	<i>fumier de bovin</i>	25 tonnes	<i>Labour</i>	24 heures
Pour les ICPE ou PMPOA : totaliser l'azote épandu :				

Parcelle culturale n° : _____	Ilôt n° : _____	Lieu dit : _____
Surface : _____ ha	Nature de culture: <input type="checkbox"/> landes et parcours <input type="checkbox"/> prairie naturelle <input type="checkbox"/> céréales <input type="checkbox"/> prairie temporaire	

PATURAGE / FAUCHES / TRAVAUX / ENTRETIEN					
DATE	Entrées	Sorties	TYPE D'ANIMAUX	EFFECTIFS	FAUCHES / TRAVAUX / ENTRETIEN
15 au 23 mars					<i>Révision clôtures</i>
6 juin	X		<i>Génisses</i>	7	
Pour les exploitations en ICPE ou PMPOA, totaliser les UGB pâturants sur la campagne					

Figure 5.13 : Exemple fourni dans le carnet d'enregistrement des pratiques à la parcelle culturale de la Chambre d'Agriculture de Lozère

En pratique, 8 exploitations sur 11 utilisent le carnet d'enregistrement des pratiques agricoles à la parcelle culturale de la Chambre d'Agriculture de Lozère ou un de ses équivalents (Carnet d'épandage des contrats C.T.E – Mesures Agro-Environnementales). Nous avons pu consulter un ou plusieurs cahiers d'épandage pour cinq de ces exploitations.

Nous distinguons trois modes d'enregistrement :

- L'enregistrement spatial puis chronologique des pratiques, en année civile et selon les normes recommandées ; il concerne les exploitations Au01, Au02 et Au07. Les pratiques sont enregistrées par parcelle culturale et par îlot, un îlot pouvant se retrouver plusieurs fois. À l'intérieur de chaque parcelle, l'enregistrement est chronologique du 1^{er} janvier au 31 décembre de l'année enregistrée. Ce mode d'enregistrement ne permet pas d'observer rapidement les apports sur une année culturale comme l'exemple présenté ci-dessous le montre (Figure 5.14). Ce document facilite le contrôle des pratiques et donne une base efficace pour discuter des pratiques de fertilisation avec l'agriculteur.

PRAIRIE				
EPANDAGES				
DATE	NATURE DU PRODUIT EPANDU	QUANTITES EPANDUES	Pour les ICPE ou PMPOA : enfouissement	
			Mode	Délais
05/04	Lisier	70 m ³		
10/04	Lisier	60 m ³		
24/04	Lisier	20 m ³		
27/04	Lithamo 12	200 Kg		
15/05	Lithamo 12	2400 Kg		
06/12	0-06-12 H	800Kg/ha		
Pour les ICPE ou PMPOA : totaliser l'azote épandu :				

Parcelle culturale n° : 5.1	Îlot n° : 5	Lieu dit :
Surface : 10 ha 50		
Nature de culture: <input type="checkbox"/> landes et parcours <input checked="" type="checkbox"/> prairie naturelle <input type="checkbox"/> céréales <input type="checkbox"/> prairie temporaire		

PATURAGE / FAUCHES / TRAVAUX / ENTRETIEN					
DATE	Entrées	Sorties	TYPE D'ANIMAUX	EFFECTIFS	FAUCHES / TRAVAUX / ENTRETIEN
29/06					Fauche
30/06					Fauche
18/09	x		10 couples		
25/09		x	veau	1	
09/10		x	3 veaux 1 vache		
04/12		x	Totalité		
Pour les exploitations en ICPE ou PMPOA, totaliser les UGB pâturants sur la campagne					

Figure 5.14 : Page extraite du carnet d'enregistrement des pratiques d'Au02

- L'enregistrement spatial puis chronologique des pratiques, en année civile et de manière désordonnée (cas de l'exploitation Au03) ; les pratiques sont enregistrées par îlot complet puis par parcelle culturale par opération selon l'ordre chronologique. Sur une même page, nous trouvons une multitude d'informations difficiles à distinguer les unes des autres et pouvant se trouver à plusieurs endroits (cf. Figure 5.15). Cela entraîne des confusions dans la compréhension des pratiques, notamment sur les surfaces concernées par celles-ci. L'exploitant utilise également des post-it pour ne pas oublier d'enregistrer des pratiques.

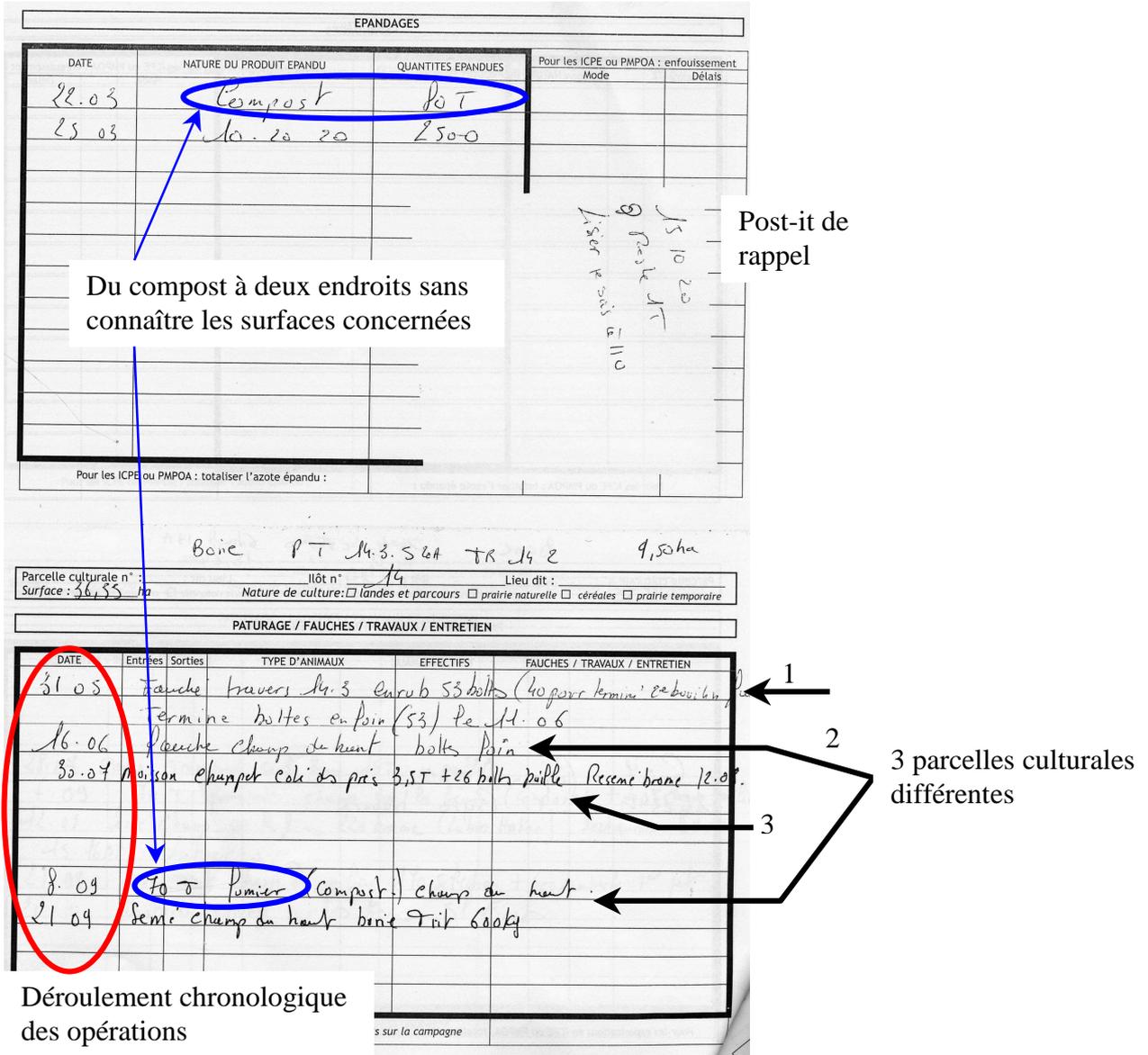


Figure 5.15 : Page extraite du carnet d'enregistrement des pratiques d'Au03

Cette confusion peut s'expliquer par le délai entre les pratiques effectuées sur le terrain et leur enregistrement. Au03 a ainsi enregistré les pratiques de 2005 en novembre 2006 soit plus d'un an et demi après certaines pratiques. Les traces écrites peuvent avoir été perdues ou difficiles à relire ce qui complique la saisie. L'agriculteur ne saisit pas, par ailleurs, l'azote total épandu ou les UGB ayant pâTURé sur la campagne ce qui peut lui être préjudiciable lors d'un contrôle.

Si le cahier d'épandage est tenu, son analyse demande un temps important, trop important pour que l'agriculteur puisse juger facilement de l'intérêt de ses pratiques, y compris avec l'aide d'un interlocuteur extérieur. La manière de saisir ces pratiques peut lui être reprochée lors de contrôles.

- L'enregistrement chronologique puis spatial des pratiques, en année culturale et selon les normes recommandées (cas de l'exploitation Au04) ; l'exploitant a choisi de simplifier les enregistrements en enregistrant une fois par mois environ ses pratiques. Cette approche chronologique puis spatiale peut créer des problèmes de doublons lorsqu'une parcelle reçoit plusieurs épandages organiques et minéraux. Dans l'exemple de la Figure 5.16, le doublon est facilement visible, les enregistrements se suivant à un mois d'écart. Une page d'écart entre les saisies, des apports combinés d'effluents organiques et d'engrais minéraux ou des saisies nombreuses complexifient fortement l'interprétation globale des apports. Nous pensons que cela freine l'évolution des pratiques de fertilisation vers une meilleure utilisation des éléments fertilisants disponibles.

2005

CARNET D'EPANDAGE - FEUILLE N° 6.

Date d'intervention	Unité de Gestion	Quantité ou volume	Nature de l'épandage
12/02/05	d jascette	18m ³	lisier (sur 0,75)
17/02/05	g faraque	30m ³	lisier (sur 2,70)
15/03/05	C1 la combe	6m ³	lisier (sur 1,16)
15/03/05	m Rieublet	96m ³	lisier (sur 1 hectare)
15/03/05	m chauxeng	6m ³	lisier (sur 0,43 hec)
16/03/05	ly Rieublet dévige	10m ³	lisier (sur 3,95 hec)
18/04/05	ly Rieublet dévige	40m ³	lisier (sur 3,95 hec)
18/04/05	C31 Abignouets	48m ³	lisier (sur 2,80)
19/04/05	ix Hagazouev	82m ³	lisier (sur 1,92)
15/04/05	g1 Abignouets	600 kg	Aggpot (2 hec)
15/04/05	a1 Pas Sulfure	4 200 kg	5.11.16.200 (7 hec)
15/04/05	my m2 Acetate	2 400	0.13.26 (11 hec)
16/04/05	my m2 Nardipale	2 400	10.7.16 (8 hec)
16/04/05	c Nance	600 kg	7.5.8 (3,96 hec)
16/04/05	g Faraque	300 kg	7.5.8 (2,70 hec)
17/04/05	j Champ grandant	300 kg	7.5.8 (1,35 hec)
17/04/05	ly Rieublet	800 kg	10.7.16 (4,23 hec)
17/04/05	ly Rieublet	1 800	10.7.16 (8,00 hec)

Contrat C.T.E. - Mesures agroenvironnementales - Année..2005.....

Doublon
(épandage sur une même parcelle)

Figure 5.16 : Page extraite du carnet d'enregistrement des pratiques d'Au04

En cas de contrôle, un travail transversal est nécessaire pour bien appréhender les pratiques parcelles par parcelles.

Deux autres exploitations ont utilisé le carnet d'enregistrement de la Chambre puis y ont renoncé, principalement en raison du changement de format (passage du format A4 au format A5). Ils utilisent à la place un « grand cahier personnel » où ils notent le même type d'information. N'ayant pu les consulter lors des enquêtes, nous ne pouvons confirmer leur existence et le mode d'enregistrement des données. S'ils sont tenus selon les normes recommandées, ces cahiers d'enregistrement ont le même résultat que le carnet d'enregistrement « officiel ».

La dernière exploitation utilise un grand agenda où toutes les opérations de toutes natures, effectuées au cours de l'année sont notées au jour le jour. Ce type d'enregistrement est proche de celui de l'exploitation Au04, les défauts étant renforcés par la multiplication des pratiques enregistrées.

Le carnet d'enregistrement de la Chambre d'Agriculture est performant dans la forme et dans le fond pour aider les agriculteurs à prévoir, saisir et améliorer leurs pratiques. Il comporte en effet des rappels réglementaires et techniques, et le mode de saisie est facilité par l'existence d'une page exemple. Il permet également, lorsqu'il est bien tenu, un contrôle facile des pratiques et la prescription d'améliorations. Le mode de saisie spatial puis chronologique est à conserver impérativement. Cependant, plusieurs points pourraient être améliorés sur la forme et le fond. Sur la forme, le format A5 est prévu pour emmener le cahier avec soi et faciliter la saisie. Si l'idée est bonne en théorie, les exploitants préfèrent en pratique le garder avec les papiers officiels et noter temporairement les pratiques sur un autre support. Dès lors, le format A4 n'est pas à exclure pour certaines exploitations. Pour éviter le rachat annuel d'un carnet d'enregistrement, certains agriculteurs photocopient une page restée vierge et enregistrent ensuite leurs pratiques. Un modèle informatique disponible sur le site Internet de la Chambre pourrait être intéressant. Sur le fond, les points sont :

1. La saisie en année civile ne permet pas une analyse agronomique par année culturale des apports issus des effluents organiques et des engrais minéraux de synthèse. Ce point ne peut qu'être difficilement amélioré, la législation demandant un enregistrement en année civile.
2. Chaque page devrait comporter une ligne récapitulative, même facultative, demandant le volume d'effluents organiques épandu par ha. Cela permettrait à l'agriculteur de constater facilement les écarts négatifs ou positifs par rapport aux prévisions comme nous l'avons montré pour Au07. Les propositions d'amélioration techniques et agronomiques seraient facilitées.

3. Le cahier d'enregistrement ne possède pas de page récapitulative des tonnages et volumes totaux apportés chaque année. Même si cette page était facultative, elle pourrait être incitative et permettre aux exploitants un meilleur retour sur leurs pratiques, notamment d'une année sur l'autre.

L'enregistrement informatique des pratiques n'est que peu diffusé dans les exploitations enquêtées. Seul l'exploitant Au10 faisait enregistrer les données par son épouse sur un logiciel dont il n'a pas su donner le nom. S'il invoque une meilleure réactivité lors de l'épandage en pouvant consulter son Palm-Pilot, l'impression persistante est celle d'un outil peu maîtrisé à côté de l'enregistrement papier.

2332. Fréquence des enregistrements

La fréquence des enregistrements est fortement variable suivant les exploitations, allant d'une mise à jour théoriquement quotidienne pour Au08 à une inscription au mieux annuelle (Au03 et Au05 par exemple). La fréquence de mise à jour du cahier d'épandage semble augmenter avec la présence d'une femme et/ou d'une personne de moins de trente ans parmi les exploitants. Ces personnes sont en effet le plus souvent chargées de la gestion administrative de l'exploitation, gestion qui comprend notamment la mise à jour des informations portant sur la gestion des effluents d'élevage. Cette prise en charge s'est en particulier confirmée au cours du déroulement de mes enquêtes. Lors de la prise de contact avec les exploitants, la personne s'occupant de l'aspect administratif répondait d'abord aux questions de l'enquête. Lorsque le questionnaire arrivait à des questions plus techniques (telles que les périodes de vidange), il était souvent nécessaire de changer d'interlocuteur et d'aller quérir la personne qui effectue les pratiques d'épandage pour obtenir les réponses souhaitées.

Ce constat nous amène à trois réflexions. D'une part, l'existence de deux niveaux d'informations, l'un créé par la personne qui effectue les pratiques, l'autre par la personne qui les saisit, peut éventuellement créer des décalages ou des lacunes dans les informations saisies. Il s'agit typiquement de marquer une tonne à lisier complète alors que la vidange s'est finie sur la parcelle voisine (lacune d'information) ou de mentionner une seule date pour un épandage de lisier s'étant prolongé sur une semaine (décalage temporel). D'autre part, la personne ayant effectué les pratiques, comptabilise les épandages en tonneaux ou en épandeurs par parcelle. En ne saisissant pas les données, elle n'a pas l'occasion d'avoir un retour sur ses pratiques en volume ou en tonne.

Cette différenciation nous incite également à penser que le rôle attribué au cahier d'épandage est celui d'un instrument de contrôle et non d'un instrument de pilotage. Les agriculteurs admettent fréquemment, une fois la confiance installée, que les données peuvent être modifiées pour répondre aux normes. En cas de vérification, le contrôleur se voit ainsi présenter des données complètes et cohérentes entre elles. Notre étude des cahiers d'épandage montre cependant que cette mise en

cohérence n'est bien souvent que partielle et qu'il peut subsister ponctuellement des problèmes. A contrario, le pilote ne peut pas forcément y retrouver ce dont il a besoin pour moduler, la fois suivante, son pilotage en fonction de la fois précédente. Il existe enfin des informations non enregistrées ni communiquées, propres à la mise en place et à l'exécution des chantiers. Une partie de ces informations a pu être récupérée au cours de nos enquêtes.

2333. Une faible utilisation des références

(i) Des références peu utilisées pour calculer les doses nécessaires

Alors que des références de composition et de doses d'épandage sont disponibles dans le carnet d'enregistrement, seuls deux exploitants revendiquent leur utilisation pour le calcul des doses apportées par hectare. Deux autres exploitants utilisent des références extérieures à celles fournies par la Chambre d'Agriculture (données issues du BTS d'un fils pour l'un et de journaux agricoles pour l'autre). Deux autres exploitants raisonnent leur fertilisation avec l'aide d'analyses de sol, complétées pour l'un par l'appui du vétérinaire local. Trois exploitants (Au04, Au06 et Au09) s'appuient sur le technicien de la coopérative qui vend les engrais « nécessaires ». Les deux derniers exploitants revendiquent l'expérience comme seul critère de référence valable : « *rien ne vaut l'expérience, les infos ne correspondent jamais...* ».

Le raisonnement de la fertilisation avec le technicien de la coopérative pose le problème de l'indépendance des conseils. Même s'il fait son travail objectivement en s'appuyant sur des données techniques, le technicien a souvent tendance à calculer les besoins pour assurer un rendement maximal des prairies ou autres cultures. Or, la plupart des exploitations sont autonomes au niveau fourrager ce qui entraîne un gaspillage des éléments fertilisants. De plus, les formulations employées, telles que les engrais ternaires riches en phosphore et potassium, se cumulent avec l'emploi d'effluents d'élevage eux aussi riches en phosphore et potassium.

(ii) Des références utilisées pour rester dans les normes autorisées

D'après les agriculteurs, l'enregistrement des données dans le carnet se fait en respectant les doses maximales d'apport autorisées⁷⁰. Pour cela, 5 exploitants sur les 8 utilisant le carnet « officiel » écrivent les informations d'épandage sur un cahier personnel ou une feuille volante avant de le reporter proprement et « dans les règles » sur le carnet d'enregistrement. L'exploitant contrôlé et sanctionné pour une mauvaise tenue du cahier d'épandage fait partie de ces derniers. S'il est parfois possible d'accéder au carnet d'enregistrement officiel⁷¹, il ne m'a en revanche jamais été possible de voir l'un de ces enregistrements officiels. Là encore, cela évoque deux niveaux d'informations :

⁷⁰ Nous avons vu que ce n'est le cas que pour la moyenne des apports de lisier ou de fumier de l'exploitation. Ces apports peuvent dépasser ponctuellement les volumes communément admis (soit 20 à 25 m³/ha en lisier et 20 à 30 t en fumier).

⁷¹ De nombreux exploitants n'ont pas souhaité nous confier temporairement leur carnet d'enregistrement des pratiques d'épandage en invoquant le plus souvent la nécessité de l'avoir sur place en cas de contrôle.

un niveau de contrôle apparent et potentiellement consultable et un niveau de pilotage, caché, généralement non accessible à un extérieur, comportant des informations spécialisées propres à l'exploitation. Ce niveau de pilotage peu accessible révèle une peur latente de jugement sur ses pratiques de gestion des effluents d'élevage. D'une certaine manière, chacun semble gérer ses « effluents » chez lui, comme il l'entend et sans que cela se sache ou que les autres y mettent leur nez.

Lors des enquêtes, nous obtenons tout d'abord le discours officiel, finalisé pour être cohérent et basé sur des données franches, facilement justifiables (capacité de stockage et du matériel d'épandage, surface épandable...). Il y a ensuite le discours « réel » qui consiste à reconstruire partiellement la réalité ; partiellement car il n'est jamais possible de récupérer totalement la réalité à moins de suivre au jour le jour les pratiques de l'agriculteur. Ce discours est reconstruit à partir d'éléments captés au cours de l'enquête, mais non enquêtés directement. Il reprend les mêmes principes que le discours officiel tout en essayant d'intégrer les marges d'incertitudes (durée de remplissage de la fosse, possibilités d'accès aux surfaces...) et les règles cachées de gestion (volonté de couvrir tout ou partie des surfaces, adaptation aux conditions climatiques, prise en compte des interactions avec le voisinage familial ou non...).

234. L'importance du matériel d'épandage

Le matériel d'épandage est un point crucial dans la gestion des effluents d'élevage. Il détermine les volumes transportés, les distances envisageables, les durées de travaux...

2341. Des tonnes à lisier de capacité moyenne, en propriété

La totalité des exploitants ont en propriété une tonne à lisier de capacité moyenne, comprise entre 5 et 8 m³, afin d'effectuer leurs épandages. Ces équipements sont de très petites tailles, y compris pour la région. En Auvergne, les cuves de plus de 10 m³ ont ainsi tendance à remplacer les matériels de 7 à 10 m³ (Cuma Auvergne, 2006). Trois des exploitants ont renouvelé récemment ce matériel en optant immédiatement pour un achat et pour des volumes transportés en augmentation. Cette politique d'augmentation est liée à l'éloignement des parcelles inscrites dans les plans d'épandage pour répondre à la réglementation en vigueur. Les exploitants préfèrent néanmoins du matériel de faible taille pour tenir compte des paramètres physiques de la région (pente et faible portance). L'utilisation d'un matériel en CUMA ou l'appel à une entreprise ne leur paraissait pas envisageable car « *il faut être réactif* ». Ces tonnes à lisier sont toutes équipées du système classique de buse palette. Aucun n'a mentionné de palettes inversées ou autres matériels diminuant les odeurs et la volatilisation de l'ammoniac.

Par ailleurs, trois exploitations utilisent une seconde tonne à lisier de moindre capacité (entre 2 et 5 m³) afin de permettre un épandage sur des parcelles à contraintes. Deux de ces tonnes permettent l'épandage du lisier sur des parcelles à faible portance sans dégrader outre mesure la prairie et sur

des parcelles en pente sans risquer le renversement. Le dernier exploitant a équipé sa tonne de 5 m³ d'une buse coudée afin de permettre un épandage dans les parcelles en pente, depuis le haut de la parcelle, sans avoir à s'engager dans la pente. Ce matériel reste néanmoins utilisé sur de faibles surfaces en raison d'un coût supérieur de travail par rapport aux tonnes à lisier de plus grande capacité.

Globalement, le type d'équipement employé en propriété est révélateur du niveau de pilotage caché qui les amène à gérer leurs effluents d'élevage dans un « chacun chez soi ». Il semble exister une volonté de gestion discrète et très réactive (comme le montre l'exemple d'Au07 en 2006 face aux conditions climatiques difficiles). Cette gestion est probablement très peu programmée à l'avance : « *on décide la veille pour le lendemain* », tributaire des périodes de disponibilité en travail ou d'impératifs techniques non différables tels que « la fosse est pleine ». Si l'anticipation semble fréquente en automne avant la rentrée des animaux, elle n'est plus systématique une fois l'hivernage débuté.

Par ailleurs, selon le principe de chacun sa « gestion de ses effluents », les exploitants semblent peu disposés à partager ce type d'outil (travail en CUMA), soit en raison d'un éventuel risque de contamination, soit parce que cette gestion est en fait très personnelle et donc non partagée.

Le partage du coût de ces équipements est pourtant intéressant en CUMA. Le matériel acheté près de 11 500 € est amorti en moyenne en 8,8 ans avec 45 voyages annuels (Cuma Auvergne, 2006). Cela revient en moyenne à 4,13 € par voyage dont 3,10 € d'amortissement. Prenons l'exemple d'Au02 qui a acheté sa tonne à lisier de 5 m³ en 2005. Il a épandu 530 m³ soit 106 voyages avec un taux de remplissage de 100 %. Pour une durée d'amortissement identique, il n'aura transporté que 4 664 m³ contre 21 680 m³ en CUMA. Son matériel est donc difficilement amorti, l'agriculteur payant sa sous-utilisation.

2342. Volume de remplissage des tonnes à lisier

Le volume réellement épandu sur les parcelles peut-être inférieur au volume noté comme épandu en raison d'une sur-estimation du taux de remplissage de la tonne à lisier. Ce taux peut en effet varier entre 70 et 95 % selon l'inclinaison de la tonne au remplissage, la présence de dépôts en fond de tonne, la fluidité et l'homogénéité du lisier ainsi qu'avec la conception du matériel (compresseur, bras...) et des installations (Fédération départementale des Cuma des Landes et al., 2005 ; Chabalière et al., 2006 ; Salmon et Le Gad, 2006). Une telle variation entraîne des écarts de volumes de lisier transportés allant de 4,2 à 5,7 m³ pour une tonne à lisier de 6 m³. Chez l'exploitant Au01, le volume épandu mesuré en tonnes à lisier variera ainsi entre 175 et 240 m³/ha au lieu des 252 m³/ha annoncés.

2343. Qualité de l'épandage avec une buse palette

La buse-palette (dite « queue de paon ») est l'équipement le plus courant sur l'Aubrac, probablement en raison de son faible prix. Le jet liquide sortant de la buse est éclaté par la palette qui projette alors le liquide sous forme d'une nappe qui tend à se vaporiser et à diffuser les « mauvaises odeurs » (Thirion et Chabot, 2002). La largeur de travail, comprise entre 6 et 12 mètres, dépend de la pression de réglage et du bon positionnement initial de la buse (Salmon et Le Gad, 2006). Ce matériel, même s'il a été perfectionné avec les buses ras de sol ou les buses de précision, souffre de défauts importants. La fixation de la buse ne permet pas tout d'abord un calage précis dans les plans horizontal et vertical. Il y a alors décalage sur le côté du jet d'épandage comme le montre la Figure 5.17 (Thirion et Chabot, 2002).

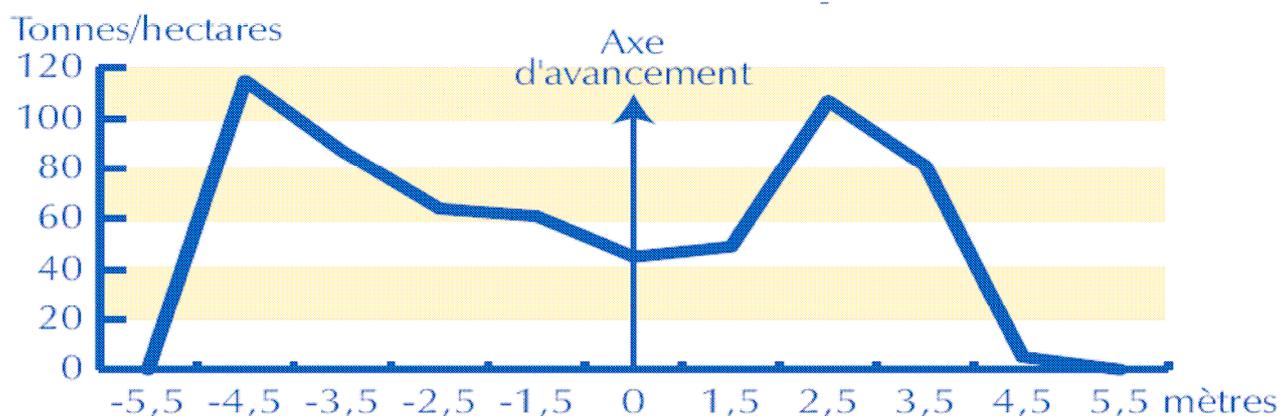


Figure 5.17 : Exemple de répartition transversale d'une tonne à lisier avec buse palette (Chambre d'Agriculture d'Aquitaine, 2007)

Comme on peut l'observer sur la Figure 5.17, ces buses ont un profil caractéristique en M qui donne très peu de tolérance aux recouvrements. Si les recouvrements sont trop serrés, il y a cumul des pics latéraux et surdosage. Le sous-dosage est obtenu en l'absence de recouvrement. Les buses palettes sont par ailleurs très sensibles au vent. Les coefficients de variation de la répartition transversale vont ainsi de 16 à 40 %, soit la plus forte variation observable.

Parmi les avantages, les buses palettes sont peu coûteuses et simples à utiliser. Elles acceptent par ailleurs tout type de lisier, même les plus épais (Salmon et Le Gad, 2006), ce qui est primordial en Aubrac au vu des lisiers utilisés.

2344. Un fumier épandu à moindre coût

Il nous faut distinguer deux cas : 8 exploitations utilisent leur fumier comme un fertilisant organique pour les parcelles et 3 exploitations destinent leur fumier à une autre utilisation (fertilisation du jardin, comblement de trous dans les parcelles⁷²). Nous ne reviendrons pas sur ces dernières.

⁷² Cette anecdote est véridique. L'exploitant a ainsi indiqué se servir du fumier pour boucher les trous créés par l'enlèvement de rochers sur ses parcelles. Le fumier se dégrade « en terre et comble le trou ».

Parmi les 8 exploitations qui gèrent leur fumier, l'exploitation Au03, productrice d'une quantité importante de fumier, le composte à l'aide d'un vieil épandeur avant de l'épandre à l'aide d'un autre épandeur récent (2 hérissons verticaux) et de grande capacité (10 t), disponible via une CUMA. Pour toutes les autres exploitations, l'épandage du fumier doit se faire avant tout à moindre coût et après un vieillissement du fumier durant entre 2 et 5 années. Pour cela, deux exploitants font appel à une CUMA avec un épandeur récent (2 hérissons verticaux) et de capacité moyenne (6 t), un exploitant fait appel à un voisin comme prestataire de services (épandeur récent de capacité 8 t), et un exploitant emprunte un épandeur ancien (épandeur de 3 t) à un voisin en échange de main-d'œuvre. Les trois exploitants restants épandent leur fumier avec un épandeur ancien (hérissons horizontaux) de faible capacité (2 à 4 t) en propriété.

Alors que pour l'épandage du lisier, le matériel en CUMA semblait prohibé, les exploitants n'hésitent pas à l'employer pour l'épandage du fumier. Cela leur permet d'utiliser du matériel récent équipé de 2 hérissons verticaux. Ce type de matériel permet d'épandre sur 5 à 10 m de largeur avec des doses inférieures à 30 t. Il est adapté au fumier frais même pailleux et au compost avec une bonne répartition transversale. Les autres exploitants utilisent un matériel en propriété peu performant avec une faible largeur d'épandage (2-3 m) et des risques de surdosage en raison d'une mauvaise répartition transversale. C'est le matériel le moins performant qui puisse être employé (Salmon et Le Gad, 2006).

235. La gestion des effluents : une prérogative masculine

Les interprétations qui suivent ont été également retrouvées sur les territoires de Millau et du Sancy.

2351. La gestion administrative aux femmes, la pratique aux hommes

Dans les cinq exploitations comportant des femmes, la gestion des effluents d'élevage est une prérogative masculine, aussi bien dans les phases de production que d'épandage. Cet état de fait est confirmé par les déclarations de certains exploitants. Si Au06 estime ainsi que ce ne sont pas « *des travaux pour une dame* », Au05 évoque le même genre d'idée quand il explique que la tâche est suffisamment rebutante pour ne pas l'imposer à sa femme. Mais est-ce le partage des tâches issu de la tradition, ou la galanterie, qui s'impose lorsqu'il s'agit de la gestion des effluents d'élevage ? D'après Biche et al. (2003) dans leur étude sur les obstacles au travail des femmes dans l'agriculture, l'héritage du passé pèse considérablement sur la répartition des tâches « masculines » et « féminines » et donc sur l'organisation du travail des exploitations. Les hommes s'occuperaient des travaux techniques et d'extérieur (mécanique, travaux de la terre, achat d'engrais) et prendraient les décisions (Biche et al., 2003). Les femmes seraient cantonnées aux travaux d'intérieur comme les soins aux animaux (Desbrugères, 1997), les services (Bourlet, 2002) ou la gestion administrative de l'exploitation, travail ingrat, mal perçu par les agriculteurs, mais néanmoins indispensable (Lambert, 2006).

Cet aspect ségrégationniste entre la gestion administrative faite par les femmes et la gestion « pratique », faite par les hommes, des effluents s'est bien ressenti au cours de nos enquêtes. En effet, la gestion administrative des effluents est faite par des femmes dans 9 des 11 exploitations enquêtées. Sur les 4 exploitations comportant de la main-d'œuvre féminine à temps complet, trois enquêtes ont débuté en leur présence, dont deux en leur présence exclusive. Sur les cinq autres exploitations, ce sont les femmes des exploitants qui assurent majoritairement la gestion administrative des effluents. Pour 4 de ces 5 enquêtes, elles ont assisté à tout ou partie de l'entretien suivant leurs disponibilités. Le travail de ces femmes est, comme le disait Alice Barthez (1984), un travail invisible et pratiquement jamais comptabilisé. Si les femmes ont une connaissance administrative de la gestion des effluents, les hommes gardent la gestion « pratique ». Aucune remise en cause de cet état de fait, de cette répartition dite « normale » (Soriano, 2006), fondée sur la dépendance de la femme (Barthez, 2006), n'a été évoquée au cours de nos enquêtes.

Il faut également ajouter dans cette différenciation, les questions de temporalité et de temps de travail. Si l'on en croit (Mendras, 1967) ou (Rolle, 1998), l'agriculteur est maître de son temps une fois que les horaires et le temps de travail, fonction des tâches à accomplir, et es conditions climatiques sont prises en compte. Sans aucune misogynie, les femmes doivent s'occuper des tâches ménagères, en particulier la cuisine, qui interrompent avant midi, les tâches en cours. De ce fait, le chantier de curage ou d'épandage est interrompu, ce qui peut donner l'impression qu'il se prolonge dans le temps. Or, l'objectif des agriculteurs est de réaliser le chantier en un laps de temps le plus court possible, raison supplémentaire pour laquelle les pratiques de gestion des effluents d'élevage seraient dévolues aux hommes.

L'aspect galanterie invoqué par plusieurs agriculteurs ne serait donc dû qu'au poids de la tradition qui veut que « l'emploi de l'homme inclue les ouvrages les plus rudes, et ceux qui s'accomplissent dans les champs. L'emploi de l'épouse comprend des tâches qui s'effectuent aux alentours du logis, tâches qui s'intercalent avec les besognes domestiques (Rolle, 1998) ». Pour valider nos hypothèses d'une séparation des tâches due aux traditions, il aurait été intéressant d'enquêter une ou plusieurs exploitations gérées exclusivement par une femme ou par un couple ou l'homme travaille à l'extérieur. Nous n'avons pas eu cette occasion lors de nos enquêtes, ce qui est dommageable.

2352. Une gestion pratique différenciée entre père et fils

Lorsque deux générations d'exploitants (le père et le fils dans notre cas) sont présentes sur l'exploitation, nous avons pu fréquemment observer un partage des opérations de gestion des effluents d'élevage. L'exploitant le plus âgé prend en charge les opérations liées à la production et au stockage des effluents d'élevage (nettoyage des grilles, dilution) alors que l'exploitant le plus jeune s'occupe de la partie épandage. La jeune génération s'intéresse également aux valeurs fertilisantes des effluents d'élevage amenant parfois leurs parents à davantage réfléchir sur les

pratiques en place. Les exploitants les plus âgés évoquent pour ce partage des tâches un goût prononcé des jeunes générations pour « *faire du tracteur* ».

2353. Des pratiques peu valorisantes pour l'exploitant

La gestion des effluents d'élevage est vécue comme un acte nécessaire, mais peu valorisant pour les personnes. Ce n'est plus un mal nécessaire comme l'a évoqué Langlais (2003), mais une nécessité pour la survie technico-économique et sociale de l'exploitation. Nous entendons par-là que l'agriculteur revendique la valorisation de ces effluents comme un moyen permettant de produire du fourrage à moindre coût. Une gestion raisonnée est par ailleurs indispensable si l'on souhaite que l'exploitation s'intègre convenablement dans le milieu social environnant. Cependant, la gestion des effluents d'élevage est constituée d'une série de pratiques contraignantes et peu gratifiantes pour les personnes qui les effectuent. Nous avons ressenti lors de nos enquêtes un rejet partiel de ces opérations qui n'ont rien de noble ou d'intéressantes, au contraire, par exemple, de la fenaison.

24. Conclusion partielle

En Aubrac, le système de production des bovins allaitants avec production de lisier, stocké en fosse sous bâtiment, conditionne fortement les pratiques de gestion des effluents d'élevage avec dix exploitations concernées en totalité, la onzième, seulement pour partie. La différenciation des pratiques se fait essentiellement selon la nature du couvert végétal (prairie permanente, prairie temporaire, céréales) et le niveau d'intensification recherchée des parcelles.

Parmi les facteurs négligés lors de l'enquête et apparu à l'analyse des résultats, la dilution systématique du lisier est un point majeur pour faire évoluer les pratiques. Malgré une large diffusion du cahier d'épandage par la Chambre locale, l'enregistrement correct des pratiques demanderait un travail supplémentaire d'explication et de validation par les techniciens. Enfin, la gestion des effluents d'élevage semble réservée aux hommes et aux générations les plus jeunes pour des raisons essentiellement culturelles.

Après avoir présenté l'analyse des enquêtes de l'Aubrac, nous allons maintenant descendre plus au sud dans la région de Millau. Cette région calcaire, où les ovins laitiers règnent en maître avec la Lacaune, présente, elle aussi, des particularités intéressantes.

3. ANALYSES DES ENQUETES EN MILLAVOIS

31. Restitution d'une enquête, l'exemple de Mi01 : des ovins laitiers produisant du fumier à épandre sur cultures et prairies

311. Production et manipulation des effluents d'élevage

3111. Présentation de l'exploitation

M. et Mme Mi01 et leur fils élèvent environ 500 brebis pour une production laitière d'environ 1 350 hL par an, destinée à la fabrication de Roquefort. Ce GAEC en agriculture biologique (depuis 1990 pour les cultures, 1998 pour les animaux) exploite une surface de 155 ha sur les contreforts sud du Causse de Sauveterre à une altitude comprise entre 730 et 890 m (650 à 700 mm de pluviométrie). Les animaux sont alimentés exclusivement (hors concentrés) au foin, séché en grange à 100 %. L'exploitation a souscrit un C.T.E. portant sur la gestion extensive des prairies et sur la création des installations de séchage en grange.

L'activité agricole de l'exploitation est complétée par deux chambres d'hôtes et un gîte rural fonctionnant à l'année. Le gîte rural est occupé de manière continue du 15 mai au 31 octobre de chaque année, ainsi que pour les vacances scolaires et les week-ends. Le taux d'occupation moyen est estimé à 80 %. Une partie du travail de cette activité est assurée par une personne à tiers-temps.

3112. Les bâtiments d'élevage

(i) Description des bâtiments

Le bâtiment accueillant les animaux est à une trentaine de mètres des habitations du couple et du fils et des installations agritouristiques (cf. Figure 5.18). Le bâtiment principal se compose de 5 aires paillées de 180 m² chacune. À raison de deux aires pour les agnelles et trois aires pour les brebis en lactation, ce bâtiment peut loger environ 650 animaux. Une aire paillée de 90 m² sous un appentis adjacent accueille par ailleurs les béliers, animaux réformés, brebis vides et sert également d'infirmerie. La salle de traite et la laiterie sont également situées sous cet appentis. Les eaux blanches, issues de la traite, ne subissent pour l'instant aucun traitement et sont rejetées en l'état dans le milieu naturel. Un projet de bacs à roseaux pour filtrer ces eaux était en projet.

Le curage est effectué avec le tracteur et la fourche en propriété. Le fumier est stocké au champ ou sur une aire bétonnée de 625 m², construite en 2003 pour remplacer l'aire stabilisée (zone de roche affleurante), utilisée précédemment. La mise aux normes n'a cependant pas été complète pour des questions financières. Les jus issus du stockage du fumier s'écoulent ainsi par gravité dans le milieu naturel (fossé en contrebas). Le stockage au champ est notamment utilisé en période touristique pour ne pas garder à proximité des touristes une source potentielle de nuisances visuelles, olfactives et sanitaires (mouches), susceptibles de pénaliser l'activité agritouristique.

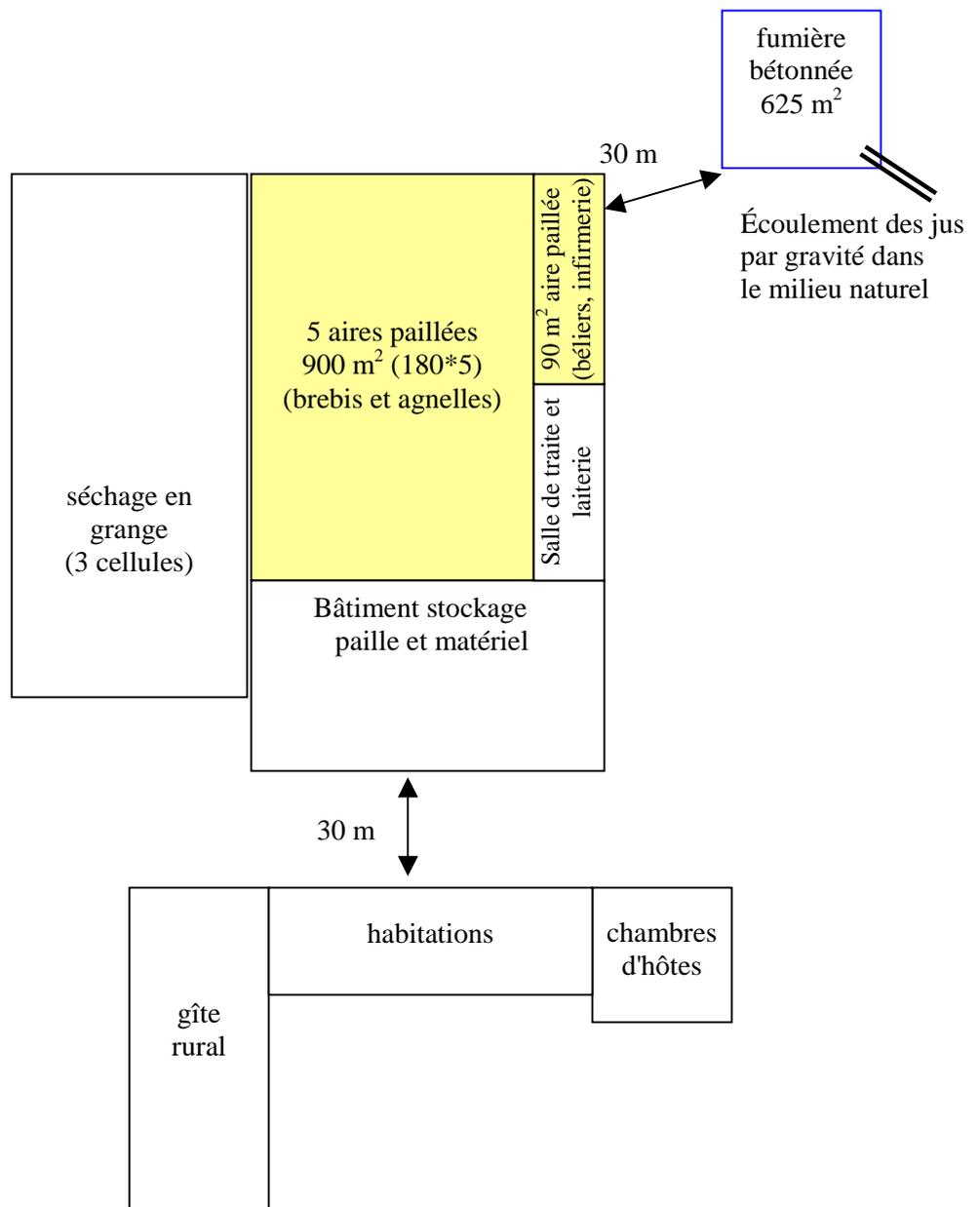


Figure 5.18 : Plan des bâtiments de Mi01

(ii) Calcul des quantités produites de fumier

L'agriculteur annonce avoir besoin de 775 à 825 t de fumier par an pour respecter ses prévisions d'épandage. Le calcul théorique de production nécessite un éclaircissement quant aux données utilisées pour ce calcul. Les élevages ovins n'étant pas concernés par la réglementation ICPE, les données sur la production annuelle de fumier sont peu nombreuses et très variables. Les données sur la production de fécès solides par les ovins sont plus nombreuses (Duval, 1991 ; Jeanmaire, 1999), mais nécessitent la prise en compte des quantités de paille apportées (Duval, 1991). Il est plus facile de partir de données tenant compte de cet apport de paille.

Lorsqu'il faut intégrer des quantités de fumier ovin dans un plan de gestion des effluents, le CORPEN utilise la norme d'une tonne de fumier produit par animal et par an (Corpen, 2006). L'exploitation disposerait alors d'environ 450 t de fumier par an⁷³ soit moitié moins que la production annoncée par l'agriculteur. Un travail effectué au Québec sur les quantités et les valeurs fertilisantes des fumiers ovins détaille les productions de fumier par type d'animaux et, pour les brebis, par stade physiologique (Diallo et al., 2002). Les résultats obtenus sont utilisés par le Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (2003) comme des normes de production. Le calcul théorique pour cette exploitation prévoit alors 550 t de fumier produit par an, ce qui est toujours inférieur aux estimations de l'agriculteur.

Une partie du fumier manquant est assurée par l'achat annuel, dans une exploitation extérieure, de 100 à 120 t de fumier, non labellisé agriculture biologique. Cet import respecte la législation sur l'utilisation des effluents d'élevage en agriculture biologique qui autorise en provenance de l'extérieur (Règlement CEE n°2092/91, 1991 ; Commission nationale des labels et des certifications, 2005 ; MAAPAR, 2005) :

- a) l'incorporation d'effluents d'élevage provenant de la production animale biologique en priorité
- b) l'incorporation d'autres matières organiques issues d'élevage, compostées ou non, en privilégiant :
 - les effluents issus d'élevages extensifs (en général sous forme de fumiers) ;
 - les effluents ayant subi un compostage ou autre traitement approprié (fermentation, aération, dilution, ...).
- c) l'interdiction des effluents d'élevage en provenance d'élevage hors-sol.

Le fumier acheté est payé 10 € par tonne, coût auquel il faut ajouter le transport compris entre 18 à 22 € par tonne lors de l'enquête. Pour 100 t de fumier, le coût donné par les agriculteurs est de 3 000 € chaque année, ce qui est cohérent avec les valeurs unitaires [$100 * (10+20) = 3\ 000$].

En ajoutant les 100 à 120 tonnes de fumier ovin achetées annuellement, l'exploitation disposerait de 650 à 670 t de fumier à épandre ce qui semble faible par rapport aux volumes nécessaires d'après les dires de l'agriculteur. Cette incohérence sera expliquée par la suite.

⁷³ Production théorique de fumier pour des brebis laitières :
(500 brebis * 1,25 t/an * 275 j en bâtiment + 15 béliers * 1,10 t/an + 150 agnelles * 0,52 t/an * 300 j en bâtiment) / 365

Le nombre réduit de curage (quatre par an) est à mettre en lien avec l'activité agritouristique (diminution, voire disparition des nuisances en période touristique) et la diminution de charge de travail ainsi obtenue. Le premier curage de janvier est effectué peu avant l'agnelage. Le curage de février est un curage de confort pour les animaux. Le troisième curage, en mai, intervient avant le début de la pleine période touristique. Le dernier curage de fin juillet permet d'alléger les nuisances, créées notamment par la présence des mouches, en évacuant le fumier des bâtiments, voire de l'exploitation (stockage éventuel au champ).

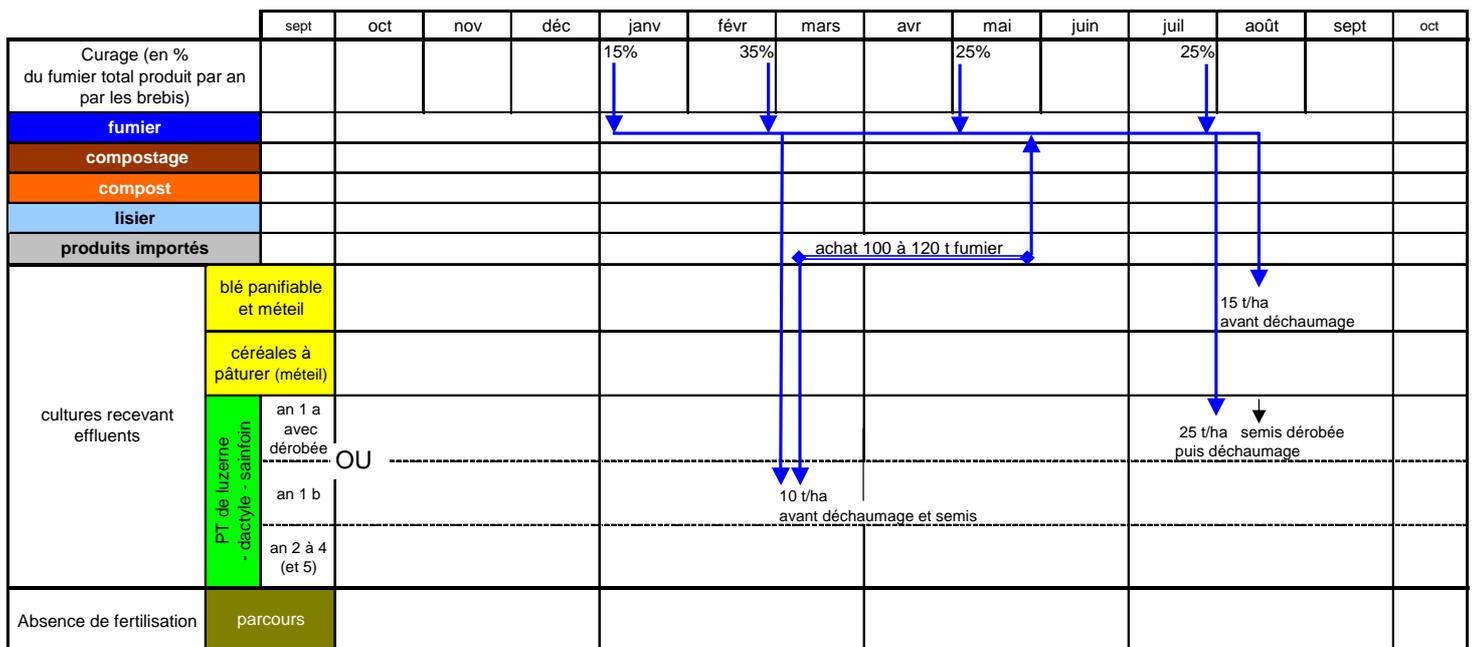


Figure 5.19 : Calendrier prévisionnel d'épandage des effluents de Mi01

312. Allocation des effluents d'élevage

312.1. Les surfaces exploitées

Avec seulement 3 ha en fermage, la quasi-totalité de la SAU est en propriété. Les parcelles les plus éloignées se situent à 3 ou 4 km des bâtiments, soit environ une vingtaine de minutes en tracteur. Les exploitants considèrent leur parcellaire comme groupé et pratique pour l'épandage car ils peuvent accéder à toutes leurs parcelles en évitant les routes. La SAU se décompose en cultures de blé panifiable destiné à la vente (6 %), prairies temporaires de luzerne-dactyle-sainfoin (42 %), céréales à pâturer (6 %), méteil⁷⁴ à pâturer ou en grains (13 %), parcours (26 %) et bois (6 %). Les prairies temporaires les plus éloignées sont destinées à la fauche, les plus proches sont réservées pour la pâture des brebis en lactation. Les prairies temporaires sont implantées pendant 4 à 5 ans. Le

⁷⁴ En France, la **dénomination "méteil"** est réservée au produit de la culture et du battage d'un mélange de blé et de seigle, mélange dans lequel le seigle entre pour la proportion de 50 % au moins, à l'exclusion de tout mélange de blé et de seigle effectué postérieurement au battage (article R. 621-119 du code rural).

Dans notre thèse, nous considérons, tout comme en Aveyron, que le méteil est un mélange de plusieurs céréales (blé, orge, avoine, triticale, épeautre...) et de légumineuses (vesce, pois...) sans conditions de proportions. Il sert de concentré pour les brebis laitières et peut être pâturé ou récolté en grains.

maintien de la prairie en 5^{ème} année se fait selon l'état végétatif observé ; s'il est non satisfaisant, la rotation est alors écourtée.

La surface potentiellement épandable représente 61 % de la SAU, les restrictions étant dues exclusivement à la pente d'après les agriculteurs. Ce sont les surfaces en parcours, bois, mais aussi en céréales à pâturer qui sont concernées par ces restrictions. Les exploitants ne sont pas concernés par les distances réglementaires d'épandage pour ce qui est relatif aux habitations et activités agritouristiques car les parcelles concernées sont non épandables. Des doutes peuvent être émis sur cette affirmation, des parcelles plates et épandables étant situées à proximité immédiate de l'exploitation et donc des bâtiments touristiques. En l'absence de rivières, de captages... l'exploitation n'est, par contre, pas concernée par les restrictions réglementaires liées à l'eau.

3122. Le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents

La gestion pratique des effluents est assurée par M. Mi01 et son fils. L'objectif majeur des exploitants est d'optimiser le pourcentage de terres couvertes chaque année avec des rendements fourragers et céréaliers suffisants pour satisfaire les besoins de l'exploitation. Ils ont ainsi opté pour la répartition du fumier disponible sur toutes les terres épandables de l'exploitation selon les cultures.

Les exploitants privilégient des apports importants de fumier (25 t/ha) en août – septembre sur les dérobées vesce – orge – avoine permettant d'assurer l'implantation, par la suite, des prairies temporaires de dactyle – luzerne - sainfoin. Le fumier restant (soit environ 300 à 400 t pour une dose apportée de 10 à 15 t/ha) est épandu avant déchaumage en août pour un semis de méteil ou de blé, un à deux mois plus tard. Cela permet selon eux d'obtenir l'équivalent « d'un compostage de surface » ou mulching. En cas d'excédent supplémentaire, le fumier est épandu à raison de 10 t/ha en mars-avril avant semis de la prairie temporaire de luzerne - dactyle.

La Figure 5.20 montre la fréquence des apports organiques. La première année de culture de blé ou de méteil (en grains ou à pâturer) bénéficie d'un double apport organique : celui issu du retournement de la prairie temporaire précédente et celui issu des 15 t de fumier. L'apport de fumier est répété pour les deux années suivantes en céréales. Le dernier apport de fumier à 25 t / ha en automne ou 10 t / ha au printemps (apport moindre pour ne pas déclencher de phénomène de faim d'azote à l'implantation de la culture) a pour objectif de faciliter l'implantation de la prairie temporaire. Aucun apport organique n'a ensuite lieu pendant les 4 à 5 ans de la prairie temporaire.

	année rotation	an 1					an 2					an 3					an 4					an 5 à 8				
	année culturale	juil	oct	janv	avril	juil	oct	janv	avril	juil	oct	janv	avril	juil	oct	janv	avril	juil	oct	janv	avril	juil	oct	janv	avril	juil
rotation n°1	cultures		blé ou méteil	méteil					méteil					dérobée vesce-orge-avoine	Prairie temporaire luzerne-dactyle - sainfoin											
	apports organiques fumier ovins		15 t/ha avant retournement	15 t/ha avant déchaumage					15 t/ha avant déchaumage					25 t/ha avant déchaumage et semis direct dérobée	an 5 à 8											
rotation n°2	cultures		blé ou méteil	méteil					méteil						Prairie temporaire luzerne-dactyle - sainfoin											
	apports organiques fumier ovins		15 t/ha avant retournement	15 t/ha avant déchaumage					15 t/ha avant déchaumage						10 t/ha après labour ou travail simplifié											

Figure 5.20 : Fréquences des apports organiques pour les différentes rotations pratiquées par Mi01

Globalement, les apports azotés sont assurés par le fumier, les restitutions au pâturage et surtout par la fixation symbiotique des légumineuses, présentes dans le méteil et la prairie temporaire. Les apports de phosphore et potassium sont assurés par le fumier et les restitutions au pâturage. Les exploitants estiment que ce sont les éléments les plus limitants pour le rendement des prairies temporaires en fin de vie.

Pour l'épandage, les exploitants ont à leur disposition trois épandeurs. Le premier épandeur, de 6 t et en propriété, est équipé d'un large essieu. La stabilité supplémentaire ainsi obtenue permet son utilisation dans les parcelles où la pente est supérieure à 10 %. Les deux autres épandeurs de 8 et 12 t sont en CUMA avec une vingtaine d'autres exploitants. Les épandeurs en CUMA sont privilégiés à l'épandeur en propriété car ils permettent un épandage plus rapide pour un moindre coût. Le choix de l'épandeur se fait donc selon la disponibilité du matériel et la pente des parcelles à épandre.

L'exploitant nous a confié ses cahiers d'épandage pour les années 2003, 2004 et 2005. Nous avons pu comparer le calendrier et la rotation prévisionnelles (cf. Figure 5.19 et Figure 5.20) avec les calendriers réels de gestion (cf. Tableau 5.6 et Tableau 5.7).

Année	Fumier utilisé en t	Surface totale épandue en ha	Part des PT / surface totale épandue
Prévisionnel	775	43	43 %
Réalisé en	2003	480	37 %
	2004	644	51 %
	2005	582	23 %

Tableau 5.6 : Comparaison des tonnages et surfaces prévisionnels et épandus en 2003, 2004 et 2005 chez Mi01

L'incohérence précédemment observée sur les tonnages de fumier utilisés est confirmée par le cahier d'épandage. L'agriculteur annonce avoir besoin de 775 t de fumier alors qu'il utilise en moyenne 570 t de fumier chaque année, ce qui est inférieur aux 650 à 670 t disponibles,

précédemment calculées. Parmi les explications possibles, l'achat de fumier peut ne pas avoir eu lieu notamment pour les années 2003 et 2005. Il se peut également qu'une partie du fumier utilisé n'ait pas été inscrite sur le cahier d'épandage, bien que les exploitants aient insisté sur la tenue au jour le jour du cahier d'épandage.

Les surfaces réimplantées en prairies sont plus importantes après des années climatiques difficiles ; 17 ha ont ainsi été implantés en 2004, suite à la sécheresse de 2003, contre seulement 9 ha en 2005). Cela corrobore les annonces de l'agriculteur quant au prolongement de l'implantation des prairies lorsque l'état végétatif est satisfaisant, état remis en cause par la sécheresse.

Année	Doses de fumier épandues avant PT (en t/ha)	Périodes d'épandage avant PT	Doses de fumier épandues avant méteil (en t/ha)	Périodes d'épandage avant méteil	
Prévisionnel	25	mars et août	10 à 15	août	
Réalisé en	2003	16,5	août et oct.	14 à 17	Sept.
	2004	18 à 30	avril, août, déc.	15 à 18	août et sept.
	2005	20 à 26	janv. et déc.	13 à 18	août et sept.

Tableau 5.7 : Comparaison des doses et périodes d'épandage prévisionnelles et épandues en 2003, 2004 et 2005 chez Mi01

Les doses réellement épandues sont globalement inférieures aux prévisions pour les prairies temporaires (21 t/ha) et supérieures pour les méteils (16 t/ha). La plus grande différence porte sur les périodes d'épandage. Alors que l'exploitant annonce seulement deux périodes en mars-avril et août, il épand son fumier sur trois à quatre périodes par an, périodes pouvant varier suivant les années. Pour le méteil, alors qu'il annonçait épandre en août afin d'avoir un effet mulching, le fumier est le plus souvent épandu mi, voire fin, septembre. L'activité agritouristique explique en grande partie ce décalage. Un épandage en août, au plus fort de la saison touristique, avec des températures élevées, peut créer des nuisances préjudiciables à l'activité agritouristique. Un épandage demande de plus de la main-d'œuvre à une période exigeante de ce point de vue. Pour l'implantation des prairies temporaires, les mêmes raisons peuvent être évoquées pour expliquer un décalage des périodes d'épandage de la fin de l'été vers l'automne et l'hiver (octobre, décembre et janvier).

313. L'enregistrement des pratiques

Afin de gérer au mieux les rotations, les exploitants utilisent une fiche d'état parcellaire de l'exploitation fournie par l'Office de gestion et de statistique de l'Aveyron. Ils disposent ainsi, parcelle par parcelle et année par année, des cultures en place et des opérations effectuées (labour, fauche, pâture des brebis...). Cela permet de connaître rapidement et instantanément les parcelles ayant reçu du fumier, celles qu'il faudra retourner, etc. Le cahier d'épandage est celui fourni par la Chambre d'Agriculture de l'Aveyron.

Le cahier d'épandage est tenu au jour le jour par les exploitants afin de limiter les oublis. Les données inscrites sont par ailleurs doublées dans un agenda qui recense toutes les opérations effectuées par les associés, chaque jour de l'année. Les exploitants notent le type d'épandeur utilisé, le nombre d'épandeurs de fumier et le tonnage correspondant apportés par parcelle. Si les teneurs des fumiers épandus sont connues suite à des campagnes de l'Association Vétérinaire Éleveurs du Millavois (AVEM), ces teneurs ne sont toutefois pas prises en compte dans la prévision des apports de fumier. Cette absence d'intérêt pour la valeur fertilisante des effluents s'explique par l'orientation agriculture biologique de l'exploitation. La fertilisation ne pouvant être faite qu'avec le fumier produit ou acheté, les exploitants ne se soucient aucunement d'une variation des valeurs fertilisantes des fumiers, tant que la fertilisation pratiquée permet d'assurer les rendements fourragers nécessaires au bon fonctionnement de l'exploitation.

32. Analyse des données par groupes d'exploitations, région de Millau

321. Dans le Millavois, une différenciation agronomique associée à une gestion de l'environnement social

Dans le Millavois, les huit exploitations enquêtées élèvent des ovins laitiers, avec comme contrainte majeure, la traite. L'effluent d'élevage majoritairement produit est un fumier pailleux, produit tout au long de l'année et facile à stocker en extérieur. Chaque exploitation doit également gérer les eaux blanches, issues de la traite. En raison d'une activité touristique très importante et de nombreuses résidences secondaires, le contexte social peut être très contraignant pour certaines exploitations. La présence d'activités agri-touristiques participe à cet état de fait. De nombreuses exploitations sont également confrontées aux habitants permanents, la principale source de conflits étant les mouches.

Les terres exploitées sont de deux sortes : les terres cultivables en céréales ou prairie temporaire et les surfaces non cultivables telles que les bois et les parcours, pâturés par les animaux. Cette dualité des surfaces entraîne globalement un transfert de fertilité horizontal des surfaces pâturées, peu productives, vers les surfaces en cultures. Ce transfert se fait par l'intermédiaire du fumier produit en bâtiment. Les terres cultivables peuvent être enclavées au sein de parcours. L'autonomie fourragère est essentiellement assurée par les céréales et prairies temporaires. Les rivières sont absentes sur le plateau karstique, mais présentes dans les vallées. Les contraintes sont donc différenciées suivant la localisation des exploitations. Les conditions climatiques difficiles telles que gel et neige sont peu fréquentes.

La gestion des effluents d'élevage est organisée autour de trois enjeux dont l'importance varie selon les exploitations. Le premier enjeu est la valorisation agronomique pour atteindre, ou du moins s'approcher, de l'autonomie fourragère. C'est l'unique enjeu présent sur toutes les exploitations enquêtées. Le second enjeu est la limitation des nuisances en lien avec la présence d'activités

agritouristiques et/ou de résidences secondaires. Le troisième enjeu est économique. Cet enjeu est double car il comprend d'une part, la maîtrise des charges économiques liées à l'utilisation des effluents (limitation du temps de travail, des coûts matériel...) et d'autre part, la valorisation économique des effluents. Ces deux branches ne sont pas nécessairement présentes sur une même exploitation. La clé de lecture permettant de distinguer plusieurs groupes d'exploitations tient compte de ces différents enjeux. Au contraire du lisier, le fumier est un produit plus « complexe », plus variable et plus malléable, qui laisse des latitudes quant à sa gestion : nombre de curages, durée de stockage, transformation en compost... Cela entraîne une diversité de pratiques de gestion plus forte qu'attendue qui nous a amené à distinguer 4 groupes d'exploitation.

322. Groupe Millau 1 : intensification de la production fourragère passant par une gestion organique complexe et le compostage

Le groupe Millau 1 (cf. Figure 5.21) est constitué de deux exploitations, Mi06 et Mi07 en agriculture conventionnelle. Les agriculteurs élèvent de 550 à 580 brebis laitières, à une altitude comprise entre 400 m (exploitation en vallée) et 850 m (exploitation sur le Causse). Mi06 comporte un bâtiment de gavage de canards loué à un autre exploitant agricole. Le prix de la location comprend la mise à disposition gratuite du lisier de canard ainsi produit. Mi07 importe occasionnellement des boues de la station d'épuration de la laiterie voisine. La fréquence des apports dépend de la tenue de son cahier d'épandage. Lorsque celui-ci est à jour, il peut demander des boues. Dans le cas contraire, l'apport lui est refusé. Ce produit est particulièrement intéressant par sa richesse en phosphore.

La SAU de 140 ha en moyenne comprend une centaine d'ha de prairies temporaires, 25 à 30 ha de céréales, les 10 ha restants sont composés de parcours et de bois. Avec 2,7 UTH / 100 ha de SAU, la main-d'œuvre est assez nombreuse et disponible. L'alimentation fourragère est composée majoritairement d'ensilage d'herbe et de 10 % de foin produit sur des prairies temporaires. Les concentrés sont issus des cultures céréalières de l'exploitation.

La SAU légalement épandable est comprise entre 75 et 90 % de la SAU totale. Hors parcours et bois non praticables, les restrictions sont distinctes suivant la localisation des exploitations. Sur le Causse, les restrictions sont dues à la présence d'habitations. Dans la vallée, les restrictions sont provoquées par la présence de rivières et de parcelles en pente. Le parcellaire est globalement groupé autour des exploitations. Seules les surfaces en parcours et bois sont éloignées ce qui n'influe pas sur l'épandage.

Les bâtiments d'élevage sont constitués de plusieurs aires paillées, facilement accessibles. Lorsque la hauteur en fumier est suffisante, le fumier est curé et stocké sur des aires rocheuses (dite stabilisée) à proximité immédiate des bâtiments. La fréquence importante des curages (7 à 8 fois par an) permet de maintenir un bon niveau sanitaire selon les exploitants.

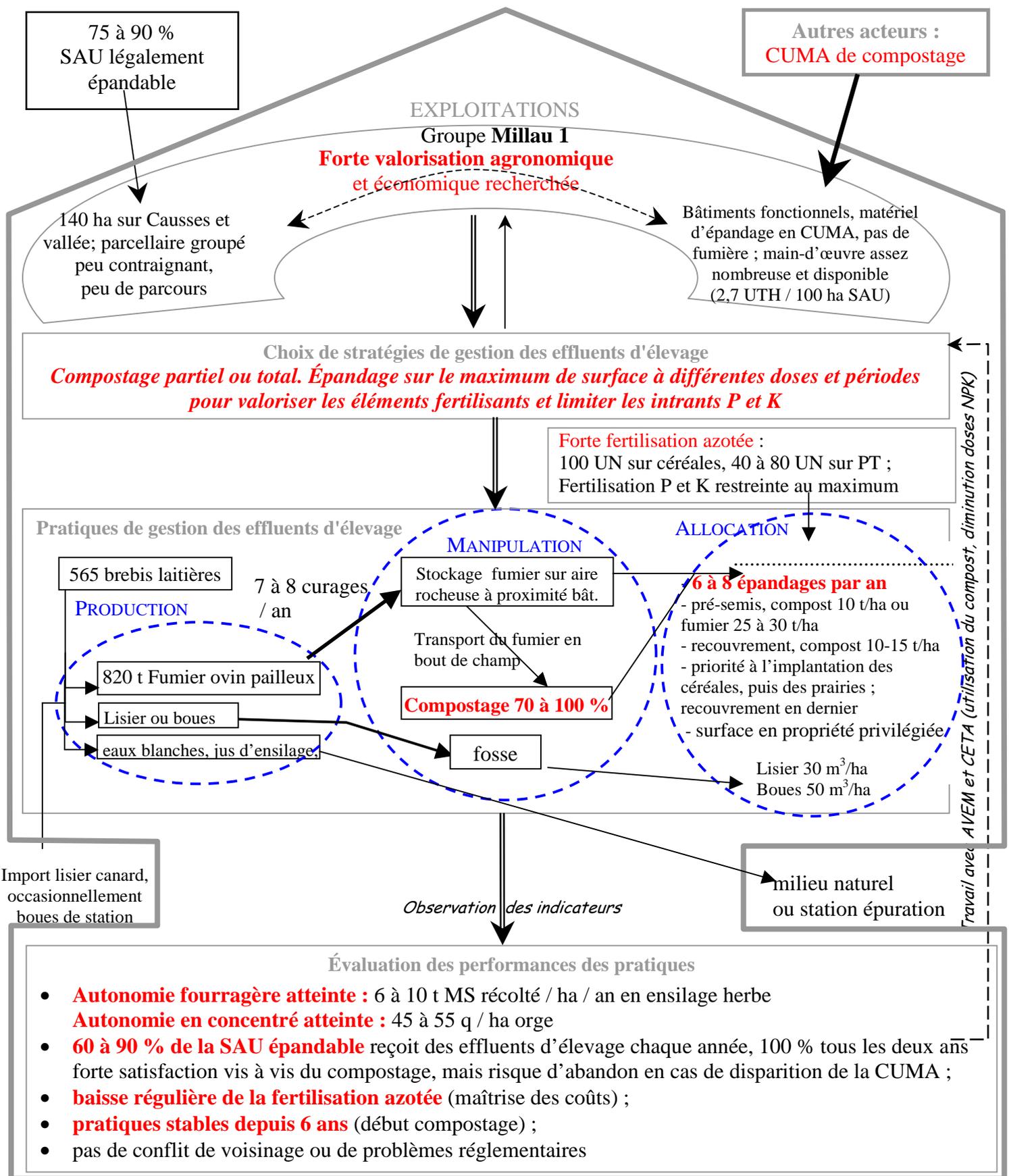


Figure 5.21 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Millau 1

Le premier curage annuel a lieu avant agnelage, comme sur toutes les exploitations enquêtées. Le fumier destiné à être composté, sera ensuite repris et mis en andain dans des champs à proximité. Cette reprise est coûteuse en temps et en argent, mais permet de laisser les animaux dehors, un minimum de temps. Le matériel d'épandage, de grande capacité (8 –10 t), est exploité en CUMA avec chauffeur.

Les eaux blanches, issues de la traite, sont rejetées directement dans le milieu naturel pour une exploitation et retraités dans la station d'épuration du hameau pour l'autre. Des projets de mises aux normes étaient en cours.

La fertilisation de l'exploitation est construite pour obtenir la valorisation agronomique et économique maximum des effluents d'élevage. Avec un chargement élevé (4 brebis / ha), il s'agit d'atteindre chaque année l'autonomie fourragère. Celle-ci est permise par l'emploi de l'ensilage, même si celui-ci pénalise le prix du lait de 0,04 €

Le compostage est revendiqué comme une technique permettant :

- un épandage plus facile et plus régulier,
- la limitation des risques, notamment sanitaires (absence de spores butyriques...),
- une diminution des surfaces non épandables réglementairement,
- une diminution des temps de latence entre épandage et pâture par les animaux.

Le compostage est assuré par une CUMA locale avec chauffeur. Cette CUMA est en difficulté suite aux désengagements de plusieurs adhérents, notamment les agriculteurs bio, non satisfaits par la technique. Les exploitants étaient inquiets vis à vis d'un arrêt de la CUMA s'ils ne retrouvaient pas de nouveaux adhérents. Le compostage a lieu en cours d'hiver lorsqu'il fait froid et que le fumier est encore humide. Un des facteurs explicatifs du désengagement de la CUMA a été le compostage du fumier en période estivale. La montée en chaleur du compost aurait été trop forte entraînant des réductions de volume de 80 à 90 %, trop pénalisantes pour les exploitants.

La fertilisation a été raisonnée avec l'aide de l'AVEM⁷⁵ et d'un CETA local. Elle s'articule autour du fumier et du compost qui servent de source principale en P et K. Pour assurer le rendement, les exploitants s'appuient sur une importante fertilisation azotée de synthèse à hauteur de 100 unités sur céréales et 40 à 80 unités sur prairies temporaires. La fertilisation P et K de synthèse n'est employée que sur les parcelles ne recevant aucun apport organique (parcelles pentues notamment). Les travaux avec l'AVEM et le CETA ont permis la mise en place du compostage et la production de références techniques et économiques. Celles-ci ont permis d'établir un dialogue plus constructif avec les technico-commerciaux en engrais de synthèse, en justifiant plus aisément les choix de fertilisation ainsi établis.

⁷⁵ Association Vétérinaires – Eleveurs du Millavois avec laquelle nous avons travaillé

Mi07 utilise le fumier avant implantation des céréales et des prairies à des doses comprises entre 25 et 30 t/ha (apport en avril et septembre). Pour une utilisation similaire, Mi06 épand le compost à 10 t/ha (apport en avril, août et septembre). En recouvrement des jeunes céréales ou des prairies, le compost est épandu à raison de 10-15 t/ha de janvier à avril et d'août à octobre. L'étalement des périodes d'épandage permet de répartir le travail au mieux dans l'année. Les périodes d'épandage ne sont pas forcément les plus adéquates (en particulier en fin de printemps), les exploitants comptent sur la régularité des apports pour avoir les meilleurs effets agronomiques. Mi06 s'est ainsi orienté vers un apport quasi annuel (90 % de la surface couverte) alors que Mi07, en raison de doses plus fortes, vise une couverture de la surface en 2 ans (60 % de la surface couverte / an). La Figure 5.22 montre la complexité de la gestion des effluents d'élevage chez Mi07. Le lisier et les boues sont épandues sur les prairies temporaires les plus intensives (dactyle, brome Ray-Grass) à raison respectivement de 30 et 50 m³/ha.

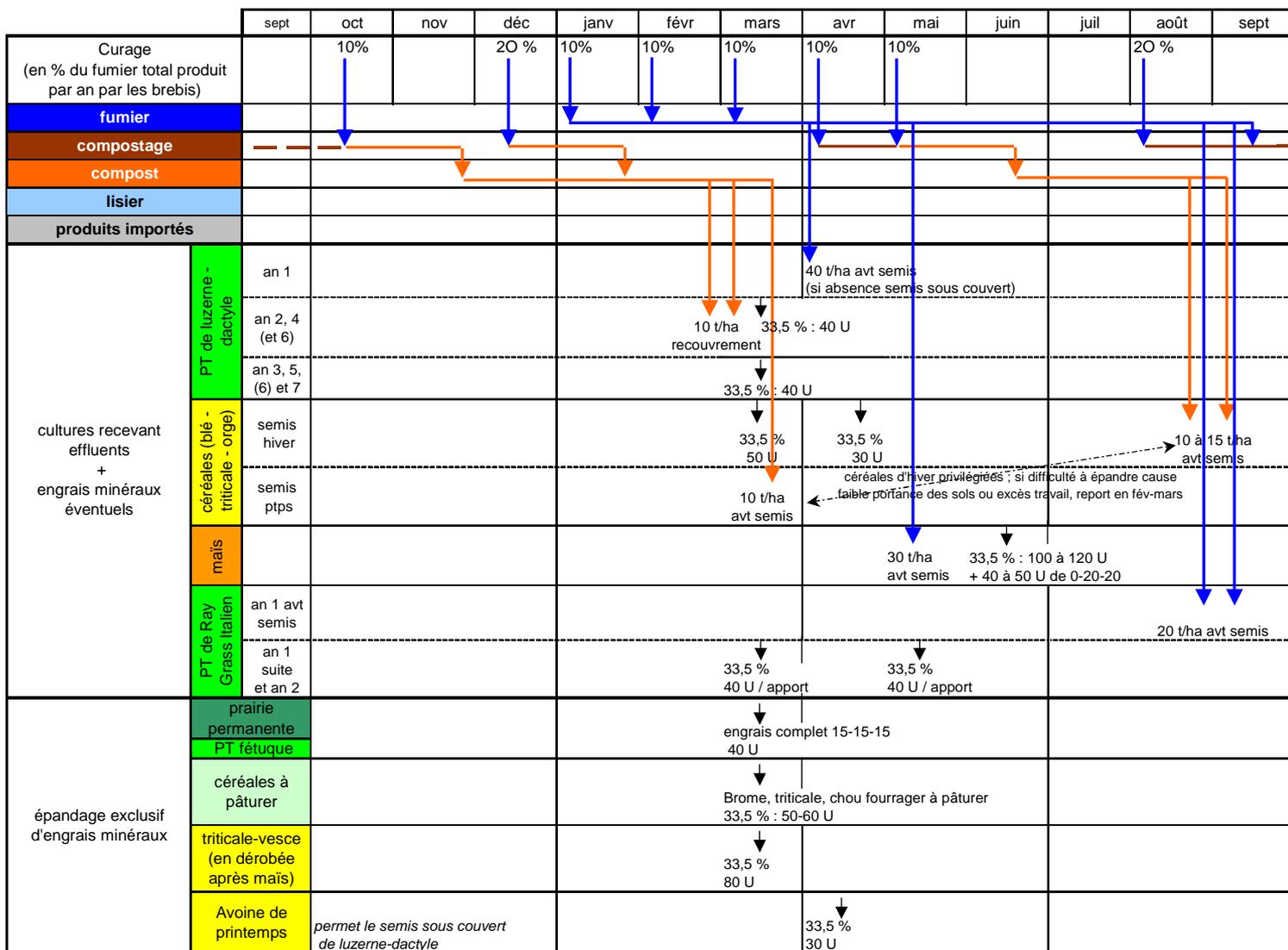


Figure 5.22 : Calendrier de l'utilisation des effluents d'élevage chez Mi07

La fertilisation actuelle est stable depuis les années 2000. Sur les deux exploitations, l'évolution des pratiques de fertilisation a eu lieu dans les années 1993-1996 avec l'installation des exploitants rencontrés. Auparavant, les pères des agriculteurs géraient le fumier « *comme des déchets* ». Ensuite, le fumier a été géré « *comme un fertilisant* ». Cette rupture importante avec la génération précédente n'a pas été bien comprise sur le moment. Par la suite, au vu des économies générées (environ 25 000 F/an, soit plus de 3 800 €), ce changement a été acquis.

Avec en moyenne 6 à 10 t de MS par ha et par an en ensilage d'herbe et 45 à 55 q/ha d'orge, l'autonomie fourragère et en concentré est atteinte annuellement, sauf année climatique exceptionnellement sèche comme 2003. Un achat de paille (30 à 60 t/an) est cependant nécessaire pour couvrir les besoins. En raison d'une surface épandable importante légalement et en pratique avec l'utilisation du compost, les exploitants respectent globalement la législation. La surface épandable est couverte en 1 à 2 ans.

Ils n'ont pas été confrontés à des conflits avec le voisinage ou à des problèmes réglementaires, hormis Mi06 et sa gestion des eaux blanches. Les pratiques recensées sont stabilisées depuis les années 2000, les exploitants montrant une forte satisfaction pour ces pratiques en place. Ce groupe d'exploitations est donc caractérisé par la valorisation agronomique exclusive du lisier et stable dans le temps.

323. Groupe Millau 2 : Des activités agritouristiques ou syndicales prioritaires entraînant la limitation du temps de travail, des charges et des nuisances liées aux effluents d'élevage

Le groupe Millau 2 (cf. Figure 5.23) est constitué de trois exploitations, Mi01, Mi03 et Mi04. Les agriculteurs élèvent de 320 à 500 brebis laitières, à une altitude comprise entre 600 m (exploitation en coteaux) et 800 m (exploitation sur le Causse). Mi01, en agriculture biologique, importe 100 à 120 t de fumier chaque année pour maintenir un niveau de fertilisation suffisant pour la durabilité de l'exploitation.

La SAU de 135 ha en moyenne est regroupée autour des bâtiments. Elle comprend 40 à 50 % de prairies temporaires, 20 à 30 % de céréales et 30 % de parcours et de bois. Avec 2,3 UTH / 100 ha de SAU, la main-d'œuvre est nombreuse. Elle est cependant peu disponible pour deux raisons. Mi01 et Mi03 comportent une importante activité agritouristique (camping à la ferme et gîte) fortement exigeante en main-d'œuvre. Mi04 a des activités syndicales fortement prenantes. L'alimentation fourragère est composée exclusivement de foin produit sur des prairies temporaires. Il est séché en grange chez Mi01 et Mi04, ce qui à l'année et d'après les exploitants, diminue le stress et la charge de travail consacré à l'alimentation fourragère. Les concentrés sont issus des cultures céréalières de l'exploitation.

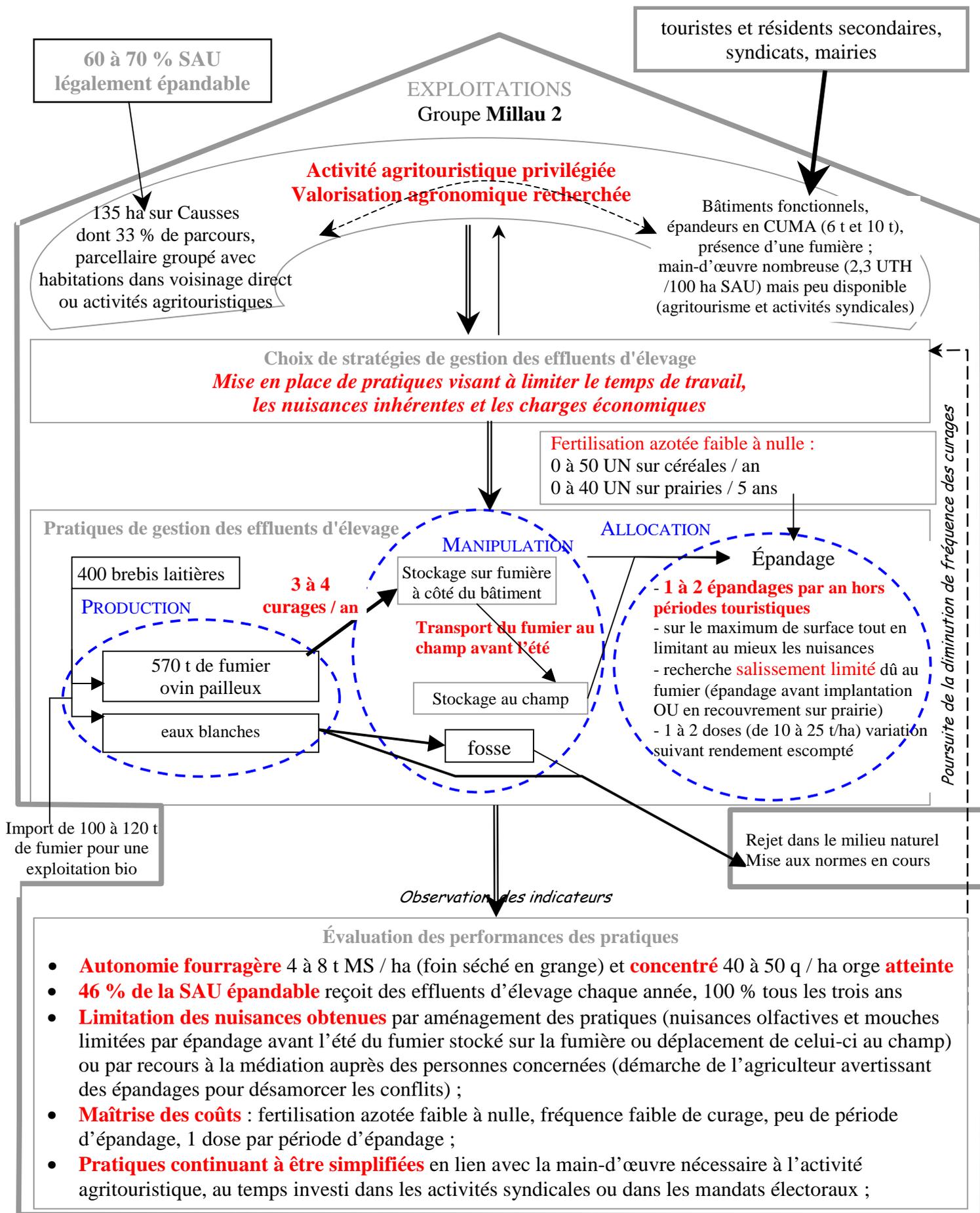


Figure 5.23 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Millau 2

La SAU légalement épandable est comprise entre 60 et 70 % de la SAU totale. Hors parcours et bois non praticables, les restrictions sont dues à la pente chez Mi01 et aux habitations chez Mi04. Les activités agritouristiques entraînent également des restrictions de distances, parfois non respectées en l'absence de touristes. Mi04 ne respecte pas les distances d'épandage liées aux habitations. Afin d'éviter tous conflits ou plaintes, il utilise une procédure de médiation avant tout épandage. Pour cela, il rend visite (ou dépose un mot) à chacun des habitants concernés. Il indique la date du futur épandage, les raisons de celui-ci (notamment, utiliser moins d'engrais minéral de synthèse), l'enfouissement sous 24 h du fumier épandu et s'excuse de la gêne pouvant être occasionnée. Avec cette méthode, il n'a jamais été confronté aux habitants, malgré une forte proportion de périurbains et de résidents secondaires. Une partie de ces habitants sont les anciens agriculteurs du site d'exploitation actuel, mais l'agriculteur préfère annoncer les épandages car « l'homme oublie vite » selon lui.

Les pratiques de gestion des effluents d'élevage chez Mi03 ont été fortement modifiées en 1999, date de création du camping à la ferme. Les exploitants souhaitent maximiser les possibilités de réussite de cette nouvelle structure en restreignant les nuisances olfactives et physiques (mouches en particulier) liés à la proche présence d'un élevage. Les curages ont été ainsi restreints au nombre de quatre ce qui serait un facteur diminuant la quantité de fumier disponible (cf. Figure 5.24).

		sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	
Curage (en % du fumier total produit par an par les brebis)						20%		50%		10%				20%		
fumier		[Diagramme de flux montrant le mouvement du fumier des curages vers les cultures et autres utilisations]														
compostage																
compost																
lisier																
produits importés																
cultures recevant effluents + engrais minéraux éventuels	PT de luzerne - dactyle	an 1							12-15 t/ha avt labour							
		an 2 et 4							sulfammo : 40 U KCl : 60 à 120 U		KCl : 60 U si besoin					
		an 3 et 5			10 à 12 t/ha en recouvrement											
	PT de mélange montagne	an 1								12-15 t/ha avt labour						
		an 2 et 4								ammo : 50 U super 45 : 45 U KCl : 60 U		33,5 % 50 U				
		an 3 et 5			10 à 12 t/ha en recouvrement					33,5 % 50 U						
épandage exclusif d'engrais minéraux	blé							33,5 % 50 U	33,5 % 50 U							
	orge d'hiver							33,5 % super 45 : 45 U de P KCl : 45 U de K	33,5 % 50 U							
Absence de fertilisation	prairie permanente															
	parcours															

Figure 5.24 : Calendrier de l'utilisation des effluents d'élevage chez Mi03

Une fumière a été créée en 2005 pour rendre l'exploitation « plus propre » en lien avec les visites régulières des campeurs. De même, le fumier vidangé en mai est déposé temporairement sur la fumière bétonnée pour être ensuite évacué et stocké au champ à une distance suffisante de l'exploitation (1 km environ). Le curage suivant n'aura lieu que fin septembre, une fois les derniers touristes partis.

Les bâtiments d'élevage sont constitués de plusieurs aires paillées, facilement accessibles. Lorsque la hauteur en fumier est suffisante, le fumier est curé et stocké sur des fumières aux normes (Mi01 et Mi03) ou sur une aire rocheuse (Mi04) à proximité immédiate des bâtiments. La fréquence faible des curages (3 à 4 fois par an) permet de restreindre le travail lié à cette opération et de le consacrer à d'autres travaux. Certains exploitants voisins ne comprennent pas une aussi faible fréquence d'épandage, peu courante dans la région. Pour eux, c'est une source d'ennuis sanitaires avec les animaux, la traite et la « chauffe du fumier ». Pour les trois exploitants, si le fumier monte beaucoup, il entame ensuite un « compostage naturel » et se tasse. La hauteur de fumier n'augmente alors que très peu et ne passe jamais dans les mangeoires. En 2008, Mi04 a emmené cette technique à son point le plus extrême en ne curant qu'une fois dans l'année sans constater aucune dégradation sanitaire sur son troupeau. Il faut néanmoins noter que pour éviter tout problème sanitaire, Mi04 est l'exploitant qui paille le plus dans notre échantillon.

Le compostage n'est pratiqué sur aucune des trois exploitations malgré l'adhésion à la CUMA de Mi03. Pour Mi04, la réduction de volume liée au compostage, seule raison valable selon lui, ne compense pas le surcroît de travail et la consommation de carburant lié à la mise en andain. En recherche de durabilité selon ses propres termes, cette technique ne lui semble pas adéquate. Mi03 a testé le compostage, mais n'a pas été convaincu par le gain de temps et le niveau d'assainissement obtenu. Étant donné qu'il n'avait effectué qu'un retournement avec un vieil épandeur, ses arguments sont recevables avec le produit ainsi obtenu.

Deux types d'épandeurs en CUMA sont présents sur ces exploitations. Un épandeur de petite taille (6-8 t) est destiné à l'épandage dans les parcelles en pentes. Le second épandeur de 10 à 12 t permet d'intervenir à moindre coût sur les parcelles plus plates.

Les eaux blanches, issues de la traite, sont rejetées directement dans le milieu naturel pour toutes les exploitations. Des projets de mises aux normes étaient en cours.

La fertilisation de l'exploitation est construite pour obtenir la valorisation agronomique des fumiers tout en limitant le salissement des parcelles et l'utilisation des engrais minéraux au maximum. Avec un chargement moyen de 3 brebis / ha, l'autonomie fourragère doit être atteinte annuellement. La fertilisation est construite à l'aide de bilans apparents et/ou en fonction des résultats des années précédentes. Elle s'articule autour du fumier, source unique en P et K. Pour assurer le rendement,

Mi03 et Mi04 fertilisent faiblement les céréales en azote à raison de 50 unités par hectare. Mi03 est le seul exploitant à apporter également 40 unités d'azote sur ses prairies temporaires. Chez Mi03 et Mi04, les deux exploitants font encore évoluer leurs pratiques vers une diminution de la fertilisation minérale de synthèse. Leurs pratiques se rapprochent donc fortement de celles de Mi01.

La gestion du salissement entraîne des pratiques différenciées d'utilisation du fumier. Chez Mi01 et Mi04, le fumier est utilisé avant implantation des céréales (15 à 20 t/ha en fin d'été) ou des prairies (20 à 25 t/ha en avril-mai ou en fin d'été). La différence entre Mi01 et Mi04 porte sur la durée de l'exposition à l'air libre du fumier. Alors que Mi04 épand en septembre et enfouit sous 24 h pour éviter tout conflit, Mi01 épand le fumier avant déchaumage en août et il le laisse à l'air libre pendant un à deux mois. Cela permettrait d'obtenir l'équivalent « d'un compostage de surface », type mulching. Aucun fumier n'est apporté sur les prairies en place car cela entraîne le développement d'adventices indésirables type rumex, le tassement des sols et une perte d'appétence des prairies due à la présence de fumier. La surface épandable est couverte annuellement à 40-45 %.

Mi03 revendique une technique contraire. Aucun apport de fumier n'est pratiqué avant l'implantation des céréales pour limiter tout salissement et par-là l'utilisation d'herbicides. Les prairies temporaires reçoivent 15 t/ha avant implantation puis, en recouvrement, 10 à 12 t/ha tous les 2 ans. La prairie en place étouffe les adventices cherchant à s'implanter limitant d'après lui le salissement. Mi03 couvre ainsi 50 % des surfaces en prairies chaque année.

Avec leurs techniques différentes, les exploitants couvrent toutes les surfaces possibles (y compris les céréales dans le cadre des rotations) en 3 ans.

Avec en moyenne 4 à 8 t de MS par ha et par an en foin et 40 à 50 q/ha d'orge, l'autonomie fourragère et en concentré est atteinte annuellement. Les surfaces de céréales permettent même une vente fréquente de paille à hauteur de 30 t/an. En raison d'une surface épandable importante légalement et en pratique avec l'utilisation du compost, les exploitants respectent globalement la législation. La surface épandable est couverte en 3 à 4 ans. Ils n'ont pas été confrontés à des conflits avec le voisinage ou à des problèmes réglementaires. Ils développent cependant un ensemble de pratiques à même de limiter ces nuisances. Les pratiques recensées évoluent encore, en particulier le curage du fumier et la fertilisation minérale de synthèse. Les exploitants ont montré une forte envie d'amélioration de leurs pratiques à la fois d'un point de vue agronomique, économique et social. Du point de vue environnemental, des progrès restent à faire notamment au niveau des eaux blanches.

Ce groupe d'exploitations est caractérisé par la présence d'activités agritouristiques ou syndicales prioritaires qui entraînent la limitation du temps de travail et des nuisances liées aux effluents d'élevage. Ils cherchent par ailleurs à limiter leurs coûts en améliorant la valorisation agronomique de ces effluents.

33. Groupe Millau 3 : une gestion différenciée suivant le type d'effluent à disposition associée à une maîtrise nécessaire des nuisances

Le groupe Millau 3 (cf. Figure 5.26) est constitué de deux exploitations, Mi02 et Mi05. Les agriculteurs élèvent de 360 à 775 brebis laitières, à environ 800 m d'altitude. Mi02 est en agriculture biologique. La SAU est de 265 ha pour Mi05 et 625 ha pour Mi02. Dans les deux exploitations, les parcours représentent une part très importante des surfaces (55 % pour Mi05, 70 % pour Mi02). Si une partie des parcelles est proche des bâtiments, les parcelles épandables les plus éloignées sont à près de 10 km. La SAU épandable se répartit entre des prairies temporaires et des céréales. La situation des bâtiments d'exploitation est source récurrente de conflits si les effluents d'élevage génèrent des odeurs ou des mouches. Mi05 est en bordure immédiate de village, tandis que Mi02 jouxte un gîte rural tenu par son beau-père.

Avec 2,1 UTH / 100 ha de SAU, la main-d'œuvre est assez nombreuse. Les exploitants, bien équipés pour la traite, considèrent que les charges de travail sur l'exploitation sont normales, voire inférieures à la moyenne et qu'ils disposent de temps. L'alimentation fourragère est composée de foin chez Mi02, auquel il faut ajouter de l'enrubannage chez Mi05. Les concentrés sont issus des cultures céréalières de l'exploitation. La SAU légalement épandable est d'environ 30 % de la SAU totale. Les restrictions sont dues aux habitations et à la pente chez Mi05. Chez Mi02, les restrictions dues à la présence d'un gîte et d'une habitation ne sont pas respectées. Les épandages n'ont cependant lieu que lorsque le gîte est vide d'occupants.

Les bâtiments d'élevage sont constitués de plusieurs aires paillées, facilement accessibles. Lorsque la hauteur en fumier est suffisante, le fumier est curé et stocké sur une fumière aux normes (Mi05) ou sur une aire rocheuse (Mi02 et Mi05) à distance des bâtiments (environ 3 km). Avec 6 curages par an (cf. Figure 5.25), la fréquence des curages est dans la moyenne locale (Enita Clermont et Association Vétérinaires - Eleveurs du Millavois, 2006).

Chez Mi02, l'ensemble des fumiers est de plus traité au Bactériolit® à raison de 4,5 t/an pour, selon l'agriculteur, améliorer l'ambiance des bâtiments et obtenir une valorisation supérieure des fumiers pour limiter les pertes. Dans le même objectif, il pratique une technique de stockage particulière consistant à créer un tas de fumier très haut (parfois plus de 5 m) qui est ensuite tassé pour restreindre le processus d'évolution de la matière organique (mise en anaérobie) et ainsi réduire la perte en volume et en éléments nutritifs. L'objectif est de s'éloigner le plus possible du phénomène de compostage, néfaste pour Mi02 car entraînant une perte d'azote par voie gazeuse et diminuant le volume disponible. Le Bactériolit a été testé chez Mi05 qui avait constaté une meilleure dégradation des pailles. Malgré sa satisfaction, il n'a pas renouvelé l'essai pour des raisons financières.

		sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct
Curage (en % du fumier total produit par an par les brebis)		migou	10%		40%		20%		10%		10%	10%	bergerie champêtre production de migou		
fumier															
compostage															
compost															
lisier															
produits importés															
cultures recevant effluents + engrais minéraux éventuels	céréales (blé - orge - méteil)	an 1 rotation (début)													
		an 1 (fin) et an 2 (début)	bactériosol 200 kg/ha après semis												
		an 2 (fin)	bactériosol 100 kg/ha après semis												
	navette	an 3 dérobée							15 t/ha après labour						
		an 3 (= an 1 PT)													
	PT de luzerne - dactyle - saint-john et variantes	an 4, 5, 6 (= an 2 à 4 PT)													
an 6 (fin)															
vesce - avoine (sur semis)	an 6 (fin)														
Absence de fertilisation	parcours														

Figure 5.25 : Calendrier de l'utilisation des effluents d'élevage chez Mi02

Les deux exploitations disposent de deux fumiers différents : l'habituel fumier pailleux et du migou. Le migou (cévenol) ou migon (provençal) est un fumier non paillé des troupeaux ovins particulièrement riche en éléments fertilisants autrefois ramassé et commercialisé. Chez ces agriculteurs, il est produit dans la bergerie « champêtre » (tunnel d'abri) lorsque les brebis pâturent les parcours en août, septembre, octobre. Il n'est épandu que tous les 2 ans (à raison de 90 à 105 t à chaque curage) sur la parcelle cultivée la plus proche (Mi02) et sur les parcours alentours (Mi02 et Mi05) à 15 t/ha. Ce fumier, plus riche que le fumier de mouton habituel, est sous valorisé par les exploitants en raison de l'éloignement du lieu de production aux parcelles épandables.

Les épandeurs de 10 à 12 t de capacité sont en CUMA (Mi05) ou en propriété (Mi02). Les deux exploitations sont équipées d'un système de retraitement des eaux blanches, un bac avec filtre à roseaux pour Mi02 et une fosse de traitement pour Mi05. Ce dernier équipement ne fonctionne plus depuis que Mi05 y a rejeté du lait de repasse qui a pris en masse dans la fosse. Lors de l'enquête, les eaux blanches étaient de nouveau rejetées directement dans le milieu naturel. Mi02 a insisté lors de l'enquête sur l'intérêt de ces équipements. Subventionné à 70 % par le parc naturel régional des Grands Causses, il limite l'impact de l'exploitation sur l'environnement et ne nécessite qu'un faible suivi (ajout d'eau en période sèche notamment).

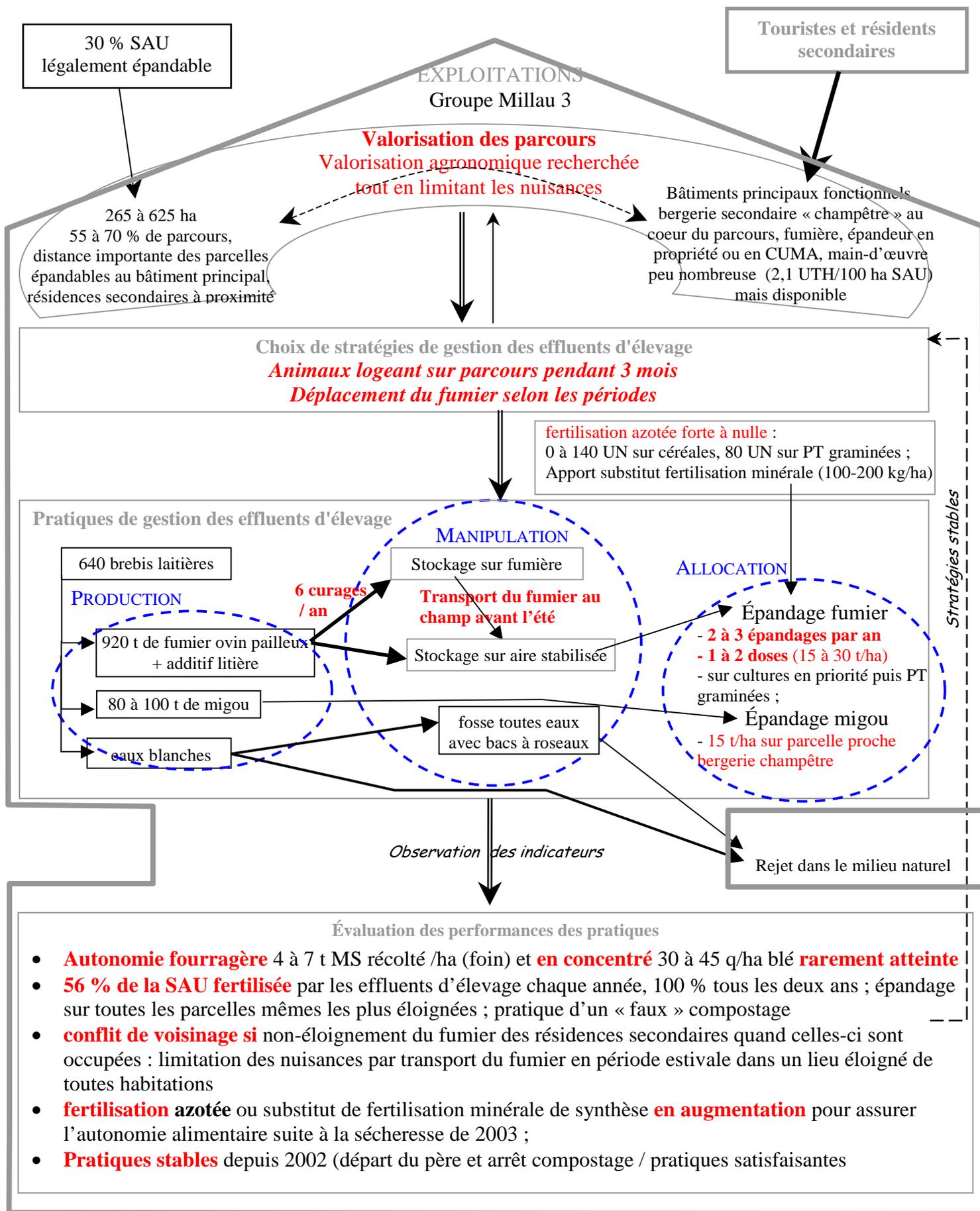


Figure 5.26 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Millau 3

Mi02 comme Mi05 ont comme objectif majeur la valorisation agronomique des effluents pour atteindre l'autonomie fourragère. Cela passe par un épandage à dose peu élevée sur un maximum de surface. Mi02 indique ainsi épandre à 15t/ha sur toutes les parcelles y compris les plus lointaines alors que son père épandait à 30t/ha uniquement sur les parcelles proches. Chez Mi02, les cultures reçoivent prioritairement le fumier avant implantation en septembre (70 % du volume produit annoncé soit environ 1 050 t), les 30 % restant étant épandus avant implantation de la prairie temporaire en février. Les exploitants privilégient une dose unique de 15 t/ha en calculant le nombre nécessaire d'épandeurs par parcelle pour s'approcher au mieux de ce résultat. Ce choix permettrait une simplification du travail et une meilleure efficacité de l'épandage.

Chez Mi02, les cultures et les prairies temporaires reçoivent par ailleurs du Bactériosol®, produit de la même famille que le Bactériolit® et agréé en agriculture biologique en substitut d'une fertilisation minérale et pour favoriser la production d'humus. Le Bactériosol® est épandu sur cultures et prairies après semis (à raison de 100 à 200 kg/ha) et sur prairies chaque année suivant celle de l'implantation (environ 100 kg/an).

Chez Mi05, le fumier sert d'abord à planter les céréales à raison de 30 t/ha et de 0,5 t de scories (0-12-12). Deux apports azotés complémentaires de 60 et 80 unités ont lieu en mars et mai. Les prairies temporaires reçoivent 15t/ha de fumier entre janvier et mars des années 1 et 3 après implantation. Les prairies temporaires de graminées reçoivent en sus une fertilisation azotée de 80 unités d'azote par ha au mois de mai. Les prairies de légumineuses reçoivent un apport de 40 unités de phosphore et de 72 unités de potasse par hectare en avril. Les années sans apport de matière organique, seules 80 unités d'azote sont apportées. Ces apports minéraux sur prairies ont été mis en place en 2004 pour assurer un stock fourrager minimum malgré les sécheresses récurrentes en été depuis l'année 2003. A terme, l'exploitant souhaite revoir sa fertilisation organique en diminuant les doses apportées sur culture pour permettre de nouveaux apports de matières organiques sur prairie au printemps.

Malgré un chargement moyen particulièrement faible (1,3 brebis par hectare), l'autonomie fourragère n'est atteinte que dans les années exceptionnellement favorables. Mi 02 complète ainsi par l'achat de 75 t de luzerne déshydratée une année normale auquel il ajoute environ 200 t de foin en année difficile.

Avec en moyenne 4 à 7 t de MS par ha et par an en foin et 30 à 45 q/ha de blé, l'autonomie fourragère et en concentré n'est que rarement atteinte. L'achat de paille est également nécessaire. Face à ce problème, la réponse de Mi05 a été le recours conséquent aux engrais minéraux sans résultat effectif pour l'instant. Mi02, en agriculture biologique, dispose d'une marge de manœuvre moindre. L'emploi de Bactériolit pour enrichir la litière et de Bactériosol ne suffisent pas. Dans ce

cadre, les pratiques recensées évoluent encore en particulier le curage du fumier et la fertilisation minérale de synthèse.

Si les restrictions à l'épandage sont nombreuses, l'importante surface permet de respecter globalement la législation. La surface épandable est couverte en 3 à 4 ans. Régulièrement confrontés à des conflits avec le voisinage, les pratiques ont été aménagées pour les résoudre, en décalant les périodes d'épandage critiquées et en stockant le fumier au champ. Les exploitants ont montré une forte envie d'amélioration de leurs pratiques à la fois d'un point de vue agronomique et économique. Du point de vue social, c'est par nécessité plus que par intérêt que les pratiques ont évolué.

Ce groupe d'exploitations est caractérisé par la présence de deux types de fumiers, dont un très peu géré. La présence d'habitations a modifié les pratiques, en particulier de stockage. L'objectif d'autonomie fourragère n'étant pas atteint, les pratiques restent en constante évolution.

331. Groupe Millau 4 : des contraintes allégées, du fumier et du purin à gérer tout en assurant l'autonomie fourragère

Le groupe Millau 4 (cf. Figure 5.27) est constitué de la seule exploitation Mi08. Exploitation conventionnelle adossée à un établissement public de recherche, le personnel exploite 380 ha (dont 75 % de parcours), élève 600 brebis laitières en bâtiment et 400 brebis allaitantes en plein-air intégral et engraisse environ 700 agneaux par an (dont 300 agneaux de plein-air). En raison des travaux de recherche effectués sur l'exploitation, celle-ci présente des caractéristiques atypiques (12 personnes employées au fonctionnement même de l'exploitation, 16 aires pour les brebis laitières, etc.). Cela ne semble cependant pas influencer les pratiques de gestion des effluents d'élevage produits sur l'exploitation.

La SAU, regroupée autour des bâtiments et à distance de toute autre habitation, comprend 70 ha de prairies temporaires, 20 ha de cultures, 18 ha de parcours épandable et 272 ha de parcours non épandables. La SAU légalement épandable représente 30 % de la SAU totale. Seuls les parcours non praticables sont sources d'exclusion, les habitations présentes sur l'exploitation n'étant pas prises en compte. L'exploitation se situe cependant dans le bassin versant d'alimentation de sources captées pour l'eau potable ce qui a créé et crée encore des tensions avec d'autres usagers lorsque apparaissent des pollutions coliformes. Ceci a été un argument de poids pour effectuer rapidement la mise aux normes de l'exploitation qui a été finalisée en 2004.

Si nous excluons le temps passé à l'expérimentation, avec 1,6 UTH / 100 ha de SAU, la main-d'œuvre est peu nombreuse pour effectuer les tâches normales d'une exploitation. L'alimentation fourragère est basée sur l'ensilage d'herbe et le foin produit sur des prairies temporaires. Les concentrés sont issus des cultures céréalières de l'exploitation.

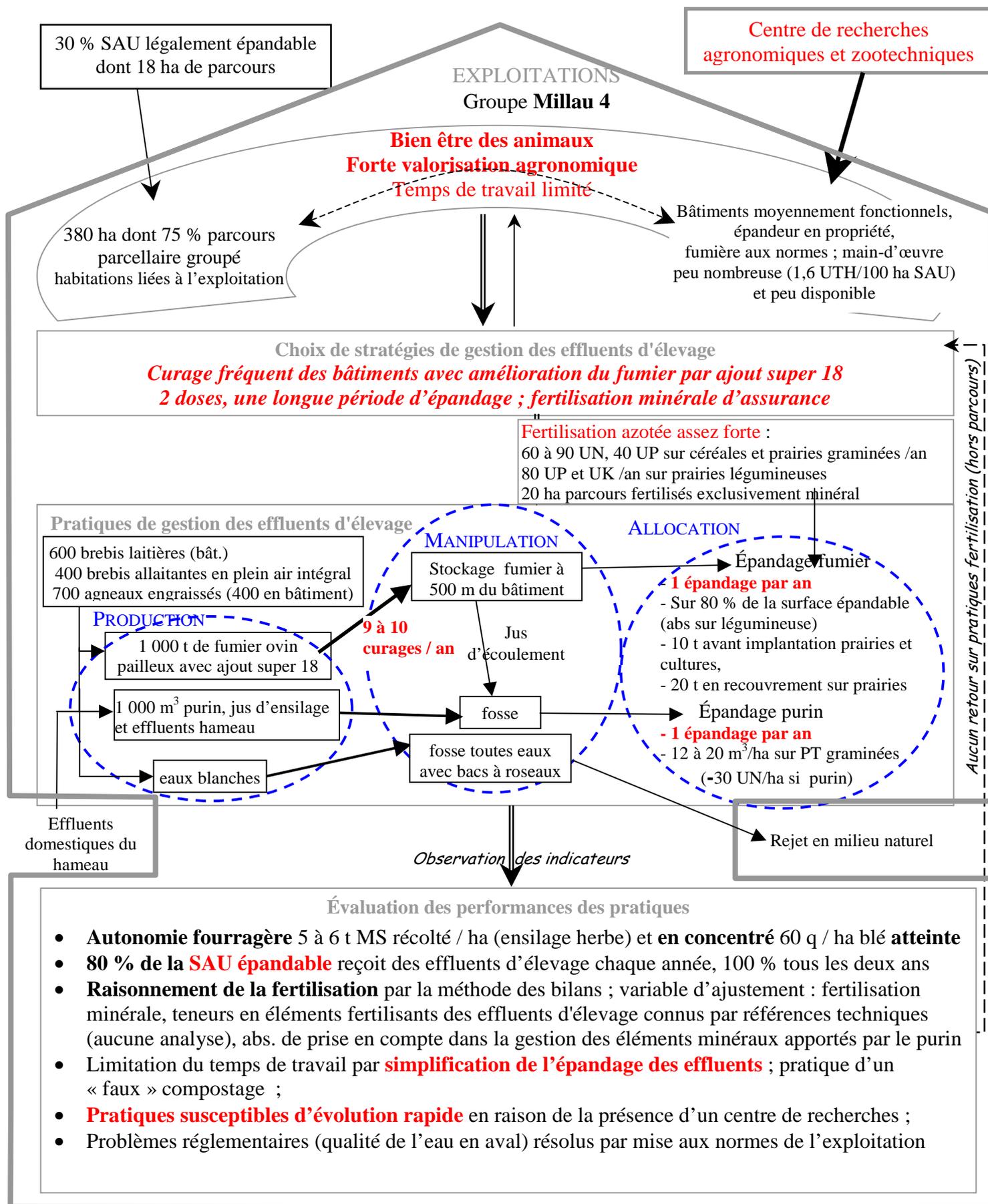


Figure 5.27 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Millau 4

Les bâtiments d'élevage sont constitués de 16 aires paillées, facilement curables. La fréquence de curage est la plus importante observée dans les exploitations visitées avec neuf curages par an dont sept concentrés en cinq mois (curage toutes les 3 semaines) lors de la période de présence intégrale en bâtiment. Ces curages fréquents ont pour objectif le maintien d'une bonne ambiance dans les bâtiments et permettent, selon le chef d'exploitation, de maintenir la hauteur de fumier à un niveau acceptable pour le confort des animaux et des manipulateurs. L'exploitant estime que la production de fumier varie selon les années de 900 à 1 100 t suivant principalement les conditions climatiques.

L'ensemble des fumiers est de plus traité au Super 18 (18 % de P_2O_5 et 28 % de SO_3 / 100 kg) à raison de 7 kg par semaine et par aire pour les brebis et 3,5 kg par semaine et par aire pour les agnelles et agneaux. Selon le chef d'exploitation, il obtient ainsi un fumier plus équilibré, en particulier en phosphore, couplé à une diminution des dégagements d'ammoniac (meilleure ambiance) et un compostage facilité.

Le fumier produit est stocké dans sa totalité sur une fumière bétonnée de 900 m² située à environ 500 m des bâtiments sur l'ancien lieu de stockage des effluents solides. Cette plate-forme est localisée à proximité de 80 % de la SAU labourable pour limiter les trajets avant épandage. Le compostage pré-cité se limite à une phase de vieillissement plus ou moins prolongé du fumier en fumière et ne peut donc prétendre à l'appellation officielle compost. Pour vieillir au mieux, le fumier est stocké en tas de faible hauteur, dissociés pour chaque curage, pour maximiser le contact avec l'air. Cette pratique explique l'importante surface de la fumière. L'éloignement de la fumière des bâtiments d'exploitation et des habitations (appartenant au site d'exploitation) a été volontaire pour limiter les nuisances olfactives et les problèmes de mouches. De plus, le terrain servait déjà de lieu de stockage des effluents solides et pouvait difficilement être réintégré dans le circuit cultural. Par commodité, l'exploitant pense que la fumière aurait été mieux située à proximité des bâtiments.

L'exploitant annonce par ailleurs l'utilisation de 1 000 m³ de purin par an sur 50 à 70 ha correspondant aux jus de silos, au contenu de la fosse toutes eaux de la station d'épuration des effluents domestiques du hameau ainsi qu'aux jus d'écoulement de la fumière non couverte. Ce purin est stocké dans une fosse de 250 m³ bétonnée et équipée d'un regard permettant la vérification ponctuelle de l'étanchéité de l'ouvrage. Les eaux blanches, issues de la traite, sont évacuées dans la station de retraitement des effluents du hameau.

Le fumier est considéré comme la base de la fertilisation de l'exploitation. Pour cela, il est épandu chaque année sur les cultures et les prairies temporaires, à l'exception de la luzerne qui n'en reçoit qu'en cas d'excédent significatif de fumier. Un épandeur de 11 t en propriété est utilisé. Deux doses d'épandage sont utilisées : 10 t/ha avant déchaumage pour les céréales (fin juillet) et en recouvrement pour les prairies de dactyle (septembre) et 20 t/ha avant déchaumage et en recouvrement pour le Ray Grass Italien (septembre). L'épandage du fumier s'étale ainsi d'août à

septembre avant le retour d'une période pluvieuse pour faciliter, selon l'exploitant, la décomposition du produit.

Toutes les cultures et prairies temporaires (hors luzerne) reçoivent un apport phospho-calcique de 40 unités de phosphates et de 200 unités d'oxyde de calcium par an en août-septembre, ainsi qu'un apport d'azote de 30 à 90 unités en deux ou trois fois (sous forme d'ammonitrate de mars à juin). La luzerne reçoit un apport phospho-calcique, doublé ainsi que 80 unités de potassium par an en mars.

L'apport minéral en azote (30 unités en mars et 30 unités en septembre) et phosphore (40 unités en début d'hiver) sur les 18 ha de parcours épanchables doit permettre un démarrage précoce de la pousse de l'herbe d'environ 15 jours, permettant ainsi d'assurer l'obtention d'une herbe de qualité dès le début de l'allaitement du troupeau allaitant.

Le purin est épandu à des doses allant de 12 à 20 m³ par ha principalement de mars à septembre, période pendant laquelle le chef d'exploitation pense que les éléments minéraux sont les mieux valorisés. Cet épandage a lieu sur toutes les cultures hormis la luzerne. D'autres épandages peuvent avoir lieu hors de cette période en cas de remplissage prématuré de la fosse. La fosse est sous-dimensionnée, pour des questions de coût, au goût de l'exploitant qui aurait souhaité un volume de stockage double. Cet apport n'est que peu fréquemment pris en compte dans la fertilisation malgré un effet réel constaté.

L'ensemble de la fertilisation va devoir être revu dans les années à venir, les exploitants s'orientant vers la culture de luzerne-dactyle en mélange, en lieu et place des cultures de luzerne et de dactyle.

Avec en moyenne 5 à 6 t de MS par ha et par an en ensilage et en foin et 60 q/ha d'orge, l'autonomie fourragère et en concentré est atteinte chaque année. En raison d'une surface épanchable importante légalement et en pratique, les exploitants respectent globalement la législation. La surface épanchable est couverte en 2 ans. Confrontés à des problèmes de pollutions aux coliformes dues à des pertes lors du stockage du fumier, l'exploitation a dû se mettre aux normes pour y remédier. Ces problèmes se produisant toujours, la suspicion reste néanmoins de mise. La fertilisation est raisonnée selon la méthode des bilans, la variable d'ajustement étant la fertilisation minérale. En raison de la méconnaissance des teneurs en éléments fertilisants du fumier et de l'absence de prise en compte des apports du purin, nous pensons que ce bilan n'est pas équilibré. Le temps de travail consacré à la gestion des effluents est réduit au minimum nécessaire (1 épandage / an).

Cette exploitation est caractérisée par la présence d'un centre de recherche influant sur l'activité normale de l'exploitation. Malgré des contraintes faibles, la gestion des produits fumier et du purin semble délicate. Couplée à la fertilisation minérale, elle permet d'atteindre néanmoins les objectifs fourragers prioritaires de l'exploitation.

34. Analyse des données pour le Millavois

341. Les pratiques en agriculture biologique

Les deux exploitations en agriculture biologique (Mi01 et Mi02) sont confrontées à la nécessité de fertiliser au mieux leurs surfaces avec les matières organiques produites sur l'exploitation, en l'occurrence, le fumier. La première idée était, qu'avec une contrainte aussi forte qu'est l'absence de fertilisation minérale de synthèse, nous allions observer des pratiques de gestion originales ou, du moins, différentes. L'étude de Capitaine et al. (2009) conteste cette idée en montrant qu'il existe des similitudes dans l'utilisation des effluents d'élevage dans les exploitations en agriculture biologique et celles en agriculture conventionnelle.

La présence des deux exploitations biologiques dans deux de nos groupes de pratiques corrobore cette étude et montre que ces exploitations n'ont pas des pratiques de gestion différentes d'autres exploitations conventionnelles. Les rotations, du type une à trois années de céréales suivies de quatre à cinq années de prairies temporaires, doivent cependant assurer la totalité de la fertilisation, avant retour d'un nouvel épandage (hors restitutions au pâturage et apport des légumineuses). Pour cela, les exploitants épandent systématiquement du fumier avant semis des cultures et en année 1 des prairies. Aucun fumier n'est épandu en recouvrement pour limiter les problèmes d'appétence et les risques sanitaires pour les animaux.

Pour maintenir le niveau de fertilité de l'exploitation, Mi01 et Mi02 ont développé deux approches différentes. Chez Mi01, c'est l'importation d'effluents d'élevage extérieurs à l'exploitation qui a été choisie, import apparemment suffisant pour assurer la fertilité des sols.

Mi02 a choisi d'apporter du Bactériolit® sur la litière pour l'enrichir et du Bactériosol®⁷⁶ sur les parcelles, produits de la même famille, agréés en agriculture biologique. À raison de 100 à 200 kg/ha/an, en substitut d'une fertilisation minérale, l'apport de Bactériosol ne suffit pas pour l'instant à assurer la fertilité des sols malgré une forte satisfaction de l'agriculteur pour les autres intérêts du produit. Mi02 estime en effet que le fumier est de meilleure qualité et plus efficace. Les travaux de Peccatte (2002a ; 2002b ; 2003 ; 2004 ; 2005) sur l'efficacité du Bactériolit et du Bactériosol n'ayant permis de conclure ni dans un sens, ni dans l'autre, l'amélioration est possible comme elle peut être nulle. L'équilibre de fertilité n'étant pas atteint, Mi02 continue à faire évoluer ses pratiques de gestion, en particulier les doses d'épandage, pour obtenir des résultats plus satisfaisants.

⁷⁶ Amendement organique à base de matières végétales en mélange et contenant 47 % de matière organique, 2,5 % d'azote total, 2 % P₂O₅ et 1,8 % de K₂O sur produit brut.

342. Tensions et conflits liés à la gestion des effluents d'élevage

Les trois exploitations Mi01, Mi03 et Mi04 ont la particularité d'avoir une activité agritouristique intégrée à l'exploitation ou à proximité immédiate, ce qui nécessite des aménagements dans la gestion des effluents. Ces exploitants essaient ainsi de minorer les nuisances (en particulier, les mouches et les odeurs) en restreignant le nombre d'évacuation de fumier lors des périodes touristiques (mise en place éventuelle d'un vide sanitaire à cette période) et en éloignant le lieu de stockage des effluents du lieu de résidence des touristes. Pour Mi03, ces aménagements l'éloignent des « pratiques idéales » de gestion des effluents produits sur l'exploitation.

Parmi les cinq exploitations restantes, seule Mi06 n'est pas voisine d'habitations qui peuvent influencer plus ou moins fortement les pratiques de gestion. Les deux exploitations Mi07 et Mi08 ne modifient qu'à la marge leurs pratiques, les tensions étant faibles. Les deux autres exploitants Mi02 et Mi05 ont choisi définitivement ou temporairement (en été) d'éloigner les sites de stockage des effluents des habitations. Mi08 a de plus dû faire face à un conflit portant sur la qualité de l'eau, conflit résolu par la mise aux normes de l'exploitation.

La majorité des incidents reste de l'ordre de la tension, phénomène très courant dans les relations humaines (Torre et Caron, 2005). Les tensions comme les conflits sont caractérisés par leur lien fort avec la dimension spatiale. Alors que les tensions se produisent à n'importe quel moment et peuvent augmenter ou retomber aussi vite qu'elles sont apparues, le conflit se distingue par un passage à l'engagement des acteurs tels que la plainte, le recours en justice, la médiatisation... Le conflit est donc un acte déterminant et contraignant pour l'avenir des parties en présence (Torre et Caron, 2005). Dans nos enquêtes, le conflit est rare et provoqué par des problèmes de pollution des eaux. La suppression de l'origine du conflit est une priorité. En revanche, les tensions sont courantes (Mi02, Mi05, Mi07 ou Mi08) ou prévisibles (Mi01, Mi03 et Mi04), pour des raisons de proximité géographique qui entraîne des effets indésirables sur le voisinage (Torre et Caron, 2005). La diffusion de ces effets se fait essentiellement par l'air, avec souvent des mouches en plus des odeurs. Les différentes méthodes mises en place par les agriculteurs permettent de réduire la pression de ces tensions sur l'exploitation, avant que celles-ci ne passent le stade de l'engagement et ne deviennent des conflits d'usage. Cela explique en partie le faible taux de conflits liés à la gestion des effluents d'élevage que nous avons pu relever dans nos précédents travaux (Janichon, 2003 ; Janichon, 2004).

343. En Millavois, fumier frais, fumier vieilli ou compostage

Dans 5 exploitations sur 8, le fumier est essentiellement utilisé après avoir été stocké durant quatre à dix mois pour arriver sous une forme vieilli. Les agriculteurs ont tous considéré ou testé la technique du compostage avant d'opter ou de garder la technique de vieillissement du fumier. Les raisons évoquées de ce choix sont multiples : perte de nutriments, assainissement non

convaincant⁷⁷, temps de travail accru, consommation supplémentaire de carburant, réduction de volume pénalisante pour la fertilisation des parcelles⁷⁸. Au contraire, ils estiment que l'épandage de fumier vieilli est plus efficace que le compost après épandage, tout en ayant une assez bonne facilité de répartition au sol. De plus, les pertes d'appétence sont réduites, les épandages ayant lieu avant semis ou en début d'hiver. Les observations de Sylvie Hacala (2002) corroborent celles des agriculteurs quant aux avantages du fumier vieilli.

L'exploitation Mi05 se rapproche de ce système en utilisant une partie du fumier sous forme vieillie (en particulier pour les apports avant semis de céréales) et une partie sous forme de fumier frais pour les cultures fourragères. La technique du compostage n'a pas été évoquée.

Les exploitations Mi06 et Mi07 compostent tout ou partie du fumier produit sur l'exploitation. Les avantages essentiels de cette technique cités par les agriculteurs sont la réduction de volume, la destruction des semences d'adventices et l'hygiénisation bactériologique, soient trois des avantages principaux de l'utilisation du compost (Hacala, 2002 ; Lopez, 2002 ; Janichon et al., 2003). Le fumier n'est conservé chez Mi07 qu'en raison de la présence de cultures exigeantes en azote ou ayant besoin de mobiliser rapidement les éléments fertilisants.

Lors de restitutions ultérieures avec les agriculteurs enquêtés et d'autres agriculteurs, les échanges ont été vifs sur les avantages et inconvénients respectifs du compost et des fumiers frais et vieilli. Chaque agriculteur a son idée quant aux intérêts et défauts de chaque produit et beaucoup n'envisagent aucun changement, satisfaits qu'ils sont de leurs effluents actuels.

344. Traitement des eaux blanches et du lait de repasse

Le lait de repasse est le lait collecté une fois par jour durant le mois d'allaitement et qui ne peut être commercialisé. Produit à forte charge polluante, il est rejeté par les exploitants le plus souvent par épandage sur le tas de fumier ou par épandage direct au champ. Le tarissement en 8 traites (+/- 4 traites) sur 2 à 4 semaines entraîne également la production d'un lait dit de tarissement. Ce produit, également très polluant, est géré sensiblement de la même façon. La gestion de ce produit s'est très nettement améliorée dans les dernières années, puisqu'il est désormais majoritairement épandu et non rejeté directement dans le milieu naturel comme auparavant.

Le traitement réservé aux eaux blanches est plus soumis à caution. Quatre exploitations disposent d'un dispositif de traitement des eaux blanches (une fosse de traitement, une station d'épuration traitant les effluents du hameau et deux systèmes de filtres plantés de roseaux). La fosse de

⁷⁷ Mi03 n'avait néanmoins réalisé qu'un seul retournement, ce qui est insuffisant pour que le produit obtenu soit correctement assaini. Avec un seul retournement, le compost ne peut d'ailleurs être officiellement homologué compost.

⁷⁸ Mi02 donne l'exemple d'un de ces tas de compost qui a pris « feu » pendant la phase d'élévation de température lors de la sécheresse de l'année 2003. La disparition d'une partie de son stock de fumier a fortement incité l'agriculteur à cesser le compostage.

traitement de Mi05 n'est plus en fonctionnement depuis l'introduction de lait de repasse ayant bloqué le système de décomposition (coagulation du lait en fromage, dans la fosse). L'exploitation est donc à inclure avec celles qui rejettent leurs eaux blanches dans le milieu naturel sans traitement préalable, à l'instar de ce qui se pratique couramment dans la région (Patout et al., 2003). L'absence de système de traitement des eaux blanches étant particulièrement préoccupante, l'ensemble des exploitants concernés réfléchissait lors de notre enquête à une mise aux normes pour l'année 2008. Cette mise aux normes était facilitée par la mise en place d'aides au financement des installations par le Parc Naturel Régional des Grands Causses. En 2008, lors d'un retour sur site, plusieurs exploitations n'avaient pas encore terminé leurs mises aux normes.

345. Cahier d'épandage

Six exploitations sur les huit rencontrées tiennent un cahier d'épandage ou, du moins, un relevé des opérations effectuées sur les parcelles avec plus ou moins de régularité. Existant systématiquement sous format papier, il est complété dans deux cas par un logiciel informatique. Quatre exploitations sur six tiennent ce cahier d'épandage de façon régulière, les dernières informations datant de moins de six mois. Pour les deux autres, la tenue de ce cahier est plus aléatoire (arbitrage entre temps disponible et besoin de l'information).

Les deux derniers exploitants ne souhaitent pas tenir pour l'instant de cahier d'épandage qui n'est pour eux qu'une contrainte administrative supplémentaire. Pour l'exploitation Mi07, c'est pourtant ce critère qui déterminera l'accès futur aux boues d'épuration.

Contrairement à l'Aubrac, il n'existe pas de modèle de cahier d'épandage bien diffusé dans la région. Parmi les cahiers d'épandage consultés, il y a eu le modèle de la Chambre d'Agriculture de l'Aveyron. Ce cahier présente un rappel de la réglementation pour le stockage et l'épandage (périodes et distances) des effluents, deux pages sur la zone vulnérable du Ségala et enfin, un rappel des apports azotés possibles et des valeurs fertilisantes des effluents. Ce dernier point mérite un éclairage particulier. Dans un département où la production ovine laitière tient une place emblématique avec le fromage Roquefort, les valeurs fertilisantes des effluents mentionnées concernent les bovins (sans distinction laitier ou allaitant), les porcs et les volailles sans aucune mention des valeurs fertilisantes du fumier ovin.

L'absence de ce type d'informations dans un document adressé prioritairement aux agriculteurs est préjudiciable à la mise en place de pratiques de gestion équilibrées. Elle explique la méconnaissance observée des valeurs fertilisantes des fumiers. Seuls les exploitants pratiquant le compostage connaissent en effet la valeur de cet effluent suite à l'analyse au laboratoire en raison d'expérimentations ayant eu lieu sur leur exploitation. Les autres exploitants n'ont connaissance de la valeur de leurs effluents qu'à partir de références techniques issues de CETA, de techniciens ou de vétérinaires ou encore de la littérature. Ces connaissances sont de plus toutes relatives, aucun ne

semblant utiliser ces valeurs pour définir un plan prévisionnel d'épandage ou réfléchir aux doses apportées.

346. Stockage des effluents et matériel d'épandage

Quatre exploitations disposent de fumières bétonnées d'une capacité suffisante, deux seulement étant équipées en sus d'un dispositif de récupération des jus. Les autres exploitants stockent le fumier sur des aires dites « stabilisées », c'est à dire reposant sur un affleurement rocheux, mais non réglementaires. Il faut également noter qu'une exploitation utilise conjointement une fumière bétonnée et une aire sur affleurement rocheux. Tous les exploitants concernés ont exprimé leur incompréhension de la nécessité réglementaire d'avoir des fumières bétonnées avec récupération des jus. Pour eux, les aires stabilisées sont étanches et le fumier ovin est suffisamment sec pour absorber tous les jus produits. Dans un système karstique, l'étanchéité d'une plate-forme rocheuse peut raisonnablement être mise en doute. De même, lors de la visite des bâtiments, nous avons pu fréquemment observer l'écoulement de jus de tas de fumier, dans des proportions néanmoins moindre (à vue d'œil) que dans les autres régions enquêtées.

Six exploitations sur huit utilisent du matériel d'épandage appartenant à une CUMA avec parfois plusieurs types d'épandeurs. La CUMA est le mode d'utilisation privilégié pour le matériel d'épandage car elle permet d'accéder, d'après les agriculteurs, à du matériel de plus grande capacité et à moindre coût. En cela, ces structures coopératives respectent leurs objectifs de réduire les coûts de la mécanisation en augmentant la quantité de travail réalisée pour un même matériel et de mettre à disposition des matériels modernes et innovants en partageant les risques (FN CUMA, 2009). La topographie locale nécessite en effet parfois plusieurs types d'épandeurs : des épandeurs de petit volume (6 à 8 t) à caisse large pour l'épandage dans les terrains en pente, des épandeurs de plus gros volume (10 à 12 t) pour les terrains plus plats. Pour optimiser la qualité des épandages, les épandeurs disposent de deux hérissons verticaux dans 90 % des cas. Aucun exploitant n'avait cependant effectué de pesée d'épandeurs pour évaluer le niveau de remplissage de ces derniers.

35. Conclusion partielle

En Millavois comme en Aubrac, le système de production, ici des ovins laitiers sur aire paillée, conditionne systématiquement les pratiques de gestion des effluents d'élevage. Il existe cependant d'importantes différences entre les quatre groupes d'exploitations dues à la nécessité d'exploiter les parcours présents et à la présence d'activités agritouristiques ou d'un autre atelier animal. Dans cette région touristique et aux multiples résidences secondaires, les exploitants doivent aménager leurs pratiques pour limiter les tensions et supprimer les conflits avec les autres usagers du territoire. Les surfaces en céréales et en prairies temporaires valorisent l'essentiel du fumier produit. Les eaux blanches sont différemment gérées selon les exploitations allant du rejet direct dans le milieu naturel au traitement total.

Après cette excursion au sud, nous reprenons le chemin du nord du Massif central, dans le massif du Sancy. Cette région, trop souvent réduite à son élevage laitier et à la production de Saint-Nectaire présente des spécificités que nous allons développer.

4. ANALYSES DES ENQUETES DU SANCY

41. Restitution d'une enquête, l'exemple de Sa01 : des bovins laitiers produisant du fumier et du lisier à épandre sur prairies permanentes

411. Production et manipulation des effluents d'élevage

4111. Présentation de l'exploitation

M. et Mme Sa01 élèvent 74 vaches laitières pour une production d'environ 310 000 L par an. Chaque année, la totalité du lait produit est transformée sur place en fromage saint-nectaire. La totalité des 40 t de fromage ainsi produit est affinée à la ferme pour être vendue à la ferme, sur les marchés et aux supermarchés et restaurants. Le passage du chemin de Grande Randonnée GR 30, à 75 m de l'exploitation facilite la vente directe de fromage. Une vingtaine de vaches laitières sont par ailleurs engraisées chaque année.

Cette EARL en agriculture conventionnelle exploite 98 ha de prairies permanentes à 950 m d'altitude (1 500 mm de pluviométrie). Les animaux sont alimentés exclusivement (hors pâturages et concentrés) au foin. La suppression de l'ensilage et de l'enrubannage a eu lieu en 2001. Elle a été avant-tout réalisée pour privilégier la qualité des fromages produits. Elle a également permis de mieux répondre à l'évolution du cahier des charges de l'AOC saint-nectaire. Près de 70 ha ont été souscrits en PHAE. Le couple emploie un ouvrier durant 3 jours par semaine. Le fils cadet des exploitants apporte par ailleurs une aide précieuse en travaillant les week-ends et les vacances scolaires sur l'exploitation.

4112. Les bâtiments d'élevage

(i) Description des bâtiments

Le bâtiment accueillant les animaux est à une trentaine de mètres de l'habitation actuelle du couple d'exploitants et une centaine de mètres de leur future habitation et de celle en construction de leur fils (cf. Figure 5.18). Aucune autre habitation n'est présente sur le hameau. Le bâtiment principal se compose de deux séries de logettes en pente paillée permettant d'accueillir 80 vaches laitières. Le fumier ainsi produit descend dans un couloir raclé après chaque traite au tracteur. Le fumier est ainsi poussé dans la fumière voisine.

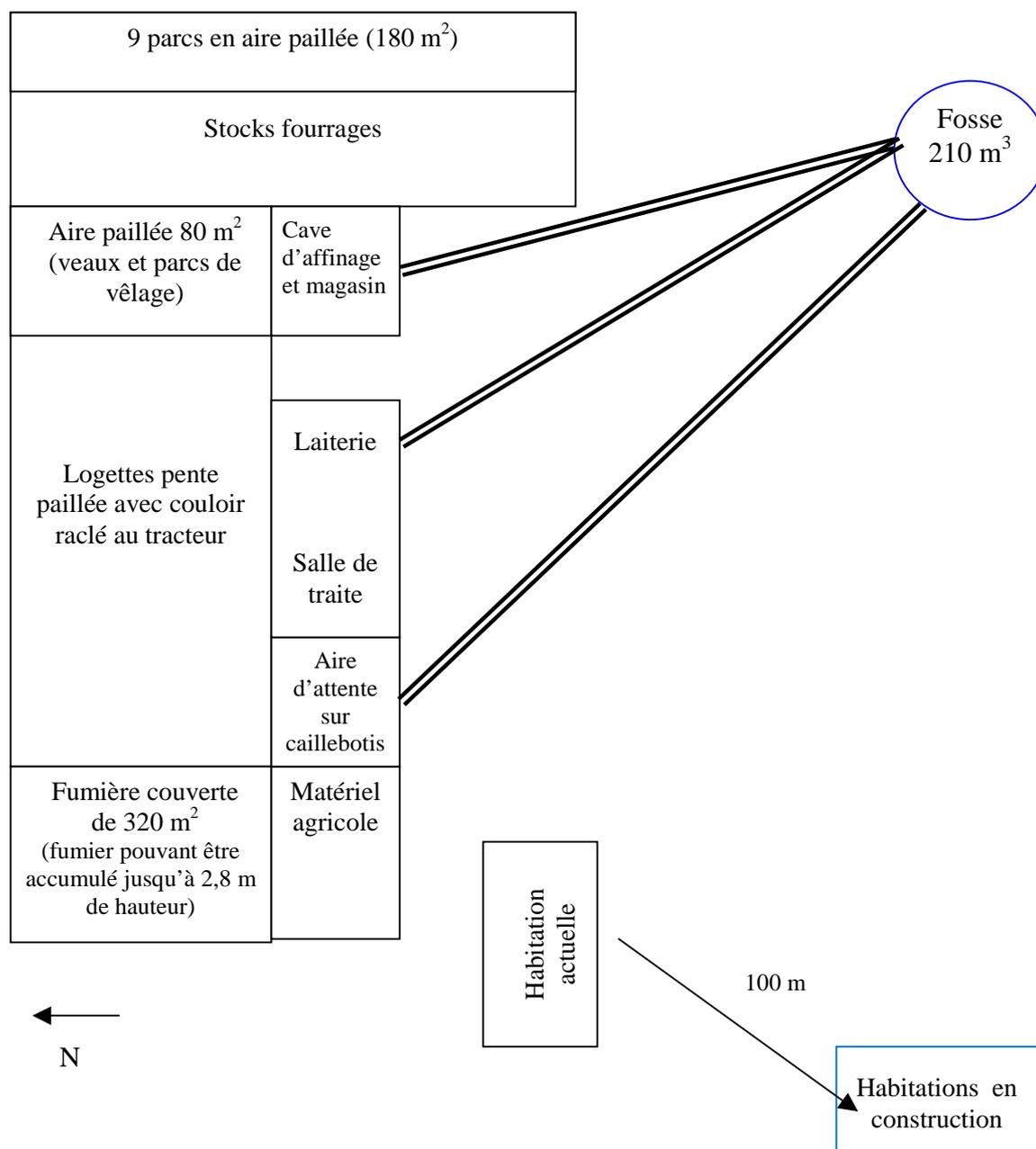


Figure 5.28 : Plan des bâtiments de Sa01

Cette fumière de 320 m², avec des murs de 2,8 m sur 3 côtés, a été construite lors de la mise aux normes de l'exploitation en 2004. Le coût de la couverture de la fumière compense d'après l'agriculteur le coût d'agrandissement de la fosse pour récupérer les jus produits. Avec 1 500 mm de pluviométrie annuelle, le volume produit nécessitait environ 100 m³ de capacité supplémentaire pour être aux normes⁷⁹. L'exploitant était particulièrement fier de son idée, notamment après s'être aperçu de la qualité supérieure du fumier produit (absence de phénomène de beurre noir par exemple). De plus, le stockage de fumier n'est pas visible par les acheteurs potentiels de fromage, renforçant d'après l'agriculteur, la bonne image de la ferme.

⁷⁹ La fosse ayant une surface d'environ 80 m², la pluviométrie moyenne et annuelle de 1 500 mm correspond à un apport de 120 m³ d'eau chaque année.

Le bâtiment principal comprend également une aire paillée de 80 m² pour les veaux et les vèlages. Une autre aire paillée de 180 m² se trouve à l'est de ce bâtiment. Elle accueille les génisses et les taureaux. Ces deux aires paillées sont facilement curées en raison d'une bonne hauteur de plafond. Le curage est effectué avec un tracteur, une fourche et un rabot en propriété. Les eaux vertes de l'aire d'attente et les eaux blanches, issues de la laiterie et de la cave d'affinage, sont évacuées dans une fosse extérieure circulaire de 210 m³, construite lors de la mise aux normes en 2004. Cette fosse a une capacité insuffisante pour l'agriculteur. À certaines périodes, notamment hivernales, la fosse doit être vidée avant les quatre mois. Pour donner plus de souplesse au système, les exploitants auraient aimé disposer d'une capacité de stockage supplémentaire.

(i) Production de fumier et de purin

L'agriculteur annonce produire environ 1 000 t de fumier et 400 m³ de purin par an. L'institut de l'élevage donne une production théorique de 5,5 t de fumier et 3,1 m³ de purin par UGB / 4 mois d'hivernage (Bodet et al., 2001). Les vaches laitières produiraient ainsi 620 t de fumier et 350 m³ de purin. Si l'on ajoute la production de fumier des génisses et veaux, soit 375 t de fumier par an, l'agriculteur dispose effectivement de près de 1 000 t de fumier comme annoncé.

Si les calculs sont cohérents, ils sont cependant à nuancer avec les volumes réellement épandus. En 2005 et 2006, les cahiers d'épandage indiquent, respectivement, l'emploi de 875 et 760 t de fumier, et de 260 et 465 m³ de purin. Ces différences s'expliquent car les normes ont été établies pour des fumières non couvertes et pour une pluviométrie de 90 mm durant ces 4 mois. La fumière couverte entraîne un tonnage moindre de fumier. De même, la pluviométrie dans cette région est d'au moins 400 mm pour 4 mois (éventuellement sous forme de neige).

Le second facteur explicatif est le don annuel de 90 à 100 t de fumier à un cousin qui manque de fumier pour assurer une fertilisation correcte de son exploitation. D'après les exploitants, ils évitent ainsi des apports trop importants sur les parcelles, apports pouvant entraîner des phénomènes de salissement qu'ils souhaitent éviter. Aucune trace de ce don n'a toutefois été trouvé dans les cahiers d'épandage.

412. Allocation des effluents d'élevage

4121. Les surfaces exploitées

Près de 60 % de la surface exploitée est en propriété, les 43 ha restants sont loués à deux anciens exploitants. L'exploitation est divisée en trois blocs. Le premier bloc de 70 ha entoure les bâtiments ; 48 ha sont exploités en fauche, le reste en pâture. Le deuxième bloc est formé de 28 ha d'un seul tenant à 1 km ; 13 ha y sont fauchés. Le dernier bloc de 9 ha à 5 km est non mécanisable en raison de la présence de pentes de rochers et de bois. C'est aussi le bloc de parcelles qui suscite

le plus de pressions sur l'exploitant car les randonneurs de passage sont fréquents et peuvent déranger les animaux.

La surface potentiellement épandable représente 89 ha, seuls les 9 ha non mécanisables sont considérés comme non épandables. Aucune restriction liée aux rivières n'est mentionnée par l'agriculteur alors que les cartes et nos observations font apparaître des rivières sur les parcelles épandables. D'après le plan prévisionnel d'épandage, 4,5 ha seulement sont non épandables. Pour des questions de distance et de praticabilité, l'agriculteur élimine donc 4,5 ha supplémentaires.

4122. Le matériel d'épandage et les règles de gestion des effluents

Peu intéressé par la gestion des effluents d'élevage, M. Sa01 a fait appel au technicien de la Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme pour raisonner sa fertilisation. L'objectif donné au technicien est la meilleure valorisation possible du fumier sur l'ensemble des parcelles épandables. À l'aide du logiciel Planfum, le technicien a fourni un plan d'épandage à l'exploitant répartissant au mieux les effluents sur l'exploitation. Sa01, fromager avant d'être éleveur ou agriculteur, tend à suivre scrupuleusement les consignes d'épandage données, qu'il annonce comme toujours meilleures que ce qu'il pourrait inventer. Le bilan fourrager étant toujours excédentaire y compris en année difficile, il se désintéresse de la gestion technique de ces effluents.

La gestion pratique des effluents est assurée par le fils de Sa01, titulaire d'un BTS en agroéquipement. Pour Sa01, c'est l'évidence même. Son fils connaît les tracteurs, aime les conduire et veut monter une entreprise de travaux agricoles. Il fera donc ce travail là mieux que lui.

Si l'on étudie le plan prévisionnel d'épandage (cf. Figure 5.19), on constate tout d'abord que les périodes de curage des aires paillées correspondent aux vacances scolaires du fils de Sa01. Ce travail est donc effectué lors des périodes de disponibilité du fils. C'est également vrai pour les périodes d'épandage du fumier et du lisier qui ont lieu pendant les vacances de Toussaint, de Noël, de février ou d'été. La faible disponibilité du fils impacte donc directement sur la gestion des effluents d'élevage.

Nous pouvons émettre l'hypothèse que l'installation du fils modifiera profondément les pratiques observées. Cette hypothèse est vérifiée par la comparaison de nos résultats (enquête effectuée en avril 2007) avec ceux d'une autre enquête réalisée en juillet 2008 par L. Meynadier⁸⁰ sur la thématique paysagère. Lors des entretiens, le fils a ainsi mentionné que depuis son installation, les périodes de sorties du fumier ont évolué. La fréquence de curage du fumier aurait ainsi augmenté, mais se ferait plus rapidement en raison d'un fumier moins compacté.

⁸⁰ Doctorante à l'Enita Clermont dans l'UMR Métafort, travaillant sur la thématique paysagère en lien avec les AOC, notamment l'AOC Saint-Nectaire.

		sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct
Curage / vidange en % du tonnage total d'effluent (par type d'effluent) produit par an par le troupeau						stockage sur fumière si place disponible sinon au champ				stockage sur fumière si place disponible sinon au champ					
fumier	aires paillées														
	logettes														
lisier / purin															
cultures recevant effluents + engrais minéraux éventuels	prairie permanente de fauche		8 m ³ /ha			idem oct		10-12 t/ha			idem oct				
	prairie permanente de pâture							8-10 t/ha							
aucun épandage	Prairie permanente non épandable														

Figure 5.29 : Calendrier prévisionnel d'épandage des effluents de Sa01

Lorsque c'est possible, le stockage au champ est évité. Il pénalise l'image de marque de l'exploitation et salit l'emplacement où il est stocké. C'est « improductif » et consomme du carburant. Le fils essaie désormais de ne faire qu'un seul tas de fumier en extérieur, au printemps quand il nettoie les bâtiments.

Les exploitants privilégient les apports de fumier sur un maximum de surface. Avec 10 à 12 t/ha, les prairies de fauche reçoivent un peu plus de fumier que les pâtures (8 à 10 t/ha). La majorité des apports ont lieu fin février début mars, période la plus propice à l'expression du fumier selon Sa01. En cas de conditions climatiques inadéquates (neige notamment), l'épandage est reporté en juillet sur les parcelles non pâturées par la suite. La surface étant moindre, les doses sont alors doublées jusqu'à 20 t/ha. En revanche, ces parcelles ne recevront rien l'année suivante. Les parcelles non épandues recevront, elles aussi, une double dose l'année suivante pour compenser cette année blanche. Le purin est épandu à 8-10 m³/ha selon des modalités similaires au fumier (avec notamment doublement des doses si impasse).

Le doublement des doses d'effluents est aussi pratiqué sur les parcelles les plus intensives (fauche comme pâtures) qui doivent assurer le rendement fourrager nécessaire à l'autonomie de l'exploitation. Les parcelles à plus de 7,5 t MS/ha reçoivent environ une année sur deux des doses doubles. L'analyse des calendriers d'épandages de fumier et purin pour les années 2005 et 2006 (cf. Figure 5.30 et Figure 5.31) montre les importants écarts entre le prévisionnel et le réalisé des exploitants.

		sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct
Curage / vidange															
fumier	aires paillées							20 %				80 %			
	logettes			curage tous les 2 jours et stockage sur fumière couverte											
lisier / purin		production constante à l'année d'eaux blanches (aiterie et salle d'affinage) et d'eaux vertes													
cultures recevant effluents + engrais minéraux éventuels	prairie permanente de fauche							8-12 t/ha					idem mars sur parcelles non pâturées		
	prairie permanente de pâture							Lithothamme 210 kg/ha		40 UN			10-20 m ³ /ha suivant niveau intensification et/ou sans lisier en n-1		
aucun épandage	Prairie permanente non épandable							Lithothamme 210 kg/ha		40 UN			20 UN si abs lisier		
										40 UN			20 UN		

Figure 5.30 : Calendrier d'épandage des effluents de Sa01 pour l'année 2005

		sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct
Curage / vidange															
fumier	aires paillées														
	logettes			curage tous les 2 jours et stockage sur fumière couverte											
lisier / purin		production constante à l'année d'eaux blanches (aiterie et salle d'affinage) et d'eaux vertes													
cultures recevant effluents + engrais minéraux éventuels	prairie permanente de fauche		20 m ³ /ha					5-12 t/ha 15-20 t/ha si parcelle très intensive (rdt > 7,5 t MS) et/ou sans fumier en n-1				20 m ³ /ha			
	prairie permanente de pâture							Lithothamme 210 kg/ha		20 à 40 UN 20-05-10		20 UN 20-05-10 si abs lisier			
aucun épandage	Prairie permanente non épandable							Lithothamme 210 kg/ha		20 UN 5 UP, 10 UK pâturer fréquente					

Figure 5.31 : Calendrier d'épandage des effluents de Sa01 pour l'année 2006

L'étude des cahiers d'épandage montre que le mois de mars est la période privilégiée pour l'épandage du fumier. Pour le purin, les périodes d'épandage groupées en octobre et juillet nous rendent sceptiques. Lors de l'enquête, l'exploitant a indiqué épandre du purin tout au long de l'année, sa fosse n'ayant pas une capacité suffisante pour permettre le non-épandage sur plus de 4 mois. L'épandage du purin déclaré n'est donc probablement pas le reflet de pratiques réelles.

Pour l'épandage, les exploitants ont à leur disposition un épandeur en propriété de 6 t. L'épandage du lisier se fait essentiellement avec la tonne à lisier du frère de Sa01. Cette tonne de 8 m³ est

équipée d'un bras de chargement qui évite de descendre du tracteur pour remplir la tonne. En cas d'indisponibilité de ce matériel, Sa01 utilise une tonne à lisier de 4 m³ en propriété, matériel peu pratique.

L'exploitant nous a confié ses cahiers d'épandage pour les années 2005 et 2006 et son prévisionnel 2007. Nous avons pu comparer le calendrier et la rotation prévisionnelles (cf. Figure 5.30 et Figure 5.31) avec les calendriers réels de gestion (cf. Tableau 5.6).

Année	Fumier			Lisier/purin			
	utilisé en t	surface épandue en ha	% SAU épandable épandue	utilisé en m ³	surface épandue en ha	% SAU épandable épandue	
Prévisionnel 2007	1 000	83		460	28		
Réalisé en	2005	763	82,4	93 %	260	33,5	38 %
	2006	876	83,6	94 %	454	19	22 %

Tableau 5.8 : Comparaison des tonnages et surfaces prévisionnels 2007 et épandus en 2005 et 2006 chez Sa01

Le fumier est épandu sur une part très importante de la surface épandable ce qui correspond bien aux objectifs de l'exploitant. Le volume de purin disponible est semble-t-il fortement variable d'une année à l'autre. En 2006, l'épandage à fortes doses du purin a par ailleurs entraîné une mauvaise répartition du purin sur la surface épandable avec seulement 20 % de la surface recouverte. Le purin n'étant apporté que sur les parcelles ayant déjà reçu du fumier, les doses d'azote organique et minéral à l'hectare atteignent 75 unités sur certaines parcelles.

413. L'enregistrement des pratiques

Depuis que le fils a pris en charge la mise en œuvre de l'épandage des effluents, il gère également l'enregistrement des pratiques. Avec le technicien de la Chambre et le logiciel Planfum, il met en place un plan prévisionnel de gestion des effluents, plan qui tient compte des teneurs des effluents d'élevage selon les références techniques. Une analyse du fumier et du purin est prévue par le fils dès qu'il aura réussi à convaincre son père de l'utilité d'une telle démarche. Pour avoir une idée du niveau de remplissage de l'épandeur et de la tonne à lisier, ces matériels ont été pesés sur la balance communale. C'est cette référence qui fait foi pour les exploitants.

Chaque pratique est notée sur un carnet présent en permanence dans le tracteur. Les informations sont ensuite enregistrées dans le logiciel Planfum avant d'effectuer une sortie papier.

414. Complément d'enquête

L'enquête réalisée par L. Meynadier sur la perception paysagère des agriculteurs de cette exploitation éclaire d'un autre jour les pratiques de fertilisation organique observées. Pour elle, la gestion de l'exploitation s'articule autour d'une gestion de fromager en opposition à celle d'un

éleveur ou d'un cultivateur. L'usage des parcelles et le système fourrager (foin et concentrés) est ainsi pensé uniquement au regard de la production fromagère. Les améliorations foncières sont systématiques que ce soit pour les fauches ou pâtures. La gestion des mauvaises herbes est prioritaire, que ce soit par la gestion du stockage du fumier ou par l'emploi d'outils mécaniques. L'entretien des parcelles est réfléchi pour optimiser la qualité de vie dans le travail, la qualité de l'herbe et le confort des animaux. Ces réflexions renforcent les interrogations que se posaient le fils de l'exploitant sur le compost. Intrigué par la technique, il attendait que des voisins l'aient expérimenté sur plusieurs années pour voir les résultats et éventuellement la tester sur l'exploitation.

42. Analyse des données par groupes d'exploitations, région du Sancy

421. Dans le massif du Sancy, une différenciation agronomique associée à une gestion du facteur travail et de l'environnement social

Les onze exploitations enquêtées dans le massif du Sancy sont de trois types : des bovins laitiers seuls (5 exploitations), des bovins laitiers avec une autre activité d'élevage (3 exploitations avec des bovins allaitants et une exploitation avec de l'engraissement de porcs), des bovins allaitants seuls (2 exploitations). Le lait produit sur les exploitations est destiné aux laiteries ou transformé sur place en saint-nectaire, vendu ensuite en blanc ou affiné sur l'exploitation. Les troupeaux mixtes bovins sont caractérisés par la coexistence de deux cheptels bovins de race et finalités différentes. Le premier troupeau, généralement le plus important, est spécialisé dans la production laitière. Le second troupeau est allaitant et permet d'exploiter les terrains et les estives éloignés des sites d'exploitation. Aucun troupeau mixte formé d'un seul troupeau de race salers exploité aux deux fins (lait et viande) ne figure dans notre échantillon. La traite et la transformation sont des contraintes fortes sur ces exploitations car ces astreintes mobilisent une importante main-d'œuvre. La multiplication des ateliers d'élevage entraîne un accroissement des sites d'exploitations producteurs d'effluents. Ainsi, 4 exploitations ont au moins 2 sites de production (jusqu'à 4 sites pour une exploitation). Les exploitations présentant une activité secondaire d'élevage doivent de plus gérer un pic de production des effluents d'élevage en période d'hivernage des animaux.

Les effluents d'élevage produits dans les exploitations du massif du Sancy présentent la plus grande variété que nous ayons observée dans toutes les régions enquêtées, variabilité à la fois intra et inter-exploitations. Dans 10 des 11 exploitations enquêtées, au moins deux effluents sont produits dans des quantités suffisantes pour nécessiter une gestion spécifique. Les principaux effluents produits sont du fumier issu d'aires paillées et du lisier stocké en fosse non couverte. On trouve également du fumier de raclage, du lisier de fosse couverte, du purin, du compost, voire même un fumier mou non égoutté à viscosité faible (manipulation très difficile). Cette multitude d'effluents d'élevage s'explique par la présence des doubles troupeaux, mais aussi et surtout par l'éventail des types de

bâtiments en présence. Selon les exploitations, les animaux sont logés dans des bâtiments allant du plus ancien (milieu du XIX^e siècle) au plus récent (2005), tous les âges de bâtiment étant possibles sur une même exploitation. Certains des bâtiments les plus anciens ont été réaménagés sans généralement être totalement mis aux normes. L'âge, le niveau d'aménagements et la mise aux normes des bâtiments sont autant de facteurs explicatifs de cette importante variation de forme des effluents d'élevage. Souvent isolées d'autres habitations, ces exploitations doivent cependant gérer une forte présence touristique, été comme hiver, liée à la forte fréquentation du massif. Les exploitations vendant une partie de leur production fromagère à la ferme sont particulièrement concernées.

Les terres exploitées sont majoritairement des prairies permanentes situées autour des sites d'exploitation ou à plus grande distance pour les estives. Deux exploitations placées en bordure du massif exploitent des terrains situés à plus basse altitude et exploités en cultures ou en prairie temporaire. Les restrictions à l'épandage sont principalement dues à la pente et à la distance des parcelles, ainsi qu'à la présence de rivières. Les rudes conditions climatiques hivernales (gel et neige) ne facilitent pas en cette saison l'épandage des effluents d'élevage, en particulier du lisier.

La gestion des effluents d'élevage est organisée autour de trois enjeux dont l'importance varie selon les exploitations. Comme dans les autres territoires enquêtés, le premier enjeu est la valorisation agronomique pour atteindre, ou du moins s'approcher, de l'autonomie fourragère. C'est l'unique enjeu présent sur toutes les exploitations enquêtées. Le second enjeu est lié au travail : il concerne plus particulièrement les exploitations faisant de la transformation fromagère, mais les exploitations en double troupeau ne sont pas à exclure. Le troisième enjeu est la limitation des nuisances en lien avec la vente directe de fromages ou la proximité d'habitations permanentes pour les exploitations concernées. La clé de lecture permettant de distinguer plusieurs groupes d'exploitations tient compte de ces différents enjeux. Par rapport aux territoires de l'Aubrac et de Millau, les groupes uniformes de pratiques de gestion des effluents d'élevage sont plus difficiles à définir, en raison notamment de l'importante diversité de produits rencontrés. Néanmoins, nous distinguons deux groupes d'exploitations selon la présence ou non d'une activité de transformation fromagère. Chacun de ces groupes est divisé en deux sous-groupes, d'où 4 types au final.

Parmi les cinq exploitations qui transforment leur lait en saint-nectaire, on distingue deux catégories :

- Les exploitations du groupe 1 qui se consacrent uniquement à l'activité laitière et fromagère en vendant en blanc (Sa07), en affinant et en commercialisant leur fromage (Sa01) ou en faisant les deux (Sa04) ;
- Les exploitations du groupe 2 qui, en plus de cette activité laitière et fromagère (avec vente en blanc), ont développé une autre activité avec des vaches allaitantes (Sa03) ou l'engraissement de porcs charcutiers (Sa08).

422. Groupe Sancy 1 : la transformation fromagère comme activité prioritaire, une gestion des effluents d'élevage demandant un faible investissement en travail, mais assurant le bilan fourrager

Le groupe Sancy 1 (cf. Figure 5.32) est donc constitué de trois exploitations, Sa01 et Sa07 en agriculture conventionnelle, et Sa04 en agriculture biologique. Sa04 est par ailleurs une exploitation créée et dirigée par une femme ; le mari venait seulement de s'installer lors de notre enquête. Les agriculteurs élèvent de 18 à 74 vaches laitières, à une altitude comprise entre 1 000 m et 1 200 m. La SAU se compose de 44 à 98 ha de prairies permanentes (sans estives), regroupées autour des bâtiments d'exploitation. L'alimentation fourragère est basée exclusivement sur le foin produit sur l'exploitation (séché en grange pour Sa04 et Sa07), la paille et les concentrés étant achetés à l'extérieur.

Avec 3,8 UTH / 100 ha de SAU, la main-d'œuvre est très nombreuse, mais globalement peu disponible. En effet, avec un taux de transformation du lait compris entre 85 % (pas de transformation le dimanche et lorsque le besoin s'en fait sentir, notamment lors de pics de travail) et 100 %, auquel s'ajoute l'affinage, la vente directe sur la ferme ou sur les marchés (Sa01 et Sa04), la main-d'œuvre allouée à la gestion des effluents d'élevage est particulièrement faible.

Chez Sa01 et Sa07, le parcellaire de l'exploitation est regroupé à près de 90 % autour des bâtiments. Chez Sa04, les terres exploitées à proximité des bâtiments représentent seulement 60 % de la SAU, les parcelles restantes étant divisées en deux îlots de 7 ha, à 5 km à l'est, et 8,5 ha, à 5 km au nord. Sa04 dispose de 3 ha supplémentaire en foin de moitié : en échange d'un apport organique et de la récolte complète du fourrage, Sa04 récupère la moitié du fourrage produit sur la parcelle. Chez tous les exploitants, seules les parcelles à proximité des bâtiments reçoivent des apports organiques.

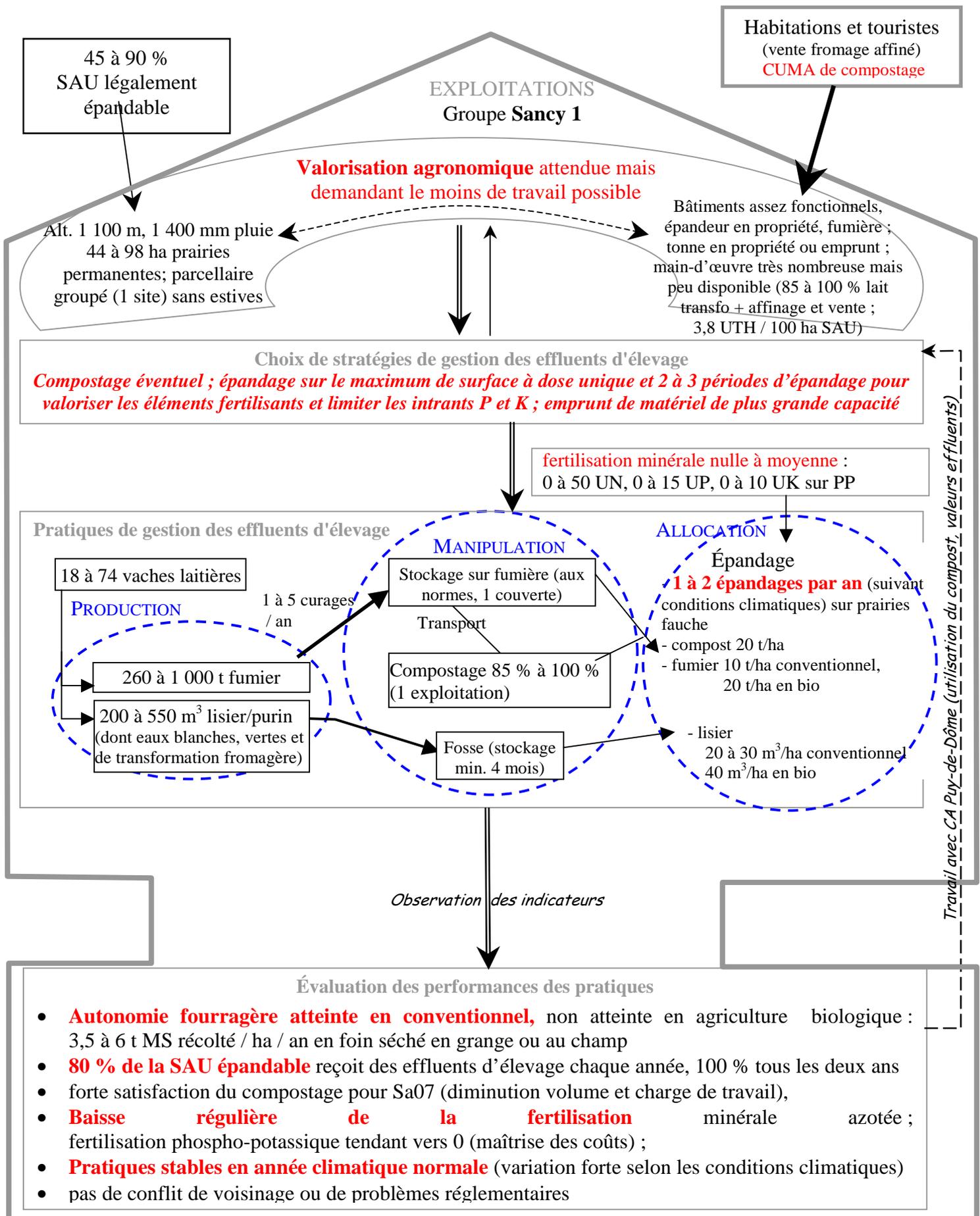


Figure 5.32 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Sancy 1

La SAU est épandable légalement à 70 % en moyenne. Il y a cependant de fortes variations selon les exploitations. Sa04 ne dispose ainsi que de 45 % de sa SAU pour épandre légalement du fumier et du lisier. Située dans une vallée du massif du Sancy, les nombreuses résidences secondaires et les fortes pentes limitent fortement les parcelles épandables. Sa01 et Sa07 ont des contraintes légales beaucoup moins fortes liées à la pente, ainsi qu'à la présence d'obstacles et d'habitations. En pratique, la surface épandable des trois exploitations s'approche toutefois des 75 % de la SAU. Sa04 s'affranchit en effet fréquemment des limites de distances d'épandage par rapport aux tiers, en particulier lorsque les résidents secondaires sont absents (soit hors vacances scolaires majoritairement) et que le risque conflictuel est minime. Aucune distinction dans la gestion de la fertilisation, selon que les parcelles soient en propriété, en location familiale ou en location à des tiers, n'a été observée.

Les bâtiments d'élevage sont très différents dans les trois exploitations, allant du plus rudimentaire (Sa04) au plus fonctionnel (Sa01 et Sa07). Chez Sa01, les vaches laitières sont en logette avec aire paillée et raclage au tracteur. Le fumier est stocké sur une fumière couverte, les jus étant récupérés dans la fosse des eaux vertes et blanches. Les génisses sont sur aire paillée. Le travail lié aux effluents s'effectue quasi-exclusivement avec le tracteur.

Chez Sa07, les vaches sont sur aire paillée avec une partie sur caillebotis devant le cornadis et l'aire d'attente. La fosse sous bâtiment de 490 m³ permet d'attendre environ 2 à 3 mois avant vidange. Les génisses sont à l'attache dans l'ancien bâtiment d'élevage. Le travail a été facilité par l'installation d'un évacuateur à fumier débouchant sur une fumière de 35 m² avec récupération des jus dans l'ancienne fosse couverte de 250 m³. Là aussi, la majeure partie du travail lié aux effluents s'effectue avec le tracteur.

En revanche, chez Sa04, la priorité a été d'améliorer la récolte du fourrage en raison du peu d'espace disponible à l'époque. Les exploitants se sont alors orientés vers du séchage en grange, mais ont gardé l'ancien bâtiment pour les animaux. Tous les animaux sont ainsi à l'attache avec reprise manuelle du fumier et évacuation à la brouette sur la fumière extérieure (environ 25 m). Les jus sont récupérés et stockés sous la fosse couverte de 60 m³, qui collecte également les eaux blanches. Ce travail d'astreinte particulièrement pénible est assuré par le mari de Sa04 en hiver, période où il faut curer matin et soir et où les quantités sont importantes. Lorsque seules les vaches laitières sont à l'attache, Sa04 se charge elle-même de cette astreinte laissant à son mari les « travaux des champs ». Le fumier et le lisier de Sa04 recevaient autrefois du Bactériolit notamment pour limiter les odeurs. Pour des questions de coût et d'efficacité, Sa04 est passé désormais à un produit agréé agriculture biologique à base d'argile et d'algues, qu'elle donne à boire aux vaches, pour une efficacité « a priori identique ».

Sur les trois exploitations, le fumier est le principal effluent produit avec 55 à 70 % des effluents produits sur les exploitations (260 à 1 000 t de fumier). Le lisier produit (200 à 550 m³) est considéré comme très peu fertilisant car composé essentiellement des jus du fumier, des eaux blanches et des eaux vertes.

Chez Sa01 et Sa07, l'épandeur de 6 t est en propriété. Sa04, en raison de ses difficultés financières, utilise un très vieil épandeur de 1,5 t et, lorsque les finances le permettent, fait appel à une entreprise avec un épandeur de 6 t. Pour le lisier, l'entraide est de mise. Sa01 emprunte gracieusement à son frère une tonne de 8 m³, plutôt que d'utiliser sa tonne de 4 m³ peu pratique. Sa07 emprunte une tonne de 6 m³ à un voisin, auquel il prête en retour son épandeur. Sa04 utilise une vieille tonne de 2 m³ pour des raisons techniques (aucune restriction technique), mais aussi financières (difficulté à renouveler le matériel).

Sa07 emmène immédiatement le fumier au champ lors du curage. Le transport en remorque limite fortement le salissement des routes, limitant de fait les récriminations autrefois nombreuses. La multiplication des tas ne lui revient, par ailleurs, pas plus cher, lorsqu'il fait appel à la CUMA de compostage du Puy-de-Dôme, que s'il faisait un unique tas. Le fumier de l'exploitation est composté pour tout ou partie du fumier, selon les conditions climatiques. Le compostage doit amener notamment un assainissement des adventices (problème récurrent de grande Berce sur l'exploitation) et une diminution des volumes pour limiter la charge de travail.

Pour ces trois exploitants, la fertilisation organique est la base de la fertilisation de l'exploitation. Le fumier est géré d'une façon propre à chaque exploitation. Sa07 apporte le fumier à 30 t/ha ou le compost à 20 t/ha, dose importante pour ce type de produit ; Sa01 privilégie des doses beaucoup plus faibles avec 10 à 12 t/ha de fumier ; Sa04 privilégie les apports plus importants à 20 t/ha de fumier pour apporter suffisamment d'azote aux parcelles fauchées. Le lisier, ou purin suivant les exploitations et les périodes de production, est épandu lui aussi à des doses différentes selon les exploitants : 20 m³/ha pour Sa01, 30 à 40 m³/ha pour Sa04 (ce qui fait 15 à 20 voyages par hectare avec le matériel en propriété) et 25 m³/ha pour Sa07. Les exploitants recherchent un équilibre entre travail nécessaire et valeur fertilisante apportée par l'effluent. Cet équilibre est très différent selon les exploitations et leurs particularités.

Pour des raisons différentes, les apports dus à la fertilisation minérale de synthèse sont très variables. Sa04 n'en apporte pas en raison de l'orientation biologique de l'exploitation. Sa07 a particulièrement étudié sa fertilisation minérale avec la Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme et, sur les conseils du technicien, fait une impasse systématique en P et K sur les parcelles avec apport organique. Il apporte par contre 50 UN en une fois, sous forme d'ammonitrate pour limiter les coûts. Sa01, peu intéressé par la gestion des effluents d'élevage, suit scrupuleusement les consignes données par le même technicien. Les apports sont ainsi limités à 40 à 60 UN, 5 à 15 UP et 10 UK

pour les parcelles avec apport organique. Il ne tient cependant pas compte des recommandations quant à la forme des engrais et privilégie bien souvent des engrais ternaires plutôt que des engrais simples.

Avec, en moyenne, 3,5 à 6 t de MS par ha et par an en foin séché en grange, l'autonomie fourragère est assurée pour les exploitations conventionnelles. Elle n'est cependant pas atteinte pour Sa04, en agriculture biologique, qui doit racheter annuellement d'importantes quantités de fourrage. Les exploitants respectent globalement la législation, hormis les distances aux habitations, en particulier Sa04 et Sa07 plus concernés. Chaque année, environ 80 % de la surface épandable en pratique est couverte par un apport organique. Le travail effectué sur les 2 exploitations conventionnelles avec le technicien de la Chambre entraîne une diminution de la fertilisation minérale azotée et une fertilisation phospho-potassique proche de zéro. La maîtrise des coûts de la fertilisation minérale est particulièrement recherchée chez Sa07. Le temps de travail consacré à la gestion des effluents est très variable suivant les exploitations. Faible chez Sa01 qui dispose de bâtiments et d'équipements fonctionnels, le travail consacré à la gestion des effluents est très important chez Sa04 avec, en hiver, un travail d'astreinte pouvant dépasser les deux heures journalières. Sa priorité est donc de réduire ce travail et de consacrer plus de temps à la transformation, largement plus bénéficiaire à l'exploitation. Cela passera essentiellement par des investissements dans les bâtiments et le matériel d'épandage.

423. Groupe Sancy 2 : des effluents d'élevage bien intégrés dans la gestion de la fertilisation, des pratiques minimisant les temps de travaux pour assurer la transformation fromagère et les autres activités d'élevage

Le groupe Sancy 2 (cf. Figure 5.33) est constitué de deux exploitations, Sa03 et Sa08, en agriculture conventionnelle. L'atelier principal de ces exploitations est constitué par 60 à 110 vaches laitières, nourries essentiellement à l'enrubannage et au foin (+ ensilage d'herbe pour Sa08). Environ 90 à 95 % du lait produit chaque année, est transformé sur place en saint-nectaire. Le peu de lait non-transformé est vendu à la laiterie ; il est généralement produit le dimanche, jour de « pause » pour la transformation fromagère. Ces exploitations, situées à environ 1 000 m d'altitude pour 1 100 mm de pluviométrie moyenne, possèdent chacune un atelier secondaire d'élevage. Pour Sa03, il s'agit de 40 vaches allaitantes valorisant les parcelles les plus éloignées. Chez Sa08, c'est un atelier porcin hors-sol, engraisant environ 1 100 porcs par an. À l'origine, les animaux valorisaient le petit-lait issu de la transformation. L'activité a progressivement évolué pour aboutir à deux bandes par an de 550 porcs, engraisés de 8 à 110 kg. Avec 2,8 UTH / 100 ha de SAU en moyenne, la main-d'œuvre est nombreuse, mais peu disponible en lien avec les astreintes dues à la production laitière, la transformation et l'éclatement des sites.

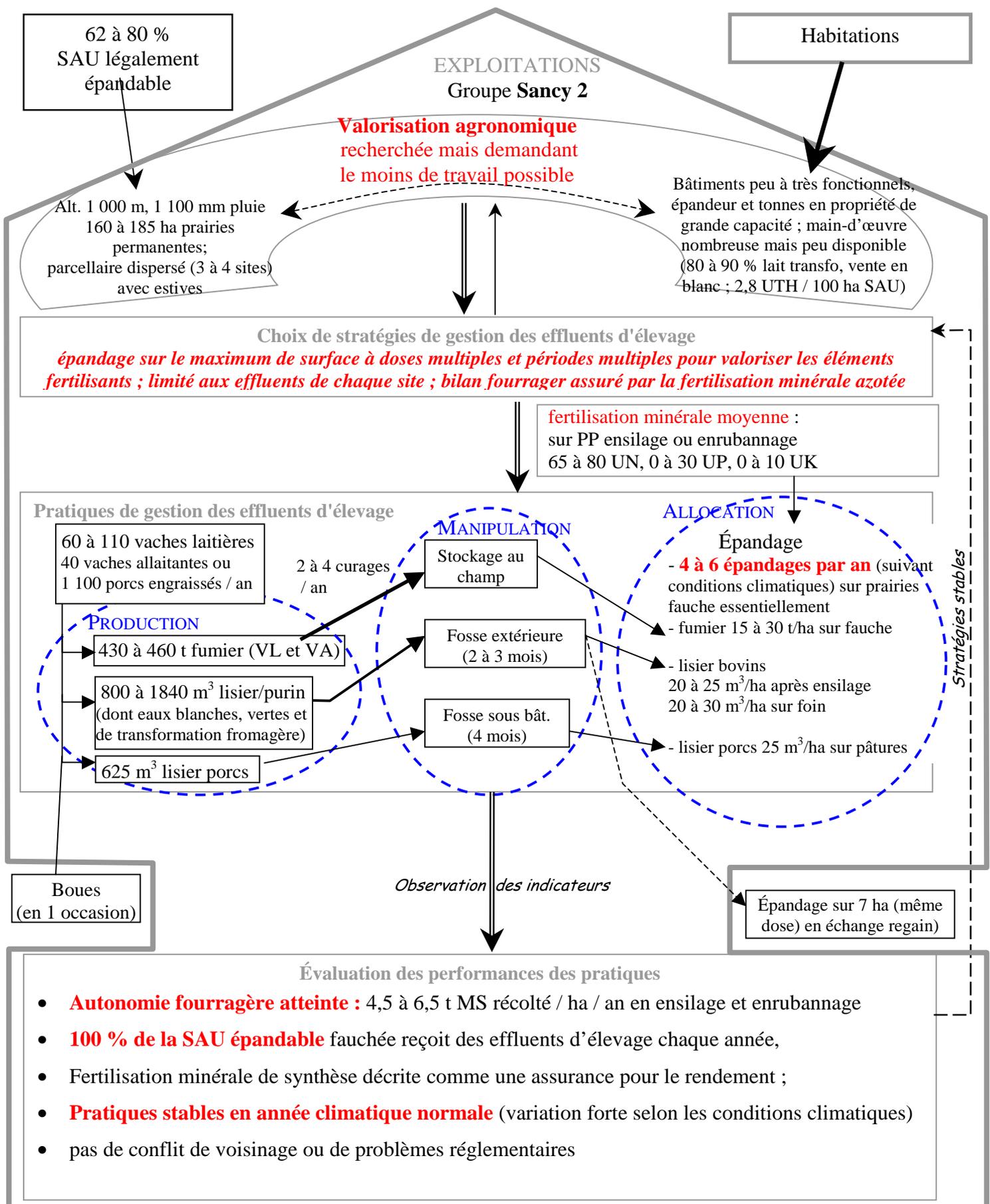


Figure 5.33 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Sancy 2

La SAU de 172 ha en moyenne, constituée exclusivement de prairies permanentes, est en effet éclatée en plusieurs sites, à l'intérieur desquels les parcelles sont groupées. Chez Sa03, l'exploitation de 160 ha est ainsi divisée en 4 sites :

1. Le site principal de 60 ha, épandable à 75 %, avec le bâtiment vaches laitières (logettes paillées avec couloir raclé), l'atelier de transformation et les habitations. Une fosse à lisier non couverte de 600 m³ est adjacente aux bâtiments. Annuellement, la production d'effluents d'élevage est estimée par la Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme à 180 t de fumier et 630 m³ de lisier. Du 15 mai au 15 août, les vaches sont traitées au champ avec une salle de traite mobile. Le volume de lisier produit est donc faible car uniquement constitué par le lactosérum et les eaux de lavage de l'unité de fabrication fromagère. Depuis 3 ans, la totalité du lisier produit reçoit, avant épandage, du Saniblanco[®] olfac de la société Agriculture Balthazard et Cotte, à raison d'environ 7 kg/m³. Ce produit, très satisfaisant d'après l'agriculteur, est un dihydroxyde de calcium permettant de désodoriser, enrichir, liquéfier et remonter le pH du lisier. Auparavant, il mettait du Physalg 15, engrais à base de maërl et de phosphate naturel (15 % de P₂O₅), pour enrichir le lisier et neutraliser le pH (valeur neutralisante de 30). Il est passé au Saniblanco[®] car l'engrais ne se mélangeait jamais correctement avec le lisier et restait au fond de la fosse. Le gain de phosphore attendu n'a jamais été confirmé par les analyses de lisier, incitation supplémentaire à l'arrêt de cette technique.
2. Un 1^{er} site secondaire de 44 ha (épandable à 85 %), à 6 km vers le sud, où sont élevées les génisses laitières (étable entravée avec chaîne de curage et aire paillée ; stockage de fumier sur aire stabilisée sans récupération des jus) ; en été, les vaches laitières peuvent être emmenées sur ce site en été. La production annuelle d'effluents est estimée à 260 t de fumier.
3. Un 2^{ème} site secondaire de 46 ha (épandable à 95 %), à 6 km vers le nord, valorisé par les vaches allaitantes (étable entravée avec grille à lisier et fosse couverte d'environ 100 m³) ; le lisier est dilué par adjonction d'eau potable (10 min/j soit 120 L/j environ) et 3 tonnes de 8 m³ d'eau pour 5 mois, soit un taux de dilution très élevé d'environ 28 %. La production est d'environ 20 t de fumier et 170 m³ de lisier, dilution comprise, par an.
4. Un site d'estives de 10 ha à 17 km, valorisé par les génisses allaitantes. Théoriquement épandable, il ne reçoit jamais d'effluents en raison de son éloignement.

L'exploitation de Sa08 comporte également quatre sites :

1. Le site principal de 132 ha (60 % épandable) comprend les quatre bâtiments. Les parcelles étant contiguës, les exploitants le gèrent comme un site unique.
 - o un site principal comprenant le bâtiment des vaches laitières (525 m² d'aire paillée et couloir raclé, avec fosse à lisier de 410 m³), l'atelier de transformation et les habitations des associés ; le raclage a lieu tous les deux jours en hiver et une fois par semaine en été. Le curage de l'aire paillée nécessite 2 jours de travail (hors travaux d'astreinte, soit environ 14 heures) avec le télescopique de l'exploitation ;

- à 1 km, le site du bâtiment porcin (fosse sous caillebotis de 360 m³) ;
 - à 0,5 et 2 km, deux bâtiments bovins plus anciens (étables entravées avec grille à lisier et fosse couverte d'environ 130 m³), destinés aux génisses et vaches en attente. Le lisier issu de ces bâtiments est dilué comme chez Sa03, mais dans des proportions inconnues de l'agriculteur rencontré.
2. Le deuxième site de 7 ha (30 % épandable), à 5 km, est destiné à la pâture des génisses.
 3. Le troisième site de 13 ha à 15 km (85 % épandable) est destiné à la fauche.
 4. Le quatrième et dernier site de 33 ha (70 % épandable), à 25 km, est utilisé pour la fauche et la pâture des génisses.

La production totale d'effluents d'élevage est estimée à 430 t de fumier, 1 840 m³ de lisier de bovins et 625 m³ de lisier de porcs par an (Bodet et al., 2001).

À terme (horizon 2020), les deux exploitants envisagent un regroupement de tous les bâtiments bovins sur le site principal. La construction d'un nouveau bâtiment limiterait en effet les déplacements et simplifierait nettement le travail. Chez Sa03, la gestion de la fertilisation organique devra être complètement réaménagée.

Cette dispersion dans l'espace des sites entraîne des pratiques de gestion différenciée des effluents. Les restrictions à l'épandage sont dues à la présence de pentes et d'habitations, ainsi qu'à l'envahissement des terrains par les genêts. Pour les sites secondaires, la présence de bâtiments sur le site influe fortement sur le classement des terrains comme épandables en pratique. Chez Sa03, les sites 2 et 3 reçoivent régulièrement des effluents, ceux-ci étant produits à proximité. Pour eux, la distance de 6 km serait rédhibitoire si les effluents n'étaient pas produits sur ces sites. L'épandage se fait majoritairement avec une tonne à lisier de 8 m³. Les agriculteurs utilisent également une tonne de 2 m³ permettant l'épandage sur des terres théoriquement non épandables. Malgré une capacité faible, cette tonne permet de valoriser le lisier à proximité sans se déplacer sur un autre site. Cette utilisation différenciée permet de valoriser au mieux le lisier, Sa03 indiquant ainsi qu'il vaut mieux procéder de la sorte : « on ne va pas le jeter dans le lac ».

Chez Sa08, la distance n'est pas un frein majeur à l'épandage, mais influe sur la fréquence d'apport. Les terres épandables situées sur les sites secondaires ne reçoivent qu'une année sur trois (au mieux, une sur deux) du lisier. L'épandage sur des terrains très éloignés est permis par l'utilisation d'une tonne de grande capacité (11,5 m³) « limitant » le nombre de voyages. Il se fait par ailleurs concomitamment à l'épandage sur le site principal, effectué avec une tonne plus petite (8 m³) pour optimiser le temps de travail lié aux effluents. Par ailleurs, les exploitants n'hésitent pas à emmener du fumier sur les parcelles les plus éloignées, à raison d'un apport tous les 5 ans. Pour limiter les frais, ils louent alors un semi-remorque qui transporte le fumier sur les parcelles concernées.

Le fumier est épandu avec un épandeur de 5 t en propriété pour Sa03 et 7 t en CUMA pour Sa08. Aucune distinction dans la gestion de la fertilisation n'est a priori faite selon le mode de faire-valoir des parcelles.

Chaque année, Sa08 épand environ 200 m³ de lisier sur 7 ha de prairies permanentes appartenant à un voisin. En échange, il peut récolter le regain de ces parcelles à l'automne. Cet arrangement verbal n'est pas mentionné dans le cahier d'échange. Sa08 a bénéficié d'un épandage gracieux des boues de la station d'épuration voisine en 2004. Les volumes impliqués lui étaient cependant inconnus. Il reste à l'affût d'autres matières organiques disponibles susceptibles de fertiliser les terres de l'exploitation à un moindre coût, en particulier pour les sites les plus lointains.

Chez Sa03 comme chez Sa08, la fertilisation organique et minérale est raisonnée selon des objectifs agronomiques de production. Suivant les résultats, la fertilisation pratiquée est reconduite ou modifiée pour Sa08, qui estime en être capable avec 20 ans de recul. Il s'appuie également sur les valeurs fertilisantes des effluents diffusées par l'antenne locale de la Chambre. Les pratiques sont enregistrées sur papier selon le modèle diffusé par la DDEA du Puy-de-Dôme. Le logiciel Planfum a été acheté depuis 2 ans, mais jamais utilisé. Chez Sa03, le raisonnement de la fertilisation s'appuie sur l'expérience et sur le plan d'épandage écrit par la Chambre lors de la mise aux normes. Les pratiques sont enregistrées sur un petit cahier « maison » avant d'être retranscrites dans le logiciel Planfum[®] avec le technicien du Contrôle Laitier ou de l'EDE. Sa03 s'assure ainsi d'avoir un cahier d'épandage en règle.

La fertilisation sur ces deux exploitations passe par l'épandage des effluents d'élevage sur un maximum de surface, complétée par une fertilisation azotée de synthèse moyenne et une fertilisation phospho-potassique nulle à faible.

Chez Sa03, le fumier est épandu à 15t/ha, le lisier à 20 m³ selon l'effluent disponible, sans cumul des apports organiques sur une même parcelle. La comparaison du prévisionnel de fertilisation fourni par la Chambre d'Agriculture avec les épandages réalisés par Sa03 (cf. tableau 5.9) éclaire les informations dont dispose l'agriculteur pour raisonner son épandage et les pratiques qu'il met en place.

site	type		surface épandue		dose épandue en t/ha ou m ³ /ha		quantité totale apportée par parcelle en t ou m ³		Date épandage	
	effluent	surface	prévision	réalisée	prévision	réalisée	prévision	réalisée	prévision	réalisé
site 1 (vaches laitières)	fumier	pâturage		0,88		15		13		fin mars
		2 coupes enr + foin	7,05	2,26	25	15	176	34	mars	fin mars
	lisier	pâturage	16,03	15,56	7	3,2	112	50	mars	mi-avril
		1 à 2 coupes enr + foin	18,99	23,78	25	20	475	476	mars	fin mars à fin avril
site 2 génisses	fumier	1 à 2 coupes enr + foin	18,53	19,88	13	10 ou 15	241	224	fév. ou mars	-
site 3 (VA)	fumier	2 coupes enr + foin	1,42	3,09	14	10	20	31	mars	-
	lisier	2 coupes enr + foin	7,73	7,38	20	20	155	148	mars	-

tableau 5.9 : Comparaison du prévisionnel d'épandage fourni par la chambre d'agriculture du Puy-de-Dôme avec les épandages réalisés par Sa03 (détail par site, par effluent et par nature de parcelle)

Contrairement aux observations habituelles, l'exploitant épand des doses quasi systématiquement inférieures aux doses proposées par le technicien. La dose épandue de 3,2 m³ sur pâturage peut s'expliquer de deux façons : soit Sa03 utilise la tonne de 2 m³, ce qui représente 25 voyages, soit une petite partie de la parcelle de 15 ha a été épandue à des doses supérieures, la moyenne baissant la dose théorique. Ce choix délibéré d'épandre à des doses inférieures permet d'augmenter la surface couverte en produits organiques. Sur le site 1, l'importante variation entre le stock de fumier prévu et le fumier utilisé (- 130 t), s'explique par un report de l'épandage du fumier à une période ultérieure. Le fumier curé en janvier n'était pas épandable en raison de conditions climatiques rendant impraticable les terrains (épaisse couche de neige). En avril, une petite partie seulement du fumier a été épandue, Sa03 manquant de temps pour épandre la totalité. Le fumier a donc été stocké au champ pour un épandage prévu entre octobre et décembre, période plus propice à l'épandage pour Sa03 aussi bien pour les conditions climatiques que pour la durée supérieure de dégradation du fumier. Avec ces pratiques, Sa03 couvre une part importante de sa surface épandable (cf. Tableau 5.10).

Site	surface épandable		surface épandue tout effluent)		% surface épandue / épandable	
	fauche	totale	fauche	totale	fauche	totale
site 1 (vaches laitières)	26	45	26	42,5	100 %	94%
site 2 (génisses)	25	37	20	20	80%	54 %
site 3 (vaches allaitantes)	25	44	10,5	10,5	42%	24 %

Tableau 5.10 : Surface épandable et surface épandue d'après le cahier d'épandage de 2005 de Sa03

Sur tous les sites, les surfaces de fauche sont très nettement privilégiées. Cela confirme la prise en compte des restitutions au pâturage par Sa03, comme mentionnée lors de l'enquête. Les chiffres observés montrent aussi l'absence de transfert d'effluents d'un site à l'autre. L'objectif pour Sa03 est d'utiliser les effluents sur les sites respectifs de production pour assurer la production fourragère nécessaire au fonctionnement autonome de chacun de ces sites. Pour cela, il utilise quatre types d'intrants.

Particulièrement inquiet du pH de ces parcelles, il apporte tout d'abord du lithotamne à 250-300 kg/ha/an sur la quasi-totalité des parcelles. Sur les prairies fauchées les plus productives, Sa03 apporte 40 UN en avril, puis de nouveau 25 UN après la coupe en juillet, généralement sous forme de sulfate-ammo 21. Les parcelles moins productives reçoivent généralement 45 UP sous forme de Physalg15 en avril, apport complété éventuellement par 30 UN de sulfate-ammo 21, toujours en avril. Les parcelles de pâture reçoivent 50 UN sous forme de Nutrigrass (20-0-0 + 21 % de Soufre), auquel s'ajoute pour les plus productives, 20 UP sous forme de Physalg15.

Sa03 est particulièrement satisfait de sa fertilisation minérale qui assure une bonne production fourragère et un « bon état » des prairies. Les techniciens de la Chambre et de l'EDE sont beaucoup plus partagés. Pour eux, c'est un mode de fertilisation qui revient particulièrement cher à Sa03. L'emploi d'engrais simples en lieu et place des ces formules composées économiseraient théoriquement plus de 6 600 € par an contre un coût actuel annuel de 12 600 €. L'argument économique n'était pas suffisant pour que Sa03 envisage de modifier ces pratiques. L'augmentation du prix des engrais ces dernières années a cependant pu modifier cette approche.

Sa08 présente le même type de pratiques à quelques nuances près. Il estime en effet qu'en présence d'un apport organique, l'apport d'un engrais azoté seul est suffisant, le phosphore et la potasse étant apportés par ailleurs. Le lisier de porcs est apporté à 25 m³/ha, le lisier de bovins à 20, 25 et 30 m³/ha, la dose diminuant avec l'éloignement des parcelles et la baisse du niveau d'intensification. Le fumier est apporté sur les parcelles les plus intensives à raison de 30 t/ha tous les 3 ans (pas d'apport de lisier cette année là sauf exception). De la chaux est également apportée tous les 3 ans à raison de 1 t/ha. L'azote est épandu sous forme d'ammonitrate avec 80 UN sur les prairies d'ensilage (deux apports de 50 UN et 30 UN après coupe) et de 30 à 60 UN sur les prairies de foin (second apport si prévision de pluie). Les pâtures reçoivent une année le lisier de porcs et, l'année suivante, un engrais complet 15-11-22 à 150 kg/ha pour les pâtures des génisses ou 100 à 200 kg d'ammonitrate pour les pâtures des vaches laitières. Cette différenciation s'explique pour l'agriculteur par des rejets supérieurs des animaux adultes.

Avec en moyenne 4,5 à 6,5 t de MS par ha et par an en ensilage ou enrubannage, l'autonomie fourragère est atteinte chaque année. La quasi-totalité de la surface épandable fauchée reçoit des effluents d'élevage chaque année. La fertilisation minérale de synthèse, en particulier la fertilisation

azotée, est décrite comme un facteur d'assurance du rendement. Malgré un éclatement du parcellaire en différents sites, les exploitants cherchent à valoriser au mieux leurs effluents, soit site par site (Sa03), soit par l'emploi de matériel de grande capacité (Sa08). Si ce dernier n'est pas confronté à des problèmes de voisinage, Sa03 avoue des tensions régulières avec les résidents secondaires « parisiens ». Ce ne sont pas des plaintes, mais des récriminations dues à la présence de mouches et aux odeurs dégagées par le stockage et l'élevage. Sa03 les accepte mal car ces « râleurs » sont les petits-fils d'anciens paysans qui ont oublié leurs origines et la réalité de l'activité agricole. Pour l'instant, Sa03 ne compte pas aménager ses pratiques sous la pression de gens présents un à deux mois par an. En l'absence de problèmes réglementaires ou de conflits de voisinage, leurs pratiques sont évaluées comme stables. Elles peuvent cependant varier selon les conditions climatiques, en particulier du point de vue des périodes d'apport.

424. Groupe Sancy 3 : une valorisation agronomique primordiale associée à une faible utilisation des engrais minéraux et à la maîtrise des nuisances, si nécessaire

Le groupe Sancy 3 (cf. Figure 5.34) est constitué de quatre exploitations : Sa05, Sa06 et Sa09, en agriculture conventionnelle, et Sa02 en agriculture biologique. Sa05, Sa06 et Sa09 élèvent une quarantaine de vaches laitières, Sa06 ayant en plus un second troupeau de 25 vaches allaitantes. Elles sont situées à 900 m d'altitude en moyenne pour 1 100 mm de pluviométrie. Sa02 élèvent 32 vaches allaitantes à seulement 800 m d'altitude pour 650 mm de pluviométrie. L'alimentation est basée sur le foin et l'enrubannage. Malgré des orientations et situations très différentes, ces exploitations ont été regroupées en raison de leurs pratiques de gestion globalement similaires.

La main-d'œuvre disponible, en moyenne de 2,1 UTH/100 ha de SAU, varie de 1 à 3 UTH/ 100 ha de SAU, la main-d'œuvre augmentant avec l'activité laitière et la faible praticité des bâtiments. La SAU de 80 ha en moyenne (variation de 50 à 100 ha) est constituée exclusivement de prairies permanentes, regroupées en quasi-totalité autour des bâtiments d'exploitations. Sa06 et Sa09 disposent cependant d'estives éloignées valorisées par les vaches allaitantes pour Sa06 et par la traite au champ pour Sa09.

En moyenne, 60 % de la SAU est légalement épandable, mais cela cache de très fortes variations, Sa04 ne pouvant épandre que sur 20 % alors que Sa05 dispose de 80 % de sa SAU. Les restrictions sont, sans préjuger de leur importance, les habitations, la pente, la distance aux bâtiments, l'accessibilité et la praticabilité des parcelles et les rivières. Sa06 doit ainsi adapter ses pratiques de gestion sur son estive en bord d'un lac classé en zone Natura 2000. S'il s'autorise les engrais minéraux jusqu'aux berges du lac, il garde, pour l'épandage de fumier, les distances réglementaires estimées « à vue d'œil », le lac étant particulièrement surveillé. Sa05 respecte particulièrement les distances aux cours d'eau, car il estime qu'épandre à proximité, c'est « chercher le bâton pour se

faire battre ». Les distances d'épandage par rapport aux habitations sont beaucoup moins respectées. Pour ne pas avoir d'ennuis et être « citoyen », Sa05 porte attention aux jours d'épandages et aux conditions climatiques ; il privilégie ainsi un épandage unique par parcelle, hors week-end, peu avant la pluie pour limiter les odeurs. Globalement, il trouve les gens compréhensifs vis-à-vis des épandages, mais s'inquiète des personnes voulant construire à moins de 100 m de son nouveau bâtiment. Pour l'instant, ils construiront en connaissance de cause, mais quid de l'évolution de leur perception ou de l'arrivée de nouveaux habitants après la revente de la maison ? En tant que jeune agriculteur ayant eu des difficultés à s'installer, Sa02 a récupéré des terres agricoles délaissées pour leur forte pente ou leur proximité aux habitations. Le premier critère ne peut être résolu que par des réaménagements de l'agriculteur. Pour résoudre le problème de la distance aux tiers, Sa02 a choisi de composter la totalité de son fumier.

Les bâtiments d'élevage de ce groupe vont du plus ancien au plus récent, tous les degrés de fonctionnalité étant présents. Chez Sa02, les animaux sont logés sur une aire paillée intégrale, curée 2 fois par an par le voisin et son télescopique. Le bâtiment a été pensé pour faciliter le paillage, maintenir l'aire d'alimentation propre sans balayer, curer facilement le fumier et le stocker contre le bâtiment pour limiter les déplacements.

Sa05 dispose de trois bâtiments. Le bâtiment principal, utilisé depuis 2006, comporte une aire paillée et un couloir caillebotis avec une fosse intérieure de 250 m³. Pour faciliter le malaxage et la reprise du lisier, la fosse est équipée d'un mur de refends et d'un broyeur immergé. Le second bâtiment comporte une vingtaine de places à l'attache avec grille à lisier et fosse extérieure couverte de 70 m³. Hormis le nettoyage des grilles par arrosage (niveau de dilution inconnue), ce bâtiment est assez fonctionnel d'après l'agriculteur. Le dernier bâtiment est le plus ancien et le moins fonctionnel. Une cinquantaine de vaches sont entravées dans ce bâtiment, bas de plafond (moins de 1,8 m de hauteur), mal ventilé et sans équipement de curage ou de stockage du fumier. L'évacuation des effluents se fait manuellement deux fois par jour dans un épandeur à vis des années 1960 d'environ 2,5 m³ de capacité. Selon le nombre d'animaux présents dans le bâtiment, cet épandeur doit être vidé deux à trois fois par semaine quelles que soient les conditions climatiques. Dès que possible, ce bâtiment utilisé depuis 20 ans par l'agriculteur sera abandonné ou, au moins réaménagé, l'astreinte liée aux effluents étant devenue insupportable.

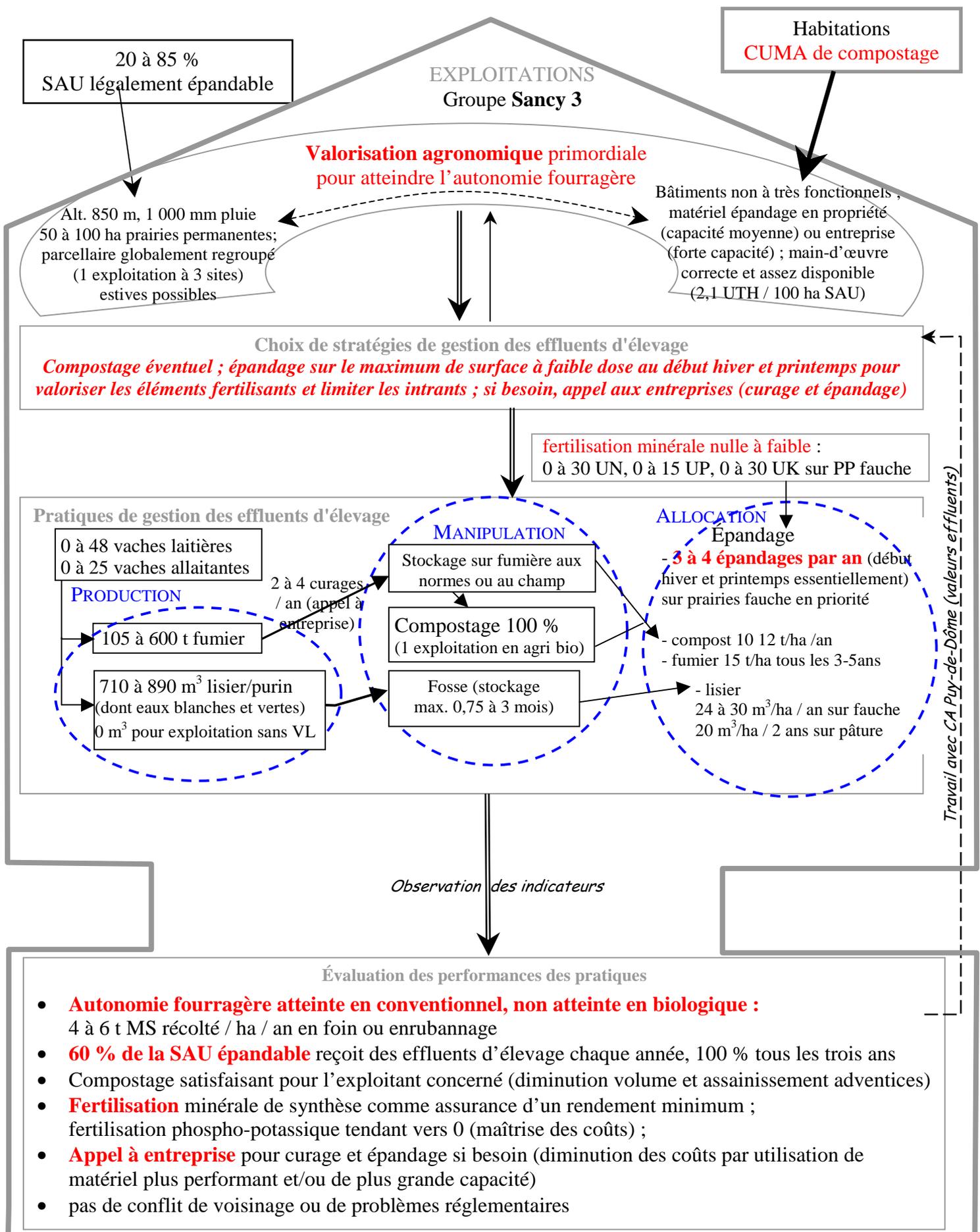


Figure 5.34 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Sancy 3

Sa06 dispose de deux bâtiments côte à côte. Le bâtiment des vaches laitières, construit en 2000, est fonctionnel avec des animaux à l'attache et un évacuateur à fumier. Le fumier est stocké sur une fumière bétonnée de 50 m² avec une fosse sous-jacente de 100 m³. Le second bâtiment, plus ancien, accueille les vaches allaitantes à l'attache avec grille à lisier à l'arrière. Une première fosse de stockage de 50 m³ a été aménagée dans le bâtiment et est reliée à une seconde fosse couverte de 100 m³. Ces deux bâtiments ne nécessitent qu'un travail d'astreinte minimum d'après Sa06. Il regrette cependant les trop faibles capacités de stockage du fumier (2 mois) et du lisier (3 mois) qui l'obligent à épandre dans des conditions parfois non optimales.

Sa09 dispose également de deux bâtiments assez fonctionnels. Le bâtiment des 45 vaches laitières est une stabulation libre à logettes sciurées, avec raclage des couloirs au tracteur. Le lisier produit est stocké dans une fosse extérieure couverte de 90 m³. Pour être pompé, le lisier est dilué entre 4 et 5 % avec de l'eau potable. La faible capacité de la fosse demande une vidange toutes les 3 semaines quelles que soient les conditions climatiques. Le second bâtiment comporte 20 places sur grille à lisier et 20 places sur paille, nécessitant un curage manuel, matin et soir. Le fumier est stocké sur une fumière extérieure de 65 m² avec fosse sous-jacente de 130 m³. La fosse de plus grande capacité donne une plus grande latitude à Sa09 pour effectuer les épandages.

Pour épandre, les exploitants disposent de matériel d'épandage en propriété et de faible capacité (moins de 5 t). Sa06 fait également appel à une entreprise qui dispose d'un épandeur de 14 t. Cela soulage sa charge de travail en lui permettant de faire épandre 23 ha à 14 km en 1,5 jours. L'entreprise met environ 1h10 par voyage contre 1h00 pour l'agriculteur (6 t par voyage). Les tonnes à lisier sont également en propriété avec une capacité comprise entre 4,5 et 8 m³. Sa05 et Sa09 tiennent compte des difficultés de remplissage en estimant le remplissage inférieur, respectivement, de 12 et 3 % par rapport à la capacité constructeur. Suite aux bénéfices constatés avec le fumier, Sa06 pense faire appel à l'avenir à l'entreprise pour épandre le lisier.

Les exploitants visent tous une valorisation maximale des effluents pour atteindre l'autonomie fourragère. Cela passe par un taux de couverture annuel des surfaces épandables d'environ 60 %. Si nous excluons les épandages à fréquence élevée dus aux faibles capacités de stockage, les exploitants privilégient 3 à 4 périodes d'épandage par an : fin d'automne – début hiver (oct. à janv.), milieu d'hiver (fév. - mars), printemps (avril - mai) et éventuellement, après la première coupe en juillet. Le fumier est apporté à environ 15 t/ha avec une fréquence d'apport variant entre 3 et 5 ans. Sa02 apporte son compost à 10-12 t/ha/an en janvier. Le lisier est apporté à des doses variant de 12 à 30 m³/ha selon les exploitations et le niveau de production des parcelles (fauches prioritaires, puis pâtures).

Les trois exploitations conventionnelles privilégient des apports faibles d'engrais minéraux de synthèse pour assurer un rendement minimum. L'essentiel des nutriments doit être apporté par les

apports organiques. Les doses ne dépassent pas 30 UN, 15 UP et 30 UK par ha et par an. La forme de ces engrais n'est pas fixée par les agriculteurs qui, selon les opportunités, le prix et les conseils des technico-commerciaux, utilisent une formule ou une autre. Une formule ternaire est le plus souvent privilégiée.

Avec en moyenne 4 à 6 t de MS par ha et par an en fauche, l'autonomie fourragère n'est atteinte que pour les exploitations en agriculture conventionnelle. Sensibilisés aux problèmes environnementaux, ils respectent ou aménagent leurs pratiques d'épandage selon les circonstances. Environ 60 % de la surface épandable est couverte chaque année, 100 % tous les 3 ans. Ces exploitants ont tous montré un faible intérêt pour la tenue de leur cahier d'épandage, Sa05 invoquant même un « manque d'attrait financier ». Aucune des pratiques n'a pu être corroborée par l'analyse de cahiers d'épandage, même anciens. Aucun exploitant n'a souhaité en effet nous laisser le cahier d'épandage pour une étude approfondie, argumentant que ce dernier n'était pas à jour ou par soi-disant peur d'un contrôle. Malgré le fort taux de pénétration de la Chambre d'Agriculture dans ces exploitations, aucun exploitant n'avait par ailleurs souhaité investir dans le cahier d'épandage informatisé Planfum.

Malgré une importante diversité de bâtiments, les pratiques observées sur ces exploitations semblent globalement identiques. La gestion des effluents est un acte prioritaire pour assurer un rendement fourrager optimum, avec des coûts d'engrais réduits.

425. Groupe Sancy 4 : des contraintes allégées, une distribution des effluents d'élevage selon la distance au bâtiment et la productivité des parcelles

Le groupe Sancy 4 (cf. Figure 5.35) est constitué de deux exploitations, Sa10 et Sa11, en agriculture conventionnelle. Situées à 750 m d'altitude, ces exploitations bénéficient d'une pluviométrie d'environ 750 mm/an. Malgré deux orientations différentes, Sa10 élevant 74 vaches laitières et 25 taurillons alors que Sa11 s'occupe de 85 vaches allaitantes, ces exploitations sont regroupées en raison de leurs pratiques de gestion globalement similaires. L'alimentation est basée sur l'ensilage de maïs et d'herbe, auquel s'ajoutent l'enrubannage et le foin. La majeure partie des concentrés est assurée par les céréales de l'exploitation.

Chez Sa11, la main-d'œuvre est peu nombreuse avec 0,8 UTH / 100 ha de SAU, au contraire de Sa10 qui, avec 2,9 UTH / 100 ha de SAU, dispose d'une importante main-d'œuvre, en lien avec les contraintes dues à la production laitière. La SAU de 120 ha en moyenne (136 ha pour Sa10, 101 pour Sa11) se répartit entre les prairies permanentes (30 % environ), les prairies temporaires (40 à 60 %) et les cultures (10 à 30 %). Le parcellaire de ces deux exploitations est dispersé dans l'espace avec des parcelles à 20 km pour Sa10 et 13 km pour Sa11. Les terres exploitées à proximité des

bâtiments représentent 60 % de la SAU chez Sa10 et 70 % chez Sa11. Les parcelles à 20 km de Sa10 constituent la quasi-totalité des parcelles en cultures et une grande partie des surfaces en prairie temporaire. Le parcellaire est également très morcelé, Sa11 exploitant ainsi 58 îlots, parfois subdivisés en 2 à 3 parcelles. La SAU légalement épannable est importante puisqu'elle représente 95 % de la SAU totale chez Sa10 et 80 % chez Sa11. Les restrictions sont dues à la présence de rivières, de pentes et, pour une très faible part, à quelques habitations. En pratique, chez Sa10, la SAU épannable est beaucoup plus réduite, notamment lorsque la distance bâtiments-parcelles dépasse 3 kilomètres. La SAU épannable est alors réduite à 60 % de la SAU. A contrario, Sa11 indique épancher sur les parcelles indépendamment de la distance bâtiment-parcelle. Il indique également ne faire aucune distinction dans la gestion de la fertilisation selon que les parcelles soient en propriété, en location familiale ou en location à des tiers.

Les bâtiments d'élevage étant très différents dans les deux exploitations, ils seront présentés successivement. Chez Sa10, le bâtiment principal est constitué d'une stabulation libre de 78 logettes sciurées, avec raclage automatique des couloirs deux fois par jour. La sciure est épanchée manuellement à raison d'une remorque de 12 m³ tous les 15 jours. Le lisier ainsi produit est stocké dans une fosse extérieure non couverte de 700 m³. Les eaux vertes et eaux blanches sont également dirigées vers cette fosse. Les taurillons, les génisses et les veaux sont logés sur deux aires paillées de 64 et 32 places, distantes d'une centaine de mètres. Ces aires sont curées deux à trois fois par an, le déclenchement ayant lieu lorsque le fumier atteint l'aire d'alimentation. L'exploitant estime que la production annuelle de fumier et de lisier est respectivement, d'environ 360 t et 1 620 m³.

Sa11 dispose de deux sites d'exploitations distants d'1,5 km environ. Le site principal comprend une stabulation libre sur aire paillée de 720 m² (soit 86 places) construite au début des années 90 et agrandie en 2002. Il comprend également un autre bâtiment de 1905 comportant une étable entravée d'une dizaine de places et une aire paillée (6 places). Ce bâtiment peu pratique a été aménagé avec un évacuateur pour simplifier le travail, auparavant entièrement manuel. Le fumier ainsi produit est stocké sur une fumière bétonnée de 50 m² avec une fosse de récupération des jus de 50 m³. Le curage est déclenché dès que la hauteur d'accumulation de la litière est supérieure à la marche donnant accès aux cornadis, soit environ quatre fois par an.

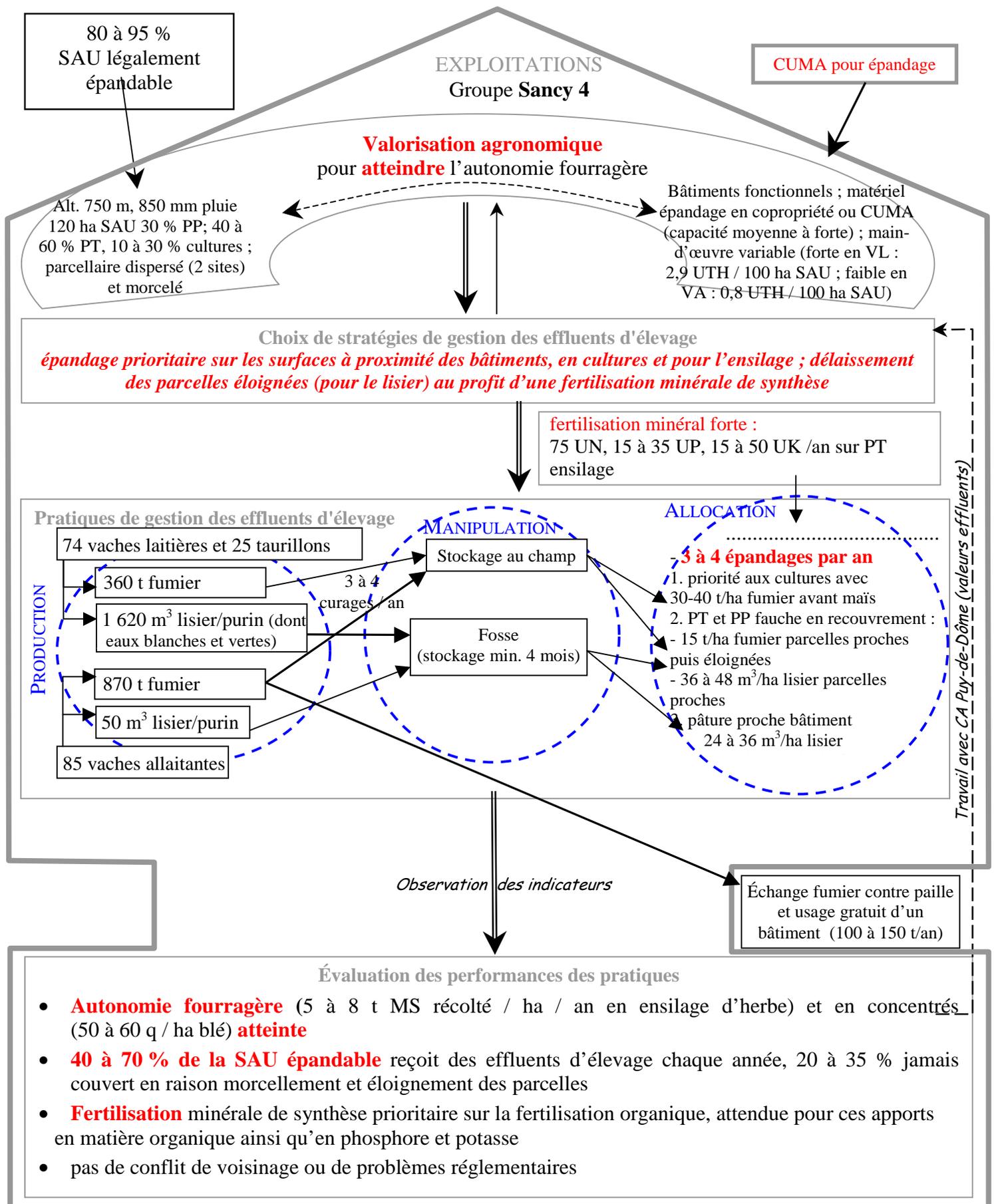


Figure 5.35 : Stratégies de gestion des effluents d'élevage du groupe Sancy 4

Le site secondaire est composée d'une stabulation libre paillée de 150 m² (16 places). Il est loué gracieusement à un voisin agriculteur ayant arrêté les vaches allaitantes en échange du fumier produit du mois de février jusqu'à la sortie des animaux (soit 50 à 60 t). Cet agriculteur s'en sert pour fertiliser son jardin et quelques parcelles de cultures. Sur tous les bâtiments, la production de fumier est ainsi estimée à 870 t, celle de lisier à environ 40 m³.

Le matériel d'épandage de Sa10 provient de la CUMA locale (épandeur de 12 t et tonne à lisier de 12 m³). Sa10 estime ainsi doubler la capacité du matériel qu'il aurait pu avoir en propriété. Chez Sa11, l'épandeur de 6 t et la tonne à lisier de 4 m³ sont en copropriété avec, respectivement, 1 et 3 voisins. Pour Sa11, la co-propiété permet d'optimiser l'utilisation du matériel et de diminuer les frais sans immobiliser de l'argent sous forme de parts sociales

Chez Sa10 comme chez Sa11, et malgré des besoins et des effluents d'élevage différents, la fertilisation organique et minérale est raisonnée selon des objectifs agronomiques de production. Suivant les résultats, la fertilisation pratiquée est reconduite ou modifiée au « feeling » pour Sa11 ou avec l'aide d'un technicien de coopérative pour Sa10. Les teneurs en éléments fertilisants des effluents d'élevage sont issues des références techniques présentes dans les cahiers d'épandage diffusés par la Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme.

Une fois curé, le fumier est immédiatement emmené et stocké sur les futures parcelles d'épandage ou directement épandu. Sur les deux exploitations, le fumier est attribué prioritairement au maïs à raison de 30-40 t/ha mi-avril avant le semis. Chez Sa10, la quasi-totalité du fumier est ainsi écoulée. Chez Sa11, le fumier est ensuite utilisé pour faciliter l'implantation de l'orge (20t/ha en mars) ou en recouvrement sur les prairies temporaires de fauche (15 t/ha en février, mars et avril). S'il reste du fumier, il est épandu sur les pâtures à raison de 15 t/ha. La fréquence des apports passe néanmoins d'une fois par an pour les surfaces de fauches à une fois tous les trois ans pour les pâtures. Le lisier chez Sa10 est épandu sur les parcelles à raison de 3 à 4 tonnes (soit 36 à 48 m³) à lisier sur les parcelles de fauche et 2 à 3 tonnes (soit 24 à 36 m³) sur les pâtures. Les doses les plus importantes sont apportées sur les parcelles les plus proches des bâtiments, puis diminuent avec l'éloignement.

La fertilisation organique est couplée à une importante fertilisation minérale de synthèse, chargée d'assurer la majeure partie du rendement. Sur maïs, les exploitants estiment que la fertilisation organique couvre les besoins en phosphore et potasse. Ils apportent cependant 75 à 90 unités d'azote sous forme d'urée ou de sulfammo pour couvrir les besoins en azote. Pour les céréales, Sa10 couvre la totalité des besoins avec la fertilisation minérale (35 UN, 30 UP, 15 UK). Sa11 tient compte des apports du fumier et privilégie une formule sans azote, pour limiter les phénomènes de verse mais riche en phosphore et potasse (apport de 40 UP et 60 UK). Il estime en effet que le fumier contient trop peu ces éléments et que, de plus, il les libère trop lentement.

La fertilisation minérale sur les prairies est importante chez Sa10 comme chez Sa11. On distingue cependant une nuance en lien avec les effluents d'élevage disponibles. Malgré un effluent où l'azote minéral est important, Sa10 privilégie un apport annuel sur les prairies d'ensilage à raison de 75 UN, 15 UP, 15 UK après la 1^{ère} coupe. Les prairies de fauche reçoivent généralement les mêmes doses d'engrais minéraux, la distinction se faisant sur les doses de lisiers apportées. Sa11 estime que le fumier permet de couvrir une part importante des besoins en phosphore et potasse. Il apporte néanmoins en complément 70 UP et 105 UK tous les 2 à 3 ans comme assurance du rendement, ce qui correspond à des apports annuels supérieurs à Sa10. Annuellement, il apporte également 80 UN sur les prairies d'ensilage et 50 UN sur les fauches. Les pâtures doivent se contenter sauf exception des restitutions au pâturage.

Le niveau de fertilisation organique et minérale est particulièrement élevé sur ces exploitations. Craignant les pénuries de fourrage, les deux exploitants pratiquent des fertilisations d'assurance doublement coûteuse en engrais minéral et en fourrage produit, celui-ci étant régulièrement jeté d'une année sur l'autre.

Avec en moyenne 5 à 8 t de MS par ha et par an en ensilage et 50 à 60 q/ha de blé, l'autonomie fourragère et en concentré est atteinte, voire largement dépassée, chaque année. Les stocks des années précédentes sont alors vendus si besoin. En raison d'une surface épandable importante légalement et en pratique, les exploitants respectent globalement la législation, hormis les distances aux habitations. Environ 40 à 70 % de la surface épandable est couverte chaque année. Cependant, parmi les parcelles susceptibles de recevoir des effluents d'élevage, 20 à 35 % ne reçoivent jamais rien, notamment pour des raisons de distance au lieu de production. Malgré l'emploi du logiciel de fertilisation Planfum acheté directement à la Chambre pour Sa10 ou dans le cadre d'un CAD pour Sa11, la fertilisation semble trop importante au vu des besoins fourragers des exploitations. La variable d'ajustement est essentiellement la fertilisation minérale et les doses d'effluent apportées. Le temps de travail consacré à la gestion des effluents est considéré comme moyen « ni trop, ni trop peu » d'après Sa10.

Malgré deux ateliers d'élevage différents à l'origine d'effluents d'élevage distincts, ces deux exploitations présentent des caractéristiques similaires dans leur raisonnement de la fertilisation organique et dans leur gestion (exclusion des parcelles lointaines notamment). Les contraintes plus faibles donnent une latitude supplémentaire, caractérisée par la présence de cultures. Alors qu'ils cherchent économiquement à rentabiliser le matériel d'épandage (CUMA et copropriété), la faible couverture de la surface contredit cette recherche. La distribution des effluents d'élevage s'effectue selon la distance au bâtiment et la productivité des parcelles.

43. Analyse de données pour le Sancy

431. Des bâtiments allant du non-fonctionnel au très fonctionnel

Parmi tous les bâtiments visités, nous avons vu des bâtiments très fonctionnels avec des aménagements spécifiques pour les effluents d'élevage tels la fumière couverte chez Sa01. Ce sont souvent des bâtiments récents ou qui ont été agrandis en pensant aux animaux, mais aussi au bien-être des hommes. Les agriculteurs justifient en effet la praticité des bâtiments pour la gestion des effluents d'élevage. Si le bâtiment se cure bien, que le lisier s'évacue sans intervention humaine supplémentaire, ce sont autant de points potentiellement négatifs qui sont supprimés dans le travail quotidien et annuel. Si les bâtiments paraissent fonctionnels, nous avons cependant vu lors du suivi que des inconvénients peuvent apparaître à l'usage, inconvénients souvent mésestimés par les agriculteurs.

Nous avons également vu des bâtiments que nous qualifierons de non-fonctionnels. Ce sont notamment les bâtiments où le curage est manuel. L'ancienneté du bâtiment n'est pas toujours corrélée à sa non-fonctionnalité. Ainsi le bâtiment de Sa04 date des années 1970. Le curage manuel était encore la norme à cette époque pour 22 à 30 % des bâtiments (Lablanquie et al., 1988). En l'absence de modernisation, ces bâtiments existent toujours aujourd'hui et présentent les mêmes inconvénients. Chez Sa05, le bâtiment date de 1850. Ce n'est plus qu'un bâtiment secondaire, mais son niveau d'occupation (environ 50 % des places prises pendant l'hiver, soit environ 20 animaux) en fait un inconvénient majeur pour l'agriculteur. En effet, dans ces bâtiments souvent bas de plafond pour conserver la chaleur des animaux et au sol irrégulier en pavés ou galets, la gestion des effluents d'élevage est une corvée quotidienne. A l'opposé, Sa07 a lui aussi un bâtiment datant de 1850 environ. Son père a réaménagé le bâtiment dans les années 1980 en passant les animaux à l'attache sur grille à lisier et en recreusant le sol pour augmenter la hauteur de plafond. Ces travaux rendent le bâtiment fonctionnel même si la gestion des effluents demande plus de travail que dans un bâtiment neuf.

Les deux cas les plus extrêmes ne doivent pas masquer la présence fréquente sur les exploitations d'un bâtiment secondaire peu fonctionnel en sus du bâtiment principal. En effet, si les agriculteurs préfèrent le plus souvent construire un nouveau bâtiment adapté aux normes actuelles de bien-être des animaux et de l'exploitant, fonctionnel pour un usage mécanisé (désileuse, pailleuse...), ce bâtiment n'est pas toujours de dimension suffisante pour accueillir tous les animaux. Le bâtiment secondaire permet de pallier ce défaut à moindre coût et malgré ses inconvénients d'usage.

Ces problèmes de bâtiment sont renforcés dans plusieurs exploitations par des capacités de stockage insuffisantes. 75 % des fosses ont moins de quatre mois de stockage, alors qu'il serait nécessaire pour une utilisation agronomique optimum, tenant compte des conditions climatiques difficiles, d'avoir une capacité de stockage de 6 à 7 mois.

L'importante disparité des bâtiments est le reflet de nos observations sur la région du Sancy. L'âge des bâtiments, les aménagements qui ont pu y être faits, les capacités de stockage et les pratiques propres à l'agriculteur aboutissent à un éventail d'effluents et de fonctionnalités, qu'il faut gérer au mieux. En cela, le Sancy est le territoire, parmi les trois enquêtés, qui présente la plus grande diversité de situations observables. Ceci est notamment dû à un héritage historique de vieux bâtiments et de système de production à double troupeaux avec transformation fromagère.

432. Du matériel d'épandage aux performances contrastées

Le matériel d'épandage utilisé par les agriculteurs est très variable. Nous avons vu du matériel antédiluvien avec un épandeur à caisson étanche et vis d'alimentation chez Sa08 ou un épandeur à fumier à un hérisson horizontal de 1,5 t de capacité chez Sa03, matériels qui permettent d'épandre l'effluent sans aucun respect de dose ou de répartition au sol. Nous avons également vu du matériel de grande capacité très performant : bras de pompage sur la tonne à lisier ou hérissons verticaux et table d'épandage sur l'épandeur à fumier. Cet écart dans le matériel utilisé est essentiellement dû au facteur financier. Les exploitants avec le matériel le moins performant venaient de s'installer sur des exploitations anciennes où les derniers investissements dataient d'au moins vingt ans. Les effluents étant placés très bas dans l'ordre de priorité des investissements à effectuer, le matériel d'épandage est souvent récupéré auprès de voisins et utilisé jusqu'à usure complète.

La seconde particularité du massif du Sancy est le faible recours à la CUMA. Sur onze exploitations, deux utilisent un épandeur en CUMA (soit 18 % des exploitations). Une de ces exploitations utilise également une tonne en CUMA. Les exploitants privilégient du matériel en propriété globalement peu utilisé sur une année entière, car il est toujours à leur disposition. Cet argument est quelque peu fallacieux pour au moins deux exploitations qui en plus d'un épandeur de faible capacité, font appel à une entreprise avec un épandeur de forte capacité. L'épandage du lisier est exclusivement effectué par les exploitants (y compris avec le matériel de la CUMA). Un exploitant a ainsi indiqué que le produit pose suffisamment de problèmes pour ne pas le confier à n'importe qui.

Une fois encore, des trois territoires enquêtés, le massif du Sancy présente la plus grande diversité d'équipements mobilisés pour l'épandage. Ces différences d'âge et de capacité dans les matériels s'expliquent également par un héritage historique, notamment des investissements sur l'exploitation. Lorsque les exploitants ont « hérité » d'une exploitation où les investissements ont été rares, ils disposent le plus souvent de matériels anciens et performants, tout le contraire des exploitations où les investissements ont été récurrents.

433. L'enregistrement des pratiques avec le logiciel Planfum

4331. Un logiciel produit et diffusé par les Chambres d'Agriculture

Planfum® est l'outil choisi par la Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme pour aider les agriculteurs à gérer leur fertilisation. Ce logiciel, développé conjointement par les Chambres d'Agriculture de l'Allier et de la Haute-Vienne, était au départ un outil de gestion de la fertilisation. Il a désormais beaucoup évolué et comporte d'autres outils d'aide à la gestion parcellaires et au suivi administratif de l'exploitation.

Annoncé comme un logiciel technique facile d'accès, Planfum est généralement vendu avec deux journées de formation complète que les agriculteurs choisissent ou non d'effectuer. Une fois que l'agriculteur a choisi, en début de campagne, son assolement et ses objectifs de rendements, le logiciel donne des conseils de fertilisation établis suivant la méthode COMIFER pour P&K et suivant la méthode des bilans pour l'azote. Ces conseils doivent permettre de valoriser au mieux les effluents d'élevage et d'apporter un complément minéral adapté, dans un objectif final de réaliser des économies (calcul des charges opérationnelles et des marges brutes par parcelle).

Les enregistrements sont faits par type de produit (fumier, lisier...) ou par type d'intervention (épandage effluents d'élevage, coupe de foin...). Une fois la date, la dose et les éventuels commentaires saisis, l'agriculteur attribue l'action aux parcelles concernées. En cas de contrôle administratif, Planfum produit les documents nécessaires, en particulier le cahier d'épandage.

4332. Un logiciel bien diffusé, moins utilisé

Si le logiciel Planfum est particulièrement performant et répond parfaitement aux exigences réglementaires, il mérite néanmoins quelques réflexions quant à son utilisation.

Trois catégories d'agriculteurs connaissent Planfum. Cinq exploitants le connaissent, mais ne veulent pas l'acheter par refus de l'outil informatique ou car ils trouvent l'investissement trop important pour le résultat obtenu. Deux exploitants l'ont acheté et se sont formés, mais gardent une version papier. Pour eux, le logiciel ne constitue souvent qu'une perte de temps car il faut se souvenir de son fonctionnement et parce qu'il reprend, à l'identique, les données marquées sur le cahier ou la feuille d'épandage. De plus, la fertilisation prévue est selon eux trop risquée pour qu'ils l'essayent sur leur parcelle. Les pratiques proposées doivent être incompatibles avec les pratiques réelles dont l'origine a pu être dissimulée ou mal comprise. Elles peuvent être également trop différentes des pratiques de l'agriculteur pour que celui-ci s'y retrouve pleinement et ose les essayer. Tous les exploitants dans ce cas avaient dépassé 40 ans, ce qui peut expliquer la faible familiarisation avec l'outil informatique.

La dernière catégorie d'agriculteurs est celle des agriculteurs utilisant habituellement Planfum, soit quatre exploitations. Bien qu'ils disposent d'un cahier d'épandage théoriquement aux normes, nous n'avons pu obtenir que 3 cahiers sur 4 exploitations. Le quatrième exploitant a indiqué n'en avoir aucune version imprimée et n'a pas souhaité nous le montrer sur ordinateur.

Les trois exploitants ayant permis l'accès aux cahiers ont donné chacun la dernière année enregistrée⁸¹, soit 2006 pour Sa01, 2005 pour Sa03 et 2004 pour Sa07. Sa01 a par ailleurs donné son plan de fumure prévisionnel pour 2007, outil essentiel pour lui qui indique suivre scrupuleusement les recommandations du technicien. Les années enregistrées sont donc bien différentes selon les exploitations. Cela s'explique par les fréquences de passage des techniciens. En effet, tous les exploitants indiquent n'éditer leur cahier d'épandage qu'une fois celui-ci vérifié par le technicien de la Chambre, de l'EDE ou du Contrôle laitier. C'est pour les agriculteurs une étape indispensable pour éviter toute désillusion lors d'un contrôle ultérieur. Malgré une expérimentation en cours, Sa07 indique ainsi ne pas avoir pris le temps d'aller en formation sur Planfum en 2007 pour le mettre à jour et l'éditer, ce qui explique l'année 2004 du cahier.

Le logiciel est donc bien diffusé avec un taux de pénétration de 55 % sur notre échantillon. Son utilisation est cependant moindre : seulement 66 % des acheteurs l'utilisent réellement.

4333. Des informations nombreuses que l'agriculteur doit trier

Un seul cahier d'épandage complet nous a été donné, celui de Sa03. Sa01 et Sa07 ont donné un cahier d'épandage comprenant uniquement les apports réalisés en comparaison du plan de fumure prévisionnel. Ils ont indiqué ne pas imprimer le reste du cahier d'épandage, car ce sont des informations qu'ils trouvent globalement inutiles.

Un cahier d'épandage type (cf. Annexe 5 : Cahier d'épandage de Sa03) comporte de multiples informations, certaines destinées selon nous au technicien et au contrôleur plus qu'à l'agriculteur.

Le cahier commence par un rappel des caractéristiques générales de l'exploitation :

- SAU totale et UGB à hiverner, chargement animal et SPE
- Utilisation des surfaces (pâturage, prairie 1 coupe, prairie 2 coupes...)
- Stocks fourragers (par type de fourrage)
- Effluents d'élevage (appelés engrais de ferme) théoriquement produits
- Engrais minéraux de synthèse utilisés avec rappel du coût d'achat de ces engrais
- Rappel sur les économies possibles par l'achat d'engrais de synthèse simples et par la valorisation des effluents d'élevage, dont une valeur théorique en euros est calculée.

Le logiciel calcule ensuite un bilan global pour l'azote, le phosphore, le potassium, le magnésium, ainsi que la valeur neutralisante des produits apportés. Ce bilan commence par les apports par hectare épandable, se poursuit par un bilan d'ensemble (apports – pertes) et se termine par les apports conseillés et leurs coûts. Une autre page est consacrée au bilan entrées/sorties de l'azote selon l'utilisation des parcelles et à une approche théorique du taux de nitrates dans l'eau de lessivage.

⁸¹ Enquêtes réalisées en 2007

Le cahier d'épandage proprement dit arrive ensuite. Sur une même ligne (cf. Figure 5.36), l'agriculteur identifie sa parcelle (surface, utilisation, rendement fourrager prévu et réalisé) et les pratiques réalisées (date, nature et quantités par ha). Le plan de fumure prévisionnel est rappelé entre les deux pour que l'agriculteur puisse comparer avec ses propres pratiques. L'azote utile apporté est également noté. Les agriculteurs ont indiqué que les incohérences entre le prévisionnel et le réalisé étaient le plus souvent constatées lors de l'édition du cahier. Même chez Sa01 qui indique suivre les consignes au mieux, nous avons constaté des écarts. Rappeler le prévisionnel ne sert pour eux qu'à compliquer la lecture. Cela est surtout destiné au technicien ou au contrôleur.

<i>Parcelles</i>	<i>PLAN de FUMURE PREVISIONNEL</i>	<i>Azote utile /ha</i>	<i>CAHIER D'EPANDAGE (date,nature et quantités par hectare)</i>	<i>Azote utile /ha</i>
<i>1a NP le clos 4.00 Ha</i>	<i>300 Kg LITHOTAMNE 400 GR</i>		<i>08 avr. 05 250 Kg LITHOTAMNE 400 GRA</i>	
	<i>200 Kg Sulfate ammo 21</i>	<i>42</i>	<i>13 avr. 05 20 m3 Lisier de bovin</i>	<i>32</i>
	<i>25 m3 Lisier de bovin</i>	<i>40</i>	<i>21 avr. 05 400 Kg Sulfate ammo 21</i>	<i>84</i>
<i>Prairie P 6.6 TMS/Ha (prévu TMS/Ha) 2 coupes Enrubannage + Foin (précédent : Prairie P 2 coupes Enrubann</i>	<i>Azote total /ha 42 minéral + 100 organique = 142 u/Ha 42 minéral + 50 organique = 92 u/Ha (PDR)</i>	<i>82</i>	<i>Azote total /ha 84 minéral + 80 organique = 164 u/Ha 84 minéral + 40 organique = 124 u/Ha (PDRN)</i>	<i>116</i>

Figure 5.36 : Extrait du cahier d'épandage de Sa03

Le cahier d'épandage se poursuit ensuite par un bilan des apports et pertes par utilisation (pâture, fauche) en spécifiant dans les apports, la part des effluents d'élevage. Deux pages sont ensuite consacrées à la répartition par utilisation culturale des effluents d'élevage et des engrais minéraux de synthèse. Il se conclut enfin par un schéma localisant dans le temps les différents volumes d'effluents d'élevage apportés.

Au vu de ce cahier d'épandage complet, deux choses sont à signaler. Tout d'abord et comme les agriculteurs l'ont mentionné, ce logiciel est un aide performant au technicien et au contrôleur quant à la validité et à la régularité réglementaire des pratiques. Dans le cas de Sa03, seul 40 % du cahier d'épandage l'intéressait directement. Le restant était pour lui un moyen pour le technicien de l'aider à améliorer ses pratiques.

Le second point est, qu'à l'intérieur même du cahier d'épandage, les informations fournies par le logiciel sont trop nombreuses pour que l'agriculteur puisse identifier rapidement ses erreurs et ses progrès. Sa01 ne semble pas vraiment comprendre ses apports puisqu'il suit scrupuleusement les indications sans recul sur ces pratiques. Sa03 et Sa07 attendent le passage d'un technicien qui les aidera à interpréter le cahier. Avec le décalage observé des enregistrements, ce décryptage arrive entre 2 et 3 ans après les pratiques réalisées. C'est un laps de temps trop long pendant lequel des pratiques inadaptées peuvent être poursuivies. L'outil informatique n'est donc qu'un instrument certes performant, mais qui demande un travail supplémentaire à l'agriculteur comme au technicien pour être totalement valorisé. Dans la plupart des cas, il n'apporte pas systématiquement une aide appropriée aux agriculteurs, du moins dans les conditions observées d'usage.

44. Conclusion partielle

Parmi tous les territoires enquêtés, le massif du Sancy présente les situations les plus variées et contrastées avec des exploitations aux bâtiments vétustes et peu pratiques jusqu'aux exploitations aux bâtiments récents et fonctionnels, voire avec une coexistence des deux dans une même exploitation. Cela s'explique notamment par la diversité des systèmes de production : lait avec ou sans transformation fromagère, viande... Cette explication n'est néanmoins pas suffisante car alors les pratiques de gestion seraient regroupées par système. Or, si l'on prend le groupe 3, il y a une exploitation exclusivement vaches allaitantes, une vaches laitières, et deux avec un double troupeau. D'autres facteurs dont la récurrence des investissements expliquent ces différences. Ce massif est donc une image réaliste de la diversité observable dans des zones de montagne selon les systèmes de production et le niveau de développement des exploitations.

5. CONCLUSION GENERALE DU DISPOSITIF D'ENQUETES

L'ensemble des enquêtes réalisées sur tous les territoires montre une importante diversité, certes liée à la localisation géographique des exploitations et au système de production qui conditionnent l'effluent principal, mais aussi à d'autres facteurs plus ou moins soupçonnés : qualité et capacité du matériel d'épandage, surface réglementairement épandable, activité agritouristique, gestion des tensions avec les autres usagers de l'espace...

L'application de notre modèle conceptuel de gestion des effluents d'élevage à chaque groupe d'exploitations met en relief l'importance de la finalité agronomique annoncée par tous les exploitants. Cela conforte notre hypothèse de départ sur l'importance du facteur agronomique. Cependant, cette mise en valeur de l'axe agronomique peut être due à une orientation très, voire trop technique, de notre questionnaire d'enquête. Une approche plus sociale du questionnaire aurait peut être mieux mis en valeur d'autres facteurs modifiant les pratiques, comme le décalage des épandages hors périodes touristiques, le déplacement des tas de fumier à distance des habitations...

Les enquêtes ont par ailleurs amené d'autres informations intéressantes et parfois inattendues, du moins de notre point de vue. Il en est ainsi de la dilution du lisier en Aubrac, de l'absence de pratiques spécifiques à l'agriculture biologique dans les trois territoires ou de l'observation de matériel très vétuste en Sancy. Cette partie amène également un éclairage nouveau sur les enregistrements des pratiques d'épandage des effluents d'élevage. Nous montrons ainsi que les exploitants n'utilisent pas ou peu leurs cahiers d'épandage pour gérer leurs futurs épandage, que ceux-ci soient sous une forme papier ou informatique. Le cahier d'enregistrement idéal et valorisé par les exploitants nous semblent encore à inventer.

Nous allons maintenant présenter les résultats issus des différentes expérimentations suivies dans une grande partie du Massif central.

Chapitre 6 : Exploitation des résultats des expérimentations suivies

Les résultats présentés ci-après sont extraits du travail effectué par Gandré (2008)⁸² sur la mise au point et la validation de références sur la valorisation des matières organiques en zones herbagères du Massif central.

1. DESCRIPTION PEDO-CLIMATIQUE DES ESSAIS

11. Conditions climatiques des essais

11.1. Deux groupes de sites selon l'altitude

Les expérimentations menées sur neuf sites distincts peuvent être séparées en 2 groupes selon l'altitude. Les sites situés en Ardèche, Creuse, Haute-Loire, Haute-Vienne et Rhône sont situés à une altitude moyenne de 500 m (350 à 650 m) alors que les sites du Cantal, du Puy-de-Dôme et de Lozère (2 sites), sont situés à une altitude comprise entre 850 et 1 200 m. Pour des raisons de commodité, le premier groupe sera dénommé de « plaine » et le second de « montagne », sans que cette terminologie reflète la topographie des sites. Cette différence d'altitude est notamment caractérisée par un écart important et relativement constant de + 5°C entre les sites de montagne et de plaine (cf. Figure 6.1). Les courbes de températures sont en effet quasiment parallèles. Le site ayant les plus basses températures est la Lozère sur le site « Le Viala » (48LV) et celui ayant la plus haute courbe de température est la Creuse (23).

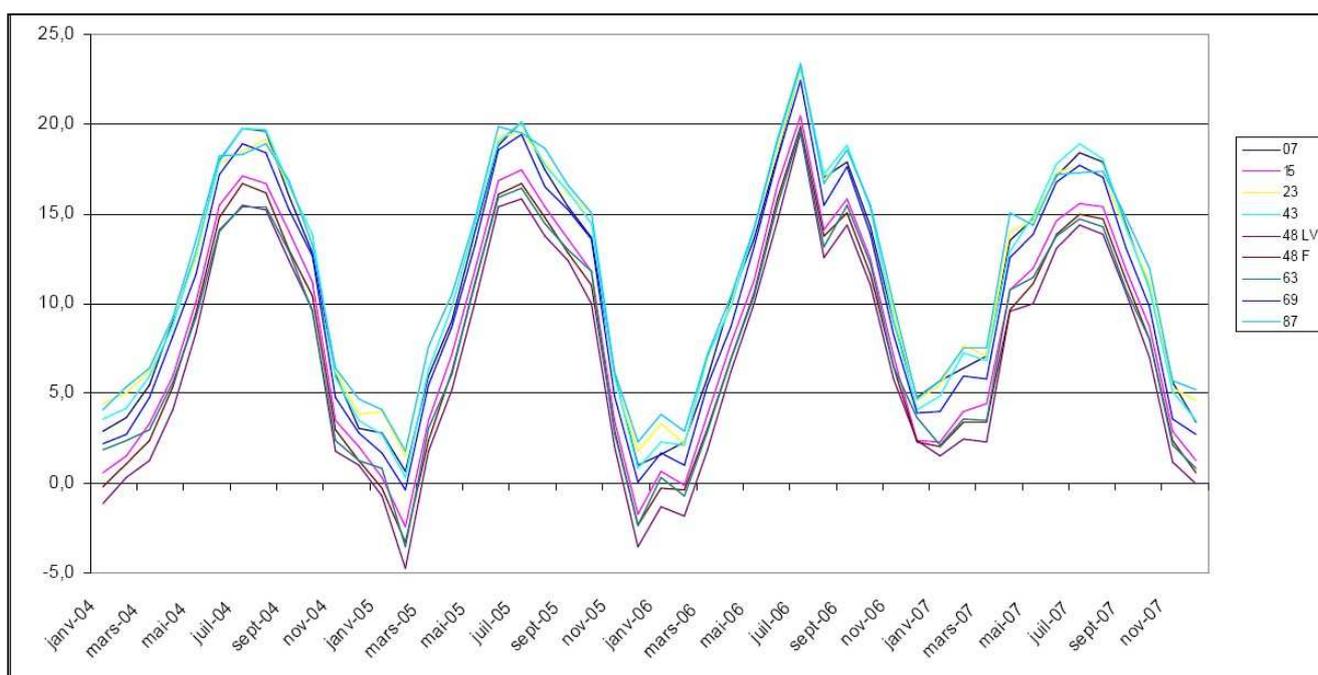


Figure 6.1 : Courbe des températures relevées sur neuf sites d'essai (source : Météo France)

⁸² Ce stage de fin d'étude a été encadré par S. Violleau de la Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme et nous-même.

112. Fréquence des séquences sèches influençant la pousse de l'herbe

En utilisant la méthode de De Montard (1990) et en comptabilisant le nombre moyen de séquences sèches par an pour chaque essai, il apparaît que les expérimentations se répartissent dans 3 zones climatiques dans la mesure où chaque période séchante impacte directement la production fourragère :

- La première zone dite, « séchante » (sites de la Haute-Loire et de la Haute-Vienne), est caractérisée par 2 ou plus séquences sèches, en moyenne et par an.
- La seconde zone qualifiée de « peu séchante » a 1 à 2 séquences sèches par an en moyenne. Les mois de juillet et d'août constituent généralement une de ces séquences sèches. Les sites concernés sont ceux de l'Ardèche, la Creuse, la Lozère (2 sites) et le Rhône.
- La dernière zone dite « humide » est caractérisée par la faible fréquence des séquences sèches (moins d'une par an). La pluviométrie élevée, même en période estivale, permet une pousse régulière de l'herbe. Les expérimentations du Cantal et du Puy-de-Dôme sont représentatives de cette zone.

113. Étude des conditions climatiques sur la période de la pousse printanière

La date moyenne de la 1^{ère} coupe se situe dans la 2^{ème} quinzaine de mai pour tous les essais, à l'exclusion du Puy-de-Dôme qui se situe début juin et la Lozère qui se situe autour du 20 juin (cf. Tableau 6.1). Pour la majorité des essais, la 1^{ère} coupe est donc rattachée à la 1^{ère} période ou séquence météorologique (Avril-Mai).

Département	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	3 ^{ème} année
Ardèche	14 mai	17 mai	12 mai
Cantal	27 mai	23 mai	25 mai
Creuse	25 mai	25 mai	24 mai
Haute-Loire	27 mai	01 juin	06 juin
Lozère Fenestres.	24 juin	27 juin	25 juin
Puy-de-Dôme	03 juin	10 juin	02 juin
Rhône	12 mai	18 mai	15 mai

Tableau 6.1 : Dates de récolte en 1^{ère} coupe et variabilité inter-annuelle

Lorsque le rapport Pluie/ETP est étudié pour cette séquence, il ressort, que sur ces 7 départements et en moyenne, toutes les années sont relativement favorables pour la pousse de l'herbe. La 3^{ème} année d'essai semble un peu plus stressante au niveau hydrique que les années précédentes, tout du moins pour la 1^{ère} coupe (cf. Tableau 6.2).

Département	Pluie / ETP		
	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	3 ^{ème} année
Ardèche	0,69	1,57	0,78
Cantal	0,99	0,75	0,8
Creuse	0,87	0,73	1,02
Haute-Loire	1,03	0,59	0,51
Lozère Fenestres	0,82	0,98	0,48
Puy-de-Dôme	2,86	2,54	1,85
Rhône	0,86	1,45	1,10
Moyenne	1,12	1,16	0,91
Nombre de séquences très sèches (rapport pluie / ETP < 0,6)	0	1	2

Tableau 6.2 : Rapport moyen Pluie/ETP sur la période avril-mai et variabilité inter-annuelle

12. Potentialité agronomique du milieu

Le potentiel de chaque milieu dépend principalement de la production du témoin non fertilisé (T0). Suivant le niveau du témoin, il est possible d'établir le niveau de référence en conditions favorables à la pousse de l'herbe. Sur les 3 ans d'expérimentations, 1,7 coupes ont été effectuées en moyenne sur l'ensemble des essais (cf. Tableau 6.3) pour un rendement de 5,5 t de matière sèche par hectare. Ce rendement élevé pour des parcelles non fertilisées peut s'expliquer par les conditions expérimentales. La fauche basse et régulière, le ramassage complet de l'herbe fauchée sont des facteurs pouvant expliquer de tels rendements, nettement supérieurs aux rendements agricoles dans des conditions culturales similaires. L'écart de rendement entre les départements est assez élevé avec un écart type de 25 % du rendement moyen et un rendement maximal plus de deux fois supérieur au rendement minimal.

Département	Nombre de coupes	Rendement T0 (en t de MS/ha)	Indice de nutrition azoté du T0	Fourniture en azote du T0 (en kg N/ha)
Ardèche	1	5,5	66	101
Cantal	1,7	7,7	66	132
Creuse	2	4,8	58	84
Haute-Loire	1,3	6,4	54	94
Lozère Fenestres	1	3,3	40	44
Puy-de-Dôme	2,3	6,4	70	123
Rhône	2,7	4,5	52	75
Moyenne	1,7	5,5	58	93
Écart type	0,7	1,4	11	30

Tableau 6.3 : Présentation des résultats obtenus sur les témoins non fertilisés (mesure potentialité du milieu)

L'indice de nutrition azoté (INN) de ces témoins est faible puisqu'il n'atteint pas 60. Même dans les cas les plus favorables (Ardèche, Cantal et Puy-de-Dôme), l'INN reste particulièrement faible (≤ 70). L'azote est donc un facteur important dans la limitation du rendement.

Avec 93 kg d'azote par hectare, les fournitures d'azote du sol au témoin sont moyennes, ceci correspondant à un sol intermédiaire ayant un entretien organique moyen (Besnard, 2001). Les écarts sont cependant importants entre des sols pauvres (44 kg N/ha en Lozère) et des sols riches (132 kg N/ha dans le Cantal).

En résumé, les conditions pédo-climatiques sont globalement favorables à la pousse de l'herbe. L'indice de nutrition azotée montre que l'azote est un des principaux facteurs limitant le rendement.

2. COMPOSITION DES PRODUITS ORGANIQUES UTILISES

Les produits organiques utilisés pour cette expérimentation sont d'origine (bovins lait et viande) et de formes différentes (fumier, lisier et compost). Le Tableau 6.4 recense les valeurs moyennes en azote, phosphore et potassium des fumiers, lisiers et composts utilisés. Une analyse a en général été effectuée par type et origine de produit et par année.

Forme	Origine	Origine animale	Nb. analyses	Azote		Phosphore (P ₂ O ₅)		Potassium (K ₂ O)	
				Moy.	écart type	Moy.	écart type	Moy.	écart type
fumier	Expérimentations	lait	10	5,4	1,7	2,7	0,9	8,8	3,3
		viande	12	5,1	1,1	2,2	1,0	6,2	1,9
	(Bodet et al., 2001)	/		4,9 à 5,8		1,7 à 2,3		6,2 à 9,6	
compost	Expérimentations	lait	10	5,8	1,1	3,5	1,1	10,1	4,0
		viande	12	6,2	2,1	3,8	1,6	8,8	3,5
	(Bodet et al., 2001)	/		8		5		14	
lisier	Expérimentations	lait	4	1,5	0,7	0,7	0,2	2,1	0,3
	(Bodet et al., 2001)	dilué		1,6		0,8		2,4	
		pur		4		2		5	

Tableau 6.4 : Teneur moyenne en éléments fertilisants des différents produits organiques

Le fumier de bovins laitiers est légèrement plus riche en éléments fertilisants que le fumier de bovins viande, que ce soit en azote (+ 6 %), en phosphore (+ 23 %) ou en potassium (+ 42 %). Globalement, les teneurs des produits organiques utilisés pour ces expérimentations s'inscrivent dans les normes utilisées par l'Institut de l'Élevage (Bodet et al., 2001) ou par les Chambres d'Agriculture du Massif central (Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme, 2001 ; Chambre d'agriculture de la Loire et Chambre d'agriculture du Rhône, 2006 ; Chambre d'agriculture de Lozère, 2006).

Pour les composts, les teneurs en éléments minéraux varient peu selon l'origine animale. Un compost de bovins laitiers est plus riche en azote (+ 7 %) et en phosphore (+ 6 %), mais plus pauvre en potassium (- 13 %) qu'un compost de bovins viande. Par comparaison à la bibliographie (Callarec, 2000 ; Bodet et al., 2001), les teneurs en éléments fertilisants des composts utilisés sont inférieures, de près de 30 % en moyenne, aux valeurs de référence.

Les teneurs en éléments fertilisants des lisiers de bovins utilisés sont légèrement inférieures (- 10 % environ) aux normes établies pour des lisiers très dilués en système non couverts (Bodet et al., 2001). Néanmoins, les références des Chambres d'Agriculture se basent sur des valeurs plus élevées correspondants à des lisiers presque purs en système couvert. L'utilisation de ces normes pour établir un plan d'épandage semble donc inadéquate, au moins pour les exploitations où ont été suivies les expérimentations. Si les valeurs observées se retrouvent à plus grande échelle, il sera nécessaire de mettre au moins deux normes sur les cahiers d'épandage, une pour le lisier pur et une pour le lisier dilué afin de tenir compte de la forte dilution actuellement sous-estimée des lisiers.

Lors de la construction du dispositif expérimental, l'estimation des doses de fumier, compost et lisier à apporter a été basée sur les données de Bodet et al (2001). La surestimation des teneurs en éléments fertilisants des composts et lisiers par rapport aux valeurs réelles constatées nous a amené à faire des sous-dosage par rapport aux doses d'azote souhaitées par hectare. Dans ce cadre, les placettes, ayant reçu du lisier (pénalisation faible avec 10 % en moins) et du compost (pénalisation forte avec 30 % en moins), devraient présenter des rendements inférieurs aux placettes ayant reçu du fumier.

3. MESURE DES RENDEMENTS PRAIRIAUX

31. Étude des rendements sur 2 départements au contexte particulier

Étant donné l'importance du contexte pédo-climatique, nous nous appuyerons dans cette partie sur une comparaison des résultats de deux sites : un site au contexte favorable, celui du Puy-de-Dôme, et un site au contexte plus difficile, celui du Fenestres en Lozère.

311. Un site au contexte favorable : celui du Puy-de-Dôme (alt. : 1 100 m)

Sur les 3 années d'essais, les parcelles ont été récoltées entre deux et trois fois. Du point de vue climatique, l'année 2004 est normale, 2005 est difficile et 2006 très favorable. En 1^{ère} coupe, les rendements sont assez élevés avec, en moyenne, 4,5 t MS/ha pour le témoin non fertilisé. Le rendement du témoin diminue toutefois au fil de l'essai passant de 5,2 t/ha en 1^{ère} année à 3,9 t/ha en 3^{ème} année. Le rendement moyen du témoin, toutes coupes comprises, atteint cependant 6,4 t MS/ha, ce qui traduit effectivement un contexte pédo-climatique plutôt favorable.

Concernant les simples doses, l'étude des écarts de rendement par rapport au témoin (exprimé en % du témoin non fertilisé) montre qu'en 1^{ère} et 2^{ème} année, les écarts sont relativement constants (cf. Figure 6.2). En 3^{ème} année, ils augmentent fortement.

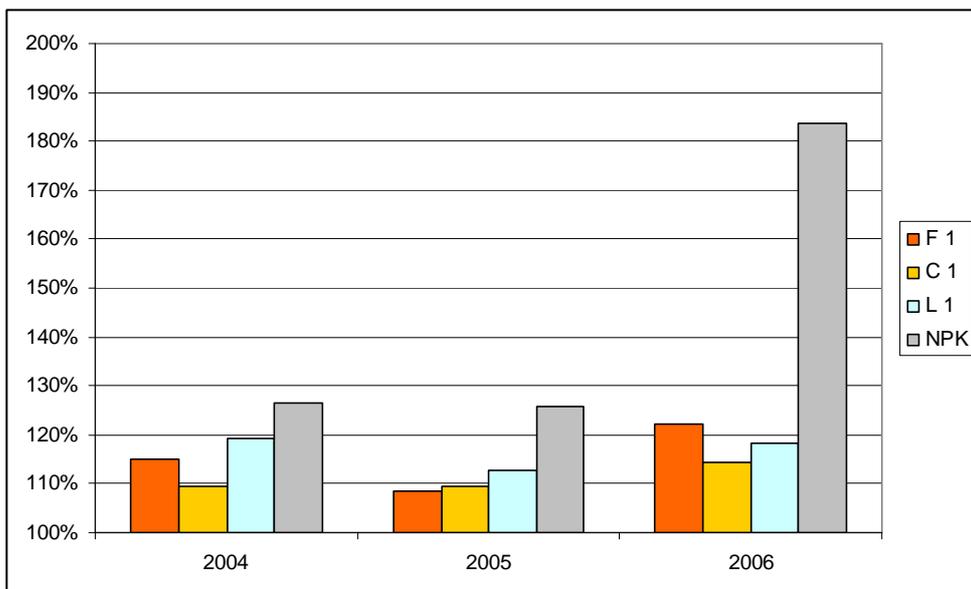


Figure 6.2 : Écart relatif au témoin non fertilisé des rendements des traitements fertilisants fumier, compost, lisier simple dose et engrais minéral de synthèse non limitant, dans le Puy-de-Dôme

Les comparaisons entre traitements mettent en évidence :

- Pour l'engrais minéral de synthèse : un écart de rendement de presque + 30 % pour les 2 premières années et + 84 % en 3^{ème} année.
- Pour les traitements organiques simple dose (fumier 1, compost 1 et lisier 1) : les rendements obtenus avec les produits organiques sont toujours supérieurs de 10 à 20 % au rendement du traitement témoin. Les écarts avec le fumier et le compost augmentent en troisième année sans que l'on puisse dissocier l'impact des conditions climatiques favorables, de la récurrence des apports organiques.

La Figure 6.3 présente les écarts de rendement des traitements organiques double dose par rapport au témoin non fertilisé. Pour la commodité de lecture, le traitement NPK a été ajouté.

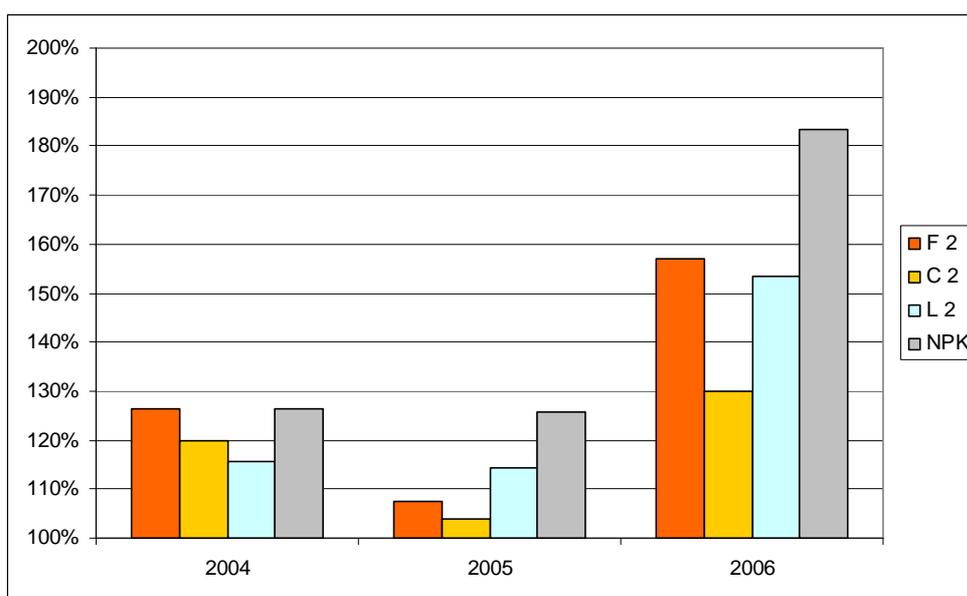


Figure 6.3 : Écart relatif au témoin non fertilisé des rendements des traitements fertilisants fumier, compost, lisier double dose et engrais minéral de synthèse non limitant, dans le Puy-de-Dôme

Avec les traitements organiques double dose, les rendements ont sensiblement la même évolution que les rendements obtenus avec l'engrais minéral (constant en 1^{ère} et 2^{ème} année, plus élevé en 3^{ème} année). En année climatique favorable, les écarts de rendement par rapport au témoin sont accentués avec des doubles doses (+ 15 à + 60 % environ pour les 1^{ère} et 3^{ème} année). En année climatique plus difficile, les écarts avec le témoin diminuent pour le fumier et le compost (+ 4 à 8 % en 2^{ème} année) et reste normaux pour le lisier (+ 14 %). Une pluviométrie faible semble pénaliser la libération des éléments fertilisants contenus dans les fumiers et composts lorsque ceux-ci sont épandus à forte dose. L'effet sur le rendement de tels apports est alors très faible.

L'analyse statistique des groupes homogènes montre une différenciation des traitements fertilisants dès la 1^{ère} année. Sur l'ensemble des années, le test de Newman-Keuls (seuil de 5 %) permet de dégager 3 tendances principales (cf. Tableau 6.5) :

1. L'engrais minéral de synthèse est le traitement permettant d'atteindre le meilleur rendement y compris par rapport à d'importants apports organiques.
2. Les traitements organiques permettent un meilleur rendement par rapport au témoin.
3. Le témoin se différencie systématiquement des autres traitements par ses rendements inférieurs, y compris quand les autres traitements se distinguent mal.

Groupes homogènes	2004	2005	2006
a	NPK F2 C2 L1	NPK	NPK
ab	L2 F1 C1		C2 F2 L2 L1 F1 C1
b	T0	L2 L1	T0
bc		C1 F1 F2 C2	
c		T0	

Tableau 6.5 : Comparaison des résultats statistiques sur les rendements selon les années pour le Puy-de-Dôme

La fertilisation organique permet d'augmenter le rendement par rapport au témoin dans une proportion significative comprise entre 5 et 60 % suivant le type, la quantité et la fréquence des apports et selon l'année climatique. Elle ne permet cependant pas d'atteindre les plus hauts rendements en comparaison de la fertilisation minérale de synthèse, du moins sur nos années d'observation.

312. Un contexte moins favorable : le site du Fenestres en Lozère (alt. : 1 200 m)

Sur les 3 années d'essais, les parcelles n'ont été récoltées qu'une seule fois. Du point de vue climatique, l'année 2004 est la plus difficile, les années 2005 et 2006 étant considérées comme normales. Les rendements sont faibles avec, en moyenne, 3,3 t MS/ha pour le témoin non fertilisé, ce qui traduit effectivement un contexte pédo-climatique peu favorable. Le rendement du témoin est stable au fil de l'essai (3,2 à 3,3 t/ha selon les années).

Les Figure 6.4 et Figure 6.5 montrent les écarts, relatifs au témoin non fertilisé, des rendements des traitements fertilisants fumier, compost, lisier et engrais minéral de synthèse non limitant. En 1^{ère} année, les rendements des parcelles fertilisées ne sont pas très distincts du rendement du témoin non fertilisé : + 6 % seulement en moyenne avec un écart inférieur au témoin pour le compost 1. À partir de la 2^{ème} année, les écarts entre les rendements du témoin et les rendements des parcelles fertilisées sont plus importants.

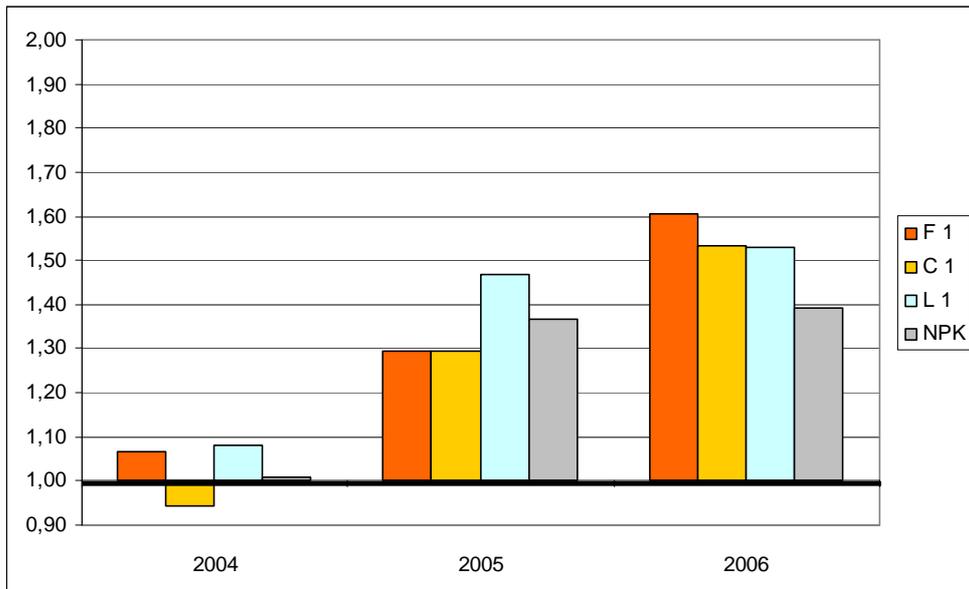


Figure 6.4 : Écart relatif au témoin non fertilisé des rendements des traitements fertilisants fumier, compost, lisier simple dose et engrais minéral de synthèse non limitant, sur le site du Fenestres, Lozère

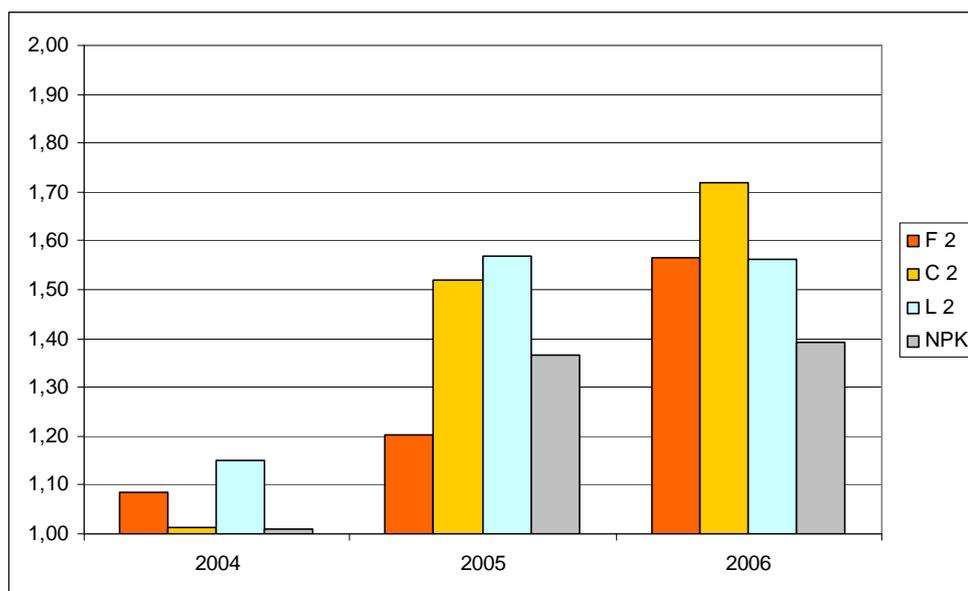


Figure 6.5 : Écart relatif au témoin non fertilisé des rendements des traitements fertilisants fumier, compost, lisier double dose et engrais minéral de synthèse non limitant, sur le site du Fenestres, Lozère

La comparaison des différents traitements amène aux observations suivantes :

1. Pour l'engrais minéral, les écarts de rendements par rapport au témoin sont constants (+ 40 %) en 2^{ème} et 3^{ème} année. Les rendements les plus importants ne sont jamais obtenus avec ce traitement malgré des apports équivalents à d'autres essais (80-50-100 unités de NPK). L'apport d'engrais minéral de synthèse peut donc être considéré comme limitant. L'apport d'un autre élément minéral limitant présent dans les produits organiques peut également expliquer ce décrochage.
2. les apports de lisier simple et double dose sont les plus efficaces pour le rendement en 1^{ère} année (+ 8 à 15 %) et en 2^{ème} année (+ 50 %). Leur efficacité reste stable en 3^{ème} année (+ 50 % également). Les doubles doses augmentent les rendements d'en moyenne 7 % par rapport aux traitements simple dose
3. les apports de fumier et compost ont un effet faible (voire négatifs pour le compost) en 1^{ère} année. La 2^{ème} année d'apport entraîne des augmentations de rendement d'en moyenne 30 %. Cette progression continue en 3^{ème} année avec des rendements supérieurs d'en moyenne 60 % au témoin.

L'analyse se fait également en comparant statistiquement les rendements afin de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse suivante : « les rendements des parcelles seront différents selon la nature des produits organiques utilisés ». La différence significative d'après le test de Newman-keuls (seuil de 5 %) est obtenue uniquement en 3^{ème} année (cf. Tableau 6.6). L'absence de différence significative lors des deux premières années montre la nécessité d'effectuer ces essais sur une base pluri-annuelle, susceptible d'accentuer les écarts entre traitements.

Groupes homogènes	2004	2005	2006
a			C2
ab			F1 F2 L2 C1 L1 NPK
b			T0

Tableau 6.6 : Comparaison des résultats statistiques sur les rendements selon les années pour le site du Fenestres (Lozère)

Statistiquement, le test de Newman-Keuls permet de montrer l'effet supérieur du traitement compost double dose par rapport aux autres traitements sur la dernière année. Le test met également en évidence la nécessité de fertiliser pour obtenir un rendement supérieur au témoin 0.

313. Conclusion partielle

Le contexte (plus ou moins favorable) et les conditions climatiques variables semblent accentuer ou diminuer les comportements distincts des produits organiques. Un contexte favorable et des conditions climatiques adéquates, facilitent l'observation de différences entre traitements dès la 1^{ère} année d'essai. Dans le cas contraire, l'effet cumulatif des apports organiques peut permettre

d'observer des différences significatives si les essais sont poursuivis plusieurs années consécutives. La poursuite de ces essais au-delà de trois années aurait pu permettre la validation des tendances précédemment observées.

32. Effet sur le rendement des traitements fertilisants, étude multi-sites

Une étude, transversale aux sites d'expérimentation, des effets sur le rendement des différents traitements fertilisants permet de visualiser les tendances propres à la fertilisation, indépendamment des conditions pédo-climatiques variables. Une première analyse a d'abord été faite sur les 3 sites présentant des traitements à base de fumier, compost et lisier. Une seconde analyse a été faite en comparant les rendements de tous les sites comportant des traitements fumier et compost. Les calculs statistiques ont été toujours comparés par rapport au témoin.

321. Comparaison des écarts moyens de rendement avec lisier, fumier, et compost

Les comparaisons de la production obtenue par les fumiers, lisiers et composts ont été faites uniquement sur 3 sites (Fenestres – Lozère, Puy-de-Dôme et Rhône). Ces trois sites correspondent aux seuls sites expérimentaux présentant du fumier, du compost et du lisier, sans aucun résidu suspect. Cette faiblesse au point de vue de l'échantillonnage demande évidemment de prendre les précautions idoines quant à l'interprétation des résultats.

Les analyses effectuées comparent les rendements par rapport au témoin 0 et année par année (cf. Tableau 6.7). Les deux premières années ne permettent cependant pas de faire des distinctions entre les productions des différents traitements par rapport à la production du témoin. Les différences n'apparaissent qu'en 3^{ème} année d'essai (seuil de 5 %).

Rendement		1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	3 ^{ème} année		Moyenne
Traitement fertilisant	T0	100 %	100 %	100 %	b = 3,71	100 %
	F1	106 %	111 %	132 %	ab	116 %
	F2	116 %	112 %	147 %	a (>)	125 %
	C1	103 %	114 %	123 %	ab	113 %
	C2	102 %	121 %	134 %	ab	119 %
	L1	109 %	120 %	134 %	ab	121 %
	L2	115 %	123 %	154 %	a (>)	131 %
	NPK	114 %	124 %	147 %	a (>)	128 %

a, b, ab... : groupes homogènes ;
> : significativement supérieur au témoin

Tableau 6.7 : Comparaison des rendements par rapport à T0 année par année pour les sites avec fumier, compost et lisier

D'un point de vue statistique, en 3^{ème} année, les traitements fumier double dose (F2) et lisier double dose (L2), ainsi que la fertilisation minérale de synthèse (NPK), sont significativement supérieurs

au témoin. Les traitements organiques simple dose et le compost double dose ont un effet positif sur le rendement sans toutefois être significativement supérieur au témoin.

Sans analyse des teneurs en éléments fertilisants du lisier, un effet supérieur du lisier aurait pu être attendu en raison de sa richesse théorique en azote minéral (Bodet et al., 2001). La dilution des lisiers utilisés rapproche l'effet fertilisant attendu de ceux obtenus avec des fumiers. Les composts simple et double dose ont les effets les plus faibles sur le rendement. L'augmentation continue de ces effets au cours du temps laisse cependant supposer un impact positif en augmentation dans les années suivantes. L'effet du sous dosage en lisier et compost peut également être invoqué pour partiellement expliquer les rendements inférieurs des placettes concernées.

322. Comparaison des écarts moyens de rendement avec fumier et compost

Six expérimentations ont ici été comparées (Ardèche, Cantal, Haute-Loire, Lozère - Fenestres, Puy-de-Dôme et Rhône). L'expérimentation de la Creuse a été exclue car nous disposions, pour 2 années sur 3, de moyennes de rendements pour chaque traitement et non des valeurs pour chaque placette récoltée. Disposer de l'échantillonnage plus fin permet en effet la différenciation (seuil de 5 %) des traitements fertilisants dès la première année d'essai (cf. Tableau 6.8).

Rendement		1 ^{ère} année		2 ^{ème} année		3 ^{ème} année		Moyenne
Traitement fertilisant	T0	100 %	c = 4,62	100 %	c = 4,16	100 %	c = 4,54	100 %
	C1	104 %	bc	113 %	bc	117 %	b	111 %
	C2	108 %	bc	124 %	b (>)	125 %	ab (>)	120 %
	F1	107 %	bc	112 %	bc	127 %	ab (>)	116 %
	F2	116 %	ab (>)	124 %	b (>)	134 %	ab (>)	124 %
	NPK	124 %	a (>)	144 %	a (>)	143 %	a (>)	127 %

a, b, ab... : groupes homogènes

> : significativement supérieur au témoin

Tableau 6.8 : Comparaison des rendements par rapport à T0 année par année pour les sites avec fumier et compost

L'engrais minéral de synthèse, appliqué en tant que traitement fertilisant non limitant pour le rendement, est toujours significativement supérieur au témoin et forme un groupe statistique à part. Cela correspond aux attentes vis à vis de ce traitement lorsqu'il a été mis en place. Il sert ainsi de reflet des capacités de productions des sites en conditions non limitantes.

En ce qui concerne les produits organiques, l'écart des rendements par rapport au témoin augmente au cours de l'expérimentation. Cet écart entre les rendements témoin et produits organiques reste cependant inférieur à l'écart des rendements entre le témoin et l'engrais minéral. Les besoins en éléments fertilisants ne sont donc jamais totalement couverts par les traitements organiques.

D'un point de vue statistique, en 1^{ère} année, seuls les traitements F2 et NPK présentent un écart significativement supérieur au témoin. En 2^{ème} année, en sus des traitements déjà évoqués, les

rendements obtenus par le traitement C2 sont également supérieurs au rendement témoin. Nous constatons ici l'effet fertilisant supérieur, au moins dans le temps, des traitements organiques à double dose. En 3^{ème} année, le F1 rejoint le groupe des traitements ayant un rendement significativement supérieur au témoin. En 3 années d'essai, seuls les rendements obtenus avec le traitement C1 ne sont pas significativement différents du rendement témoin, malgré une augmentation des rendements d'environ 10 %.

Une certaine hiérarchie dans les rendements obtenus par les traitements organiques est par ailleurs observable (cf. Tableau 6.8) :

- les rendements obtenus par le fumier double dose se rapprochent de ceux obtenus avec l'engrais minéral dès la 3^{ème} année. Au bout d'un certain nombre d'années, qui dépend notamment des conditions initiales, les rendements obtenus avec les traitements fumiers et engrais minéral ne seraient pas différents,
- à l'opposé du F2, le compost simple se distingue plus difficilement du témoin ; le sous-dosage en compost peut là-aussi expliquer cette absence de différenciation significative
- les traitements C2 et F1 sont situés dans un groupe intermédiaire.

L'effet des traitements organiques sur la production s'observe dans la durée. Les traitements organiques à base de fumier, comportant 10 % d'azote minéral et 30 % d'azote organique minéralisé dans l'année, affectent le rendement plus rapidement que les traitements sous-dosés avec du compost, non pourvu en azote minéral et avec seulement 20 % d'azote organique minéralisé.

33. Arrières effets de la fertilisation organique sur la production

Les arrières effets ont été mesurés sur 3 sites (Creuse, site du Fenestres en Lozère et Puy-de-Dôme) pour lesquels il y a une 4^{ème} année de mesure de rendement (uniquement en 1^{ère} coupe). Les parcelles récoltées n'ont reçu aucun apport minéral ou organique lors de cette année. Une analyse statistique, dans les mêmes modalités (seuil de 5 %), a été effectuée (cf. Tableau 6.9).

Traitement fertilisant	Rendement	Groupes statistiques homogènes > : significativement supérieur au témoin
T0	100%	b = 4,84
C1	116%	ab
C2	117%	ab (>)
F1	104%	ab
F2	121%	a (>)
L1	106%	ab
L2	105%	ab
NPK	98%	b

Tableau 6.9 : Comparaison des rendements par rapport à T0 en arrière effet

Les arrières effets de la fertilisation par les produits organiques sont particulièrement visibles lors de cette quatrième année d'essai. Ce phénomène se retrouve principalement avec l'utilisation du fumier et compost double dose, traitements significativement supérieurs au témoin 0. Les autres traitements organiques (fumier et compost simple dose, lisier toutes doses), ont un effet positif sur le rendement sans se distinguer significativement du témoin 0. Le compost semble néanmoins avoir un effet supérieur aux trois autres traitements organiques.

Ceci peut s'expliquer notamment par les différences de fractions azotées minérale et minéralisable dans les produits organiques. De ce fait, les produits organiques ayant une part importante d'azote minéral, tel que le lisier, ont peu d'azote minéralisable (30 %) à fournir en année sans fertilisation. A contrario, les produits organiques, tels que les fumiers ou les composts, ont des teneurs faibles d'azote minéral, et des teneurs fortes d'azote minéralisable (60 % pour les fumiers, 80 % pour les composts). Par conséquent, la fourniture d'azote des fumiers et composts est supérieure à celle des lisiers, dans les années suivant les apports initiaux (Bodet et al., 2001) ce qui peut expliquer ces différences de rendements.

Les rendements obtenus sur les parcelles témoin 0 et fertilisation minérale de synthèse sont très semblables en année sans apport. Les apports non limitants de NPK ont entraîné une sélection de la flore, vers une flore apte à répondre à ces apports massifs. En l'absence de ces quotités, cette flore est inadaptée. Au contraire, dans les placettes témoin 0, une flore diversifiée et comportant une part non négligeable de légumineuses, s'est développée. Cela permet d'assurer une production minimum en raison notamment de la fourniture d'azote par les légumineuses.

4. ÉVALUATION DES BESOINS EN ELEMENTS MINERAUX COUVERTS PAR LES TRAITEMENTS FERTILISANTS : UTILISATION DES INDICES DE NUTRITION

Les calculs statistiques sont réalisés sur les valeurs relatives des indices par rapport aux valeurs du témoin non fertilisé pour 7 sites (Ardèche, Cantal, Creuse, Haute-Loire, Lozère - Fenestres, Puy-de-Dôme et Rhône). L'étude des indices de nutrition n'a été effectuée que pour les sites avec fumier et compost, le nombre de site avec lisier étant trop faible pour obtenir des résultats statistiques intéressants. Le Tableau 6.10 présente les valeurs relatives au témoin 0 des différents indices et les groupes statistiques homogènes ainsi formés.

	Indice de nutrition azotée (INN)		Indice de nutrition phosphatée (INP)		Indice de nutrition potassique (INK)	
	en valeur relative / au témoin 0	groupes statistiques homogènes	en valeur relative / au témoin 0	groupes statistiques homogènes	en valeur relative / au témoin 0	groupes statistiques homogènes
T0	100 %	b = 59	100 %	c = 85	100 %	b = 80
C1	100 %	b	106 %	abc (>)	107 %	ab
C2	105 %	b	110 %	a (>)	120 %	a (>)
F1	105 %	b	103 %	bc	116 %	a (>)
F2	106 %	b	108 %	ab (>)	122 %	a (>)
NPK	119 %	a (>)	105 %	abc	121 %	a (>)

Tableau 6.10 : Variation des indices de nutrition (moyenne sur 3 ans) selon les traitements fertilisants (en % du témoin 0 et par groupes statistiques homogènes)

L'analyse des indices de nutrition des témoins 0 montre que ceux-ci sont très faibles pour l'azote, satisfaisant pour le phosphore et à la limite entre insuffisant et correct pour le potassium. Les sites d'essai ne comportaient donc aucune carence en phosphore, la situation étant plus limite pour le potassium.

Le traitement engrais minéral de synthèse améliore les indices de nutrition azotée et potassique de près de 20 % et de seulement 5 % pour le phosphore. Les doses de phosphore considérées comme non limitantes n'étaient peut-être pas suffisantes pour couvrir pleinement les besoins des plantes.

Les traitements organiques n'apportent qu'une faible amélioration, comprise entre 0,5 et 6 %, des indices de nutrition azotée, qui restent faibles. Cette amélioration ne permet pas de distinguer les indices de nutrition azotée des traitements organiques, de ceux du témoin 0. Sur les trois années d'expérimentation, les traitements fertilisants organiques semblent donc ne pas couvrir les besoins en azote, même avec les apports double dose.

L'impact des apports organiques est par contre beaucoup plus fort pour le phosphore et la potasse. Le compost à simple et double dose et le fumier double dose améliorent ainsi significativement les indices de nutrition phosphorée les amenant à un niveau satisfaisant. Le fumier et le compost double dose améliorent aussi significativement les indices de nutrition potassique qui sont dès lors très satisfaisants. Les apports organiques semblent donc couvrir les besoins en phosphore et potasse dès l'application d'une simple dose.

5. LES COEFFICIENTS APPARENTS D'UTILISATION DES PRODUITS ORGANIQUES

Les résultats observés avec les indices de nutrition n'étant pas clairement significatifs, une étude complémentaire a été effectuée à l'aide des coefficients apparents d'utilisation (CAU) des fertilisants organiques. Cela nous a permis d'évaluer la part, absorbée par le couvert végétal, d'azote, phosphore et potassium présents dans les effluents d'élevage utilisés. Les analyses statistiques ont été effectuées sur 7 sites pour les fumiers et composts (Ardèche, Cantal, Creuse, Haute-Loire, Lozère - Fenestres, Puy-de-Dôme et Rhône), et 3 sites seulement lorsque les lisiers sont ajoutés (Lozère - Fenestres, Puy-de-Dôme et Rhône). Pour faciliter la compréhension, les CAU sont exprimés en pourcentage. Ainsi un CAU de 0,6 est noté 60%.

Le Tableau 6.11 présente les CAU par traitements fertilisants et par année pour les sites avec fumier et compost.

	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	3 ^{ème} année	Moyenne des 3 ans
F1	14 %	10 %	28 %	17 %
F2	11 %	14 %	15 %	13 %
C1	1 %	9 %	8 %	6 %
C2	11 %	11 %	9 %	10 %
NPK	52 %	54 %	56 %	54 %

Tableau 6.11 : Comparaison des valeurs des CAU selon les années et les produits épandus pour les sites avec fumier et compost

Le traitement engrais minéral (NPK) a un CAU de 54 % pour les 3 années, stable au cours du temps. Au regard de la bibliographie, ce CAU est faible car il devrait être compris entre 60 % et 70 % dans les zones de montagne. Ce CAU limité peut partiellement s'expliquer par des sols à différentes altitudes et dans des conditions climatiques différentes pénalisant la totale expression de ces engrais minéraux de synthèse.

Les produits organiques ont des CAU proches les uns des autres (6 à 17 %) avec des CAU inférieurs pour les composts aux CAU des fumiers. L'effet double dose n'a pas d'effet statistiquement significatif.

Les CAU du fumier simple dose varient fortement au cours de la 3^{ème} année d'expérience. En effet, les deux premières années le CAU est stable à environ 12 % pour augmenter brutalement à près de 30 % en 3^{ème} année, soit près de la moitié du CAU de l'engrais minéral. Nous considérons cette augmentation comme un artefact expérimental sans explication évidente. Cette hypothèse de l'artefact est renforcée par la stabilité des CAU du fumier double dose, variant autour des 13 %.

Tandis que le CAU du compost simple dose est quasi nul en 1^{ère} année, il augmente en 2^{ème} année et reste stable en 3^{ème} année aux alentours de 10 %. Le CAU du compost double dose est stable sur les 3 années d'expérience à 10 %.

Le Tableau 6.12 présente les CAU des traitements fertilisants pour les 3 sites comprenant du lisier, en sus des fertilisations habituelles.

	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	3 ^{ème} année	Moyenne des 3 ans
F1	14 %	7 %	25 %	15 %
F2	14 %	8 %	19 %	13 %
C1	5 %	11 %	15 %	10 %
C2	13 %	13 %	10 %	12 %
L1	34 %	39 %	26 %	33 %
L2	27 %	37 %	37 %	33 %
NPK	57 %	43 %	39 %	46 %

Tableau 6.12 : Comparaison des valeurs des CAU selon les années et les produits épandus pour les sites avec fumier, compost et lisier

L'efficacité azotée des lisiers est supérieure en raison de leur teneur supérieure en azote minéral. Cela est vérifié par l'étude des CAU du lisier à 33 % de moyenne en simple et double dose.

L'étude des CAU dessine une hiérarchie partielle des produits quant à l'efficacité de l'azote apportée, hiérarchie confirmée par la bibliographie (Bodet et al., 2001). Le CAU moyen est le plus faible avec les composts (environ 10 %), augmente légèrement pour les fumiers (15 % environ), et plus fortement pour les lisiers (plus de 30 %).

Les variabilités inter-annuelles des CAU peuvent s'expliquer par les variations de minéralisation des produits organiques et par les différentes disponibilités de l'azote pour la plante. De plus, les entretiens organiques précédant les emplois du site comme lieu d'expérimentation peuvent fortement modifier les CAU, notamment par la minéralisation des précédents apports.

6. ÉVOLUTION DE LA FLORE SELON LES TRAITEMENTS

6.1. Évolution des différentes espèces au bout de 3 ans

Les tris floristiques ayant eu lieu sur tous les essais uniquement lors de la 3^{ème} année, nous avons analysé statistiquement les parts de graminées, légumineuses et diverses (fourragères ou non) en valeur relative par rapport au témoin, sur cette seule année.

Les traitements statistiques sur les graminées montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les produits organiques. Les taux de graminées obtenus dans les différentes parcelles ayant reçu de l'engrais organique ou minéral sont approximativement les mêmes que dans la parcelle

témoin. Au bout de 3 ans d'expérimentation, aucun effet significatif des apports des produits organiques n'est noté.

Concernant les répartitions des plantes « diverses », les traitements, organiques ou minéraux, n'influencent pas statistiquement le taux de ces espèces floristiques (cf. Tableau 6.13) même si des tendances se dessinent. Les graminées sont ainsi plus nombreuses avec les traitements fumier double dose et engrais minéral de synthèse. Ces mêmes traitements freinent également le développement des diverses. Les trois autres traitements ont des répartitions proches du témoin 0.

Traitements fertilisants	% Graminées (en % du témoin 0)	% Diverses (en % du témoin 0)	% Légumineuses	
			(en % du témoin 0)	Groupes statistiques homogènes
T0	100%	100%	100%	a = 4%
C1	116%	94%	80%	ab
C2	97%	98%	71%	ab
F1	104%	101%	94%	a
F2	123%	69%	31%	ab (<)
NPK	134%	81%	21%	b (<)

a, b, ab... : groupes homogènes

< : significativement inférieur au témoin

Tableau 6.13 : Comparaison des écarts de composition floristique par rapport au témoin en 3^{ème} année

A contrario des 2 familles précédentes, pour les légumineuses, l'influence du type de fertilisation utilisée est significative. Le taux de légumineuses est en effet le plus important pour le témoin 0. Les traitements engrais minéral de synthèse et fumier double dose ont un taux de légumineuses significativement inférieurs au témoin. Les apports d'azote importants de ces deux traitements pénalisent le développement des légumineuses en favorisant la pousse des graminées et en créant une inhibition de la fixation d'azote par les nodules. Les autres traitements (fumier simple dose et compost) ont des taux de légumineuses proches ou inférieurs au témoin sans que cela soit significatif.

La différenciation des flores après 3 années d'essai est moindre qu'attendue. Une analyse sur une plus longue durée pourrait permettre l'observation d'évolutions plus importantes.

62. Relevés botaniques sur le site du Puy-de-Dôme

Deux relevés ont été effectués la 1^{ère} et la 3^{ème} année d'essai, dans le cadre d'un partenariat entre l'INRA et la Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme pour les traitements fertilisants témoin 0, compost simple dose et engrais minéral de synthèse. Les relevés ont permis de déterminer la fréquence⁸³ et l'abondance⁸⁴ des espèces. Il n'existe aucune différence statistiquement significative

⁸³ Fréquence : rapport entre le nombre de fois où une espèce est présente et le total des présences de toutes les espèces rencontrées.

entre les deux relevés. Une analyse descriptive est néanmoins intéressante. Les résultats étant semblables sur l'abondance ou la fréquence, nous ne présentons les résultats que pour l'abondance.

L'étude de la Figure 6.6 amène quelques observations sur les graminées, légumineuses et diverses. Quel que soit le traitement, la part de bonnes et très bonnes graminées a augmenté au cours des années, l'écart le plus favorable étant obtenu avec le témoin non fertilisé. Les graminées considérées comme médiocres ont cependant augmenté en parallèle, en particulier dans le traitement NPK. Pour le témoin 0 et le NPK, ces augmentations se sont faites au détriment des graminées moyennes, des légumineuses et des diverses fourragères, ce qui impacte directement la qualité des fourrages obtenus. Dans le traitement compost, les graminées moyennes et médiocres ainsi que les diverses autres (non désirables) diminuent globalement au profit des diverses fourragères plus intéressantes.

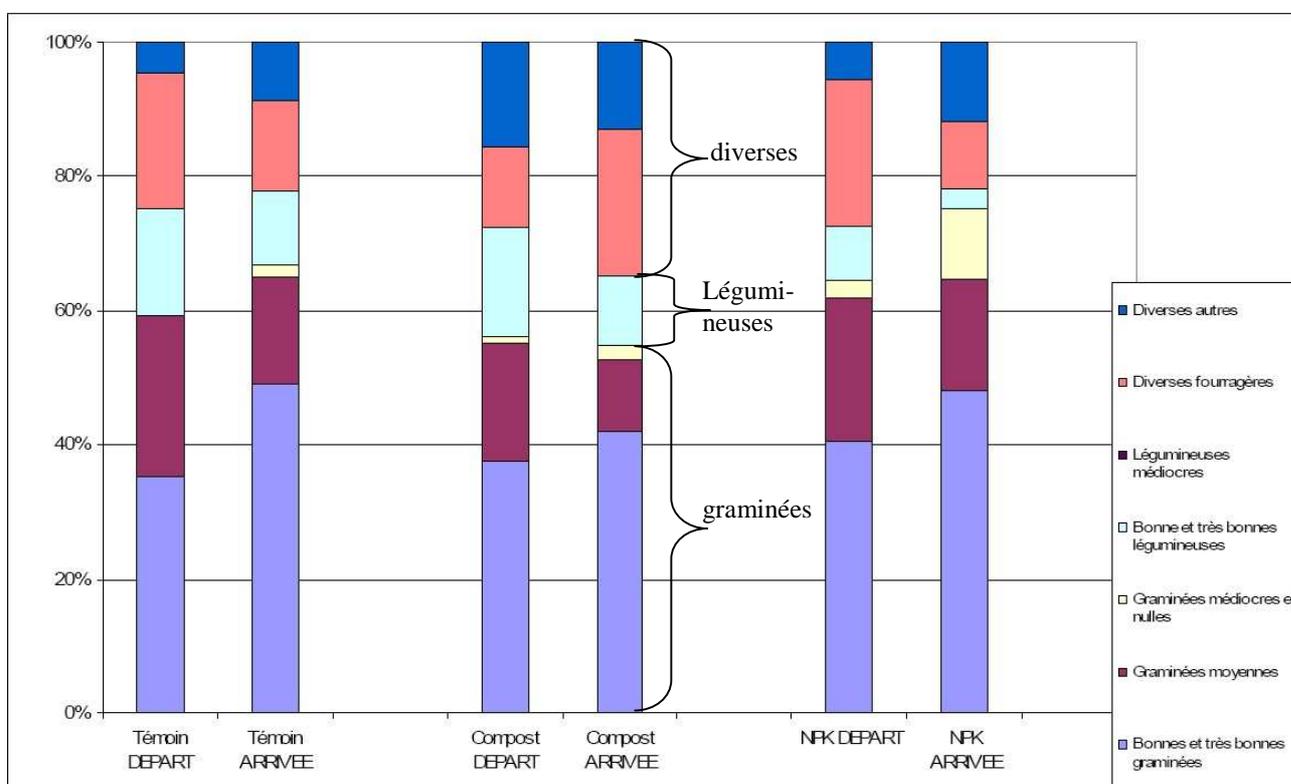


Figure 6.6 : Représentation de la variation de l'abondance des espèces présentes en fonction des traitements sur l'essai du Puy-de-Dôme

Une étude espèce par espèce montre que la différenciation entre traitements fertilisants intervient surtout pour la catégorie des diverses. Le compost augmente a priori l'abondance des diverses fourragères telles que achillée millefeuille, pissenlit ou plantain lancéolé au détriment des autres diverses indésirables comme la grande berce. La limitation des adventices par l'utilisation du

⁸⁴ Abondance : rapport entre la note attribuée à une espèce selon son importance dans la poignée et le total des notes attribuées à l'ensemble des espèces dans la poignée.

compost (assainissement par montée en température) est peu visible. La comparaison avec un fumier non assaini aurait probablement été plus parlante.

7. EFFETS SUR LES CARACTERISTIQUES DU SOL

71. Comparaison des sols pour les sites comprenant fumier, compost et lisier

Pour les 4 départements concernés (Haute-Vienne, Lozère - Fenestres, Puy de Dôme et Rhône), seuls le pH et la teneur en MgO présentent des différences significatives après 3 années d'essai (cf. Tableau 6.14).

	pH eau		MgO (‰)	
	Valeur relative / T0	Groupes statistiques homogènes	Valeur relative / T0	Groupes statistiques homogènes
T0	100 = 6,15	ab	100 = 0,29	b
C1	102	ab	119	a
C2	104	a	119	a
F1	102	ab	114	a
F2	104	a		a (>)
L1	102	ab	103	ab
L2	102	ab	121	a
NPK	99	b	84	b

> : significativement supérieur au témoin

Tableau 6.14 : Comparaison des écarts de composition des analyses de sol par rapport au témoin pour les sites avec fumier, lisier et compost (4 sites)

Aucun traitement organique n'entraîne une diminution du pH conformément à la bibliographie (Bodet et al., 2001). Les traitements organiques double dose (C2 et F2) améliorent même celui-ci par rapport au témoin. Ce résultat est important car il permet de revalider auprès des agriculteurs l'effet amendant basique des engrais organiques, effet encore très souvent remis en cause par les agriculteurs. L'apport d'engrais minéral de synthèse aurait a contrario un léger effet acidifiant.

Les fertilisants organiques ont un effet positif significatif sur la teneur en magnésium, effet cohérent avec les teneurs importantes en magnésium de ces produits (Bodet et al., 2001). L'apport d'engrais minéral de synthèse, non pourvu en MgO, entraîne par corollaire un appauvrissement du sol en Magnésium.

72. Comparaison des sols pour les sites avec fumier et compost

Pour les sites concernés, les traitements fertilisants, en sus du pH et du MgO, ont un effet positif sur la teneur en K₂O du sol. Les autres éléments étudiés (P₂O₅, CaO, matière organique et rapport C/N) n'ont pas été modifiés significativement.

	pH eau		P ₂ O ₅ (‰)	K ₂ O (‰)		MgO (‰)		CaO (‰)	Mat.Org. (%)
T	100 = 6,03	bc	100 = 0,32	100 = 0,23	b	100 = 0,37	bc	100 = 3,09	100 = 9,28
C1	101	ab	113	126	b	112	ab	102	107
C2	104	a (>)	114	159	ab	118	ab	102	108
F1	102	ab	103	129	b	110	ab	106	112
F2	104	a (>)	112	202	a (>)	126	a (>)	105	108
NPK	98	c	115	97	b	86	c	98	106

a, b, ab... : groupes homogènes

> : significativement supérieur au témoin

Tableau 6.15 : Comparaison des écarts de composition des analyses de sol par rapport au témoin pour les sites avec fumier et compost

Pour le pH, comme précédemment, aucun traitement organique n'entraîne une diminution du pH, avec un effet significativement supérieur pour les doubles doses (C2 et F2). L'apport d'engrais minéral de synthèse a encore un léger effet acidifiant.

La teneur en K₂O, augmente pour tous les traitements organiques, avec une différence positive significative (seuil de 5 %) pour le fumier double dose (teneur *2). Les différences pour les autres traitements organiques sont moindres, mais restent assez élevées (comprises entre 25 et 60 %). La teneur en K₂O diminue très légèrement avec le NPK. Les teneurs en magnésium suivent les mêmes tendances que précédemment, le déficit lié au traitement NPK étant encore accentué.

Pour les teneurs en P₂O₅, CaO et la matière organique, il n'y a pas de différences significatives entre les traitements. La tendance va cependant vers une légère augmentation des valeurs étudiées.

En trois années expérimentales, seuls le pH et les teneurs en K₂O et MgO peuvent être significativement améliorés par des apports organiques, en particulier à double dose.

8. CONCLUSION

Malgré le fait que les essais soient engagés de manière différente (différents types de produits utilisés, année de démarrage différente...), des tendances se dégagent de ce travail.

Les compositions des composts qui ressortent du rapport sont largement inférieures aux références nationales. La composition du fumier est dans les normes pour l'ensemble des nutriments (N, P et K). Les lisiers sont dans les normes s'ils sont considérés comme fortement dilués. Or, les références utilisées en Chambre sont celle de lisiers purs, à teneurs supérieures en éléments fertilisants. Des travaux complémentaires portant sur les teneurs en éléments minéraux des composts et lisiers

semblent particulièrement utiles. Ces travaux pourraient avoir lieu avec les laboratoires d'analyse dans le cadre d'une campagne de prélèvements. Les données diffusées dans les modèles de cahier d'épandage pourraient être ainsi mises à jour et actualisées suivant les situations départementales.

Suivant les conditions pédo-climatiques et les précédents de fertilisation, les réponses aux différentes modalités de fertilisation mettent plus ou moins de temps à s'exprimer. Les doubles doses de produits organiques (fumier, compost, lisier) entraînent des réponses plus rapides et plus fortes en raison de leurs teneurs supérieures en éléments minéraux. Au terme de trois années d'essai, les modalités organiques ont un effet sur le rendement qui se rapproche de la fertilisation minérale de synthèse. Cela est dû à l'accroissement significatif du stock d'azote organique stable dans le sol, accroissement qui entraîne l'augmentation des fournitures d'azote par l'humus du sol lors des périodes de minéralisation (Bodet et al., 2001). Cela est corroboré par les observations faites sur les arrières effets qui montrent nettement que les parcelles ayant reçu les produits organiques (compost, fumier) assurent une production correcte un an après le dernier apport.

Concernant les indices de nutrition, la fumure de fond (P et K) est entièrement satisfaite avec les produits organiques, même lorsqu'ils sont utilisés en simple dose. Cependant, pour les indices de nutrition azotée, il est à noter que l'azote reste limitant. De ce fait, les Chambres d'Agriculture concernées recommandent d'effectuer un apport d'azote minéral de synthèse en complément de l'apport organique, apport plus ou moins important selon le niveau d'intensification de la prairie. Ils recommandent par ailleurs de bannir les engrais à formule ternaire après épandage d'un effluent d'élevage, ceci afin d'éviter tout gaspillage de phosphore et de potasse.

Sur la valeur agronomique des produits organiques, nous constatons que les coefficients apparents d'utilisation de l'engrais minéral sont légèrement inférieurs à la référence nationale. Les CAU des produits organiques sont relativement stables avec notamment un CAU du lisier supérieur aux CAU du fumier et du compost. Ces coefficients sont relativement stables d'une année à l'autre même si l'on observe des variations d'une année et d'un site expérimental à l'autre. L'étude a montré que les produits organiques influencent, dès la 3^{ème} année d'apport, les caractéristiques physico-chimiques du sol que sont le pH et les teneurs en magnésium et potassium. L'effet de ces fumiers compacts et composts de bovins sur le pH est plus positif qu'annoncé par la bibliographie qui les considère comme neutre (Bodet et al., 2001). Pour le magnésium, il est normal de constater une influence bénéfique des engrais de ferme sur la teneur en magnésium du sol car le magnésium contenu dans les effluents d'élevage est en quasi-totalité soluble. L'augmentation des teneurs en potassium au bout de 3 années d'essai s'explique par l'adsorption des ions K^+ sur l'argile et la matière organique. Dans tous les cas, le potassium minéral en contact avec le sol est de moins en moins disponible au cours du temps pour les racines (Bodet et al., 2001).

La fertilisation par les produits organiques n'a qu'une faible influence sur la composition floristique des prairies au terme de trois années d'expérimentation.

Au vu de ces différents résultats obtenus, 2 scénarii différents peuvent être dégagés en cas d'apports annuels d'effluents d'élevage :

- L'apport de produits organiques en double dose doit être réservé aux parcelles les plus intensives (ensilage et enrubannage notamment), car elles doivent être capables d'absorber une fumure importante en P et K. La fumure azotée peut être éventuellement complétée par un engrais azoté de synthèse sur les 3 ou 4 premières années. La suppression de cet engrais devra être envisagée à terme selon la réponse à une diminution des doses apportées.
- L'apport de produits organiques en simple dose, permet de couvrir à moindre frais les besoins en P et K d'un maximum de surface ou de couvrir les besoins de parcelles extensives moins exigeantes. D'un point de vue environnemental, les simples doses limitent les risques de pertes d'éléments minéraux.

D'un point de vue agronomique, le compost n'a pas eu autant d'effet qu'escompté lors de la mise en place des essais. Si le compostage assainit le fumier, la confirmation n'en a pas été faite lors de nos observations sur la flore. La stabilisation des éléments minéraux, en particulier l'azote, par le compostage, entraîne une libération des éléments à long terme. L'effet des apports sur le rendement est donc faible à court terme ce qui est un frein direct à la diffusion de la technique auprès des agriculteurs. Ceux-ci recherchent en effet une efficacité maximale sur le rendement de leurs effluents d'élevage. L'utilisation du compost nécessite un raisonnement par anticipation et pluriannuel particulièrement difficile dans certaines exploitations. Le compost est également pénalisé par les pertes d'azote sous forme gazeuse au compostage, pertes directes d'argent aux dires de certains agriculteurs.

Au-delà des différents résultats, ces expérimentations interviennent en appui des enquêtes et des suivis. Ils mettent en évidence la nécessité de travailler avec les agriculteurs sur les modalités d'utilisation pluri-annuelle de leurs effluents et sur leur fertilisation de synthèse, en particulier la fertilisation phospho-potassique.

Les trois méthodologies mises en place et leurs résultats ont été successivement présentées. Chaque méthodologie a apporté des éléments de compréhension des pratiques de gestion existantes et de leur efficacité sur prairie permanente. Nous allons désormais discuter de l'approche globale des pratiques de gestion des effluents d'élevage ainsi construite. Puis nous parlerons des intérêts, limites et perspectives de chaque méthode avant de finir sur les applications concrètes dessinées par ce travail.

Chapitre 7 : Discussion générale

1. UNE APPROCHE GLOBALE DES EFFLUENTS D'ELEVAGE

11. Les effluents d'élevage, un objet d'étude difficile à appréhender dans sa globalité

S'intéresser aux effluents d'élevage, c'est s'intéresser à ces « sous – produits » animaux avec leurs utilisations et conséquences. C'est également s'intéresser, d'une part aux différents facteurs qui définissent et modifient la production et la gestion des effluents d'élevage, et d'autre part aux différentes personnes qui agissent, soutiennent ou encore influencent les mêmes pratiques avec différents points de vue et intérêts. Cela nécessite :

- de bien comprendre le fonctionnement des élevages, pour travailler sur les stratégies de gestion des effluents d'élevage et être en phase avec la réalité comme l'indique Burton et al. (2007) ;
- des connaissances de détail telles que celles ayant conduit des chercheurs à vivre le métier d'agriculteur en immersion (Vayssières et al., 2007), suite aux travaux de sociologues (Dodier, 1995) ;
- une connaissance profonde des systèmes cultureux et de l'environnement de l'exploitation (Vayssières et al., 2007), ainsi que de la réglementation.

Les chercheurs se penchant sur la question des effluents d'élevage sont nombreux, qu'ils soient zootechniciens, agronomes, modélisateurs... Les angles d'études choisis sont infiniment variés avec, par exemple, 17 thèmes sur les effluents d'élevage abordés dans le programme de recherche Porcherie Verte (Collectif de recherche Porcherie Verte, 2006). Ces recherches sont également conduites à différentes échelles de précision allant du plus fin, tels les travaux sur les facteurs de variation des émissions de gaz lors du compostage (Abd El Kader et al., 2007), au plus large, avec des travaux à l'échelle de bassins versants, de nations, de l'Europe, en passant par l'exploitation et ses flux d'effluents (Foissy et al., 2004) ou d'azote (Vayssières et al., 2007). Notre angle d'étude relève d'une approche des effluents la plus large possible, tout en restant au plus près des pratiques réelles de l'agriculteur.

Parmi les acteurs scientifiques, l'agronome possède probablement la vision la plus globale des effluents d'élevage en considérant l'exploitation agricole comme un système complexe piloté par l'agriculteur et sa famille (INRA et ENSAA, 1973 ; Landais et Deffontaines, 1988 ; Aubry, 2007). Au sein de ces modèles agronomiques, l'agriculteur est cependant rarement intégré en tant qu'entité décisionnelle. Il est plus généralement vu comme le garant de la cohérence du fonctionnement de l'exploitation agricole ou comme la personne définissant les modalités de choix et d'organisation des pratiques agricoles (Martin-Clouaire et al., 2006 ; Dépigny, 2007). Cette vision technico-économique des démarches agronomiques limite l'étude des pratiques agricoles à un point de vue

de gestionnaire voulant optimiser la conduite des différents ateliers du système. Les critères d'évaluation portent alors sur l'efficacité agronomique, structurelle, organisationnelle et économique du système de production agricole (Gras et al., 1989).

Dans ce cadre, plusieurs niveaux de décision s'articulent, allant de la stratégie (choix du système de production, des ressources productives que sont les parcelles, l'équipement ou encore la main-d'œuvre) à la conduite des productions, en passant par l'allocation des différentes ressources productives (Aubry, 2007).

Dès lors, les actes techniques d'un agriculteur, observés in situ, sont très variables, à la fois entre exploitations, mais aussi au sein même d'une exploitation, selon les années et selon les parcelles d'une même culture. Pour mieux appréhender la globalité du système, les agronomes sont ainsi passés de l'analyse des pratiques factuelles à l'analyse des décisions techniques qui en sont à l'origine. Cette recherche sur les concepts et méthodes pour analyser, évaluer et concevoir les décisions techniques d'agriculteurs concernant les effluents est toujours centrée sur une approche agronomique (Aubry, 2007). Les modèles de décision conceptuels ou informatiques développés étudient ainsi l'ensemble des pratiques de gestion des effluents d'élevage et leurs règles de décision de la production à l'utilisation. Ces recherches se concentrent le plus souvent sur des zones problématiques comme la Bretagne (Agence de l'Eau Loire - Bretagne, 2004 ; Cyrot, 2004 ; Préfecture de Bretagne, 2007) ou la Réunion (Guerrin et Paillat, 2003 ; Vayssières et al., 2007), où l'on constate un déséquilibre entre la production et la valorisation d'effluents d'élevage, générateurs de nuisances, et les besoins en fertilisation organique des cultures. Les études dans les zones d'élevage moins problématiques, telles que les zones de montagne, sont moins nombreuses, l'évolution des pratiques y étant de fait moins prioritaire. Le questionnement lié à la gestion des effluents d'élevage se fait également de façon plus globale (Caneill et Capillon, 1990 ; Hacala et Pflimlin, 1994 ; Fleury et al., 1997 ; GIS Effluents et qualité des eaux et Beutin, 2004 ; Vansteelant, 2004 ; Jeangros et Troxler, 2006 ; Capitaine et al., 2009). Ces territoires présentent enfin d'autres particularités modifiant considérablement les pratiques.

Ces recherches s'appuient essentiellement sur l'agriculteur, acteur principal des pratiques de gestion des effluents d'élevage, et son unité de base d'action, l'exploitation agricole. Elles font également intervenir les conseillers techniques, personnes privilégiées pour faire le lien entre la recherche scientifique et l'agriculteur.

12. Une posture originale, l'approche globale de l'exploitation agricole appliquée aux effluents d'élevage

Notre choix s'est porté sur un travail à l'échelle de l'exploitation agricole. Dans sa forme et son fond, il se rapproche fortement des travaux entrepris sur l'analyse globale de l'exploitation agricole (Bonneviale et al., 1989). Le schéma classique d'approche globale (cf. Figure 7.1) permet

d’embrasser globalement la situation d’une exploitation, de sa structure avec ses atouts/contraintes et ses forces/faiblesses à ses résultats, en passant par ses décisions stratégiques, ses problèmes détectés et les améliorations envisagées.

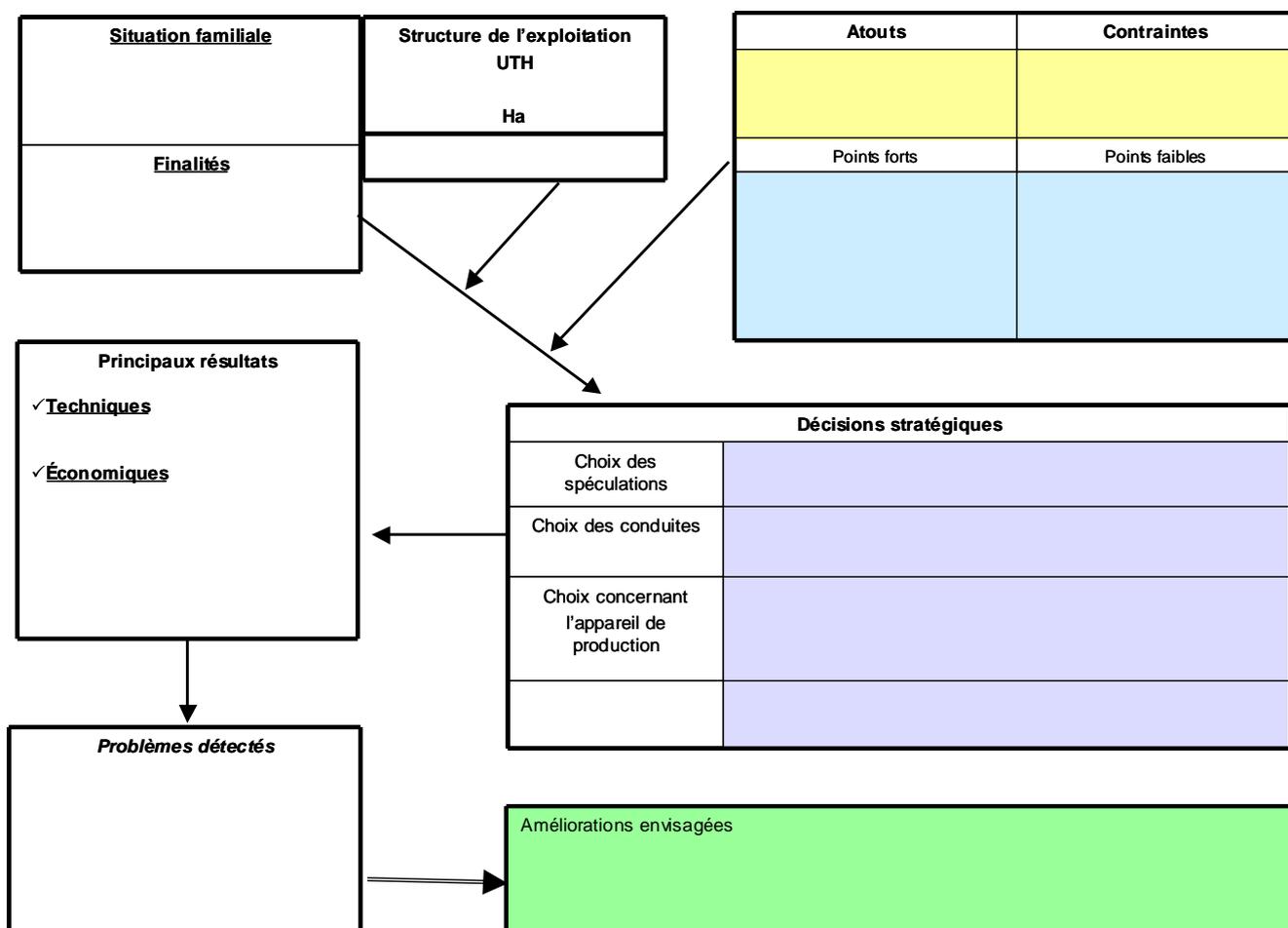


Figure 7.1 : Représentation classique de l’approche globale de l’exploitation agricole (d’après Bonneville et al., 1989)

De telles approches globales de la gestion des effluents d’élevage avaient déjà été testées, mais restaient centrées sur l’agronomie en cherchant à améliorer les pratiques en place. L’exemple des travaux de Foissy et al. (2004) est particulièrement parlant pour expliciter notre point de vue. Cette démarche d’utilisation des effluents d’élevage identifie successivement les produits à gérer, les lieux possibles d’épandage, les objectifs de valorisation, les stratégies à mettre en place et enfin les périodes et les doses à épandre. À aucun moment, les facteurs relatifs à l’environnement naturel et social ou les pratiques précédentes ne sont évoqués, probablement en raison de l’absence d’impacts constatés. Foissy et al. aboutissent à un programme opérationnel pour l’agriculteur, permettant ensuite de définir le type d’effluents à gérer et les besoins en stockage dans le cadre d’une mise aux normes de l’exploitation par rapport aux effluents d’élevage. Lorsque des pratiques récentes de gestion des effluents d’élevage ont été observées, c’est le plus souvent pour nourrir un modèle

d'action générique à même d'interpréter les conséquences des différentes pratiques des agriculteurs (Vayssières et al., 2008).

Notre démarche est différente car elle analyse globalement l'exploitation avec comme fil conducteur les effluents d'élevage, et non les caractéristiques technico-économiques de l'exploitation. Les pratiques de gestion déjà en place sont étudiées en identifiant l'ensemble des facteurs et des acteurs influençant la gestion des effluents d'élevage. Notre schéma (cf. Figure 7.2) sur l'origine, la mise en place et l'évaluation des stratégies de gestion des effluents d'élevage est ainsi comparable à l'approche globale de l'exploitation agricole.

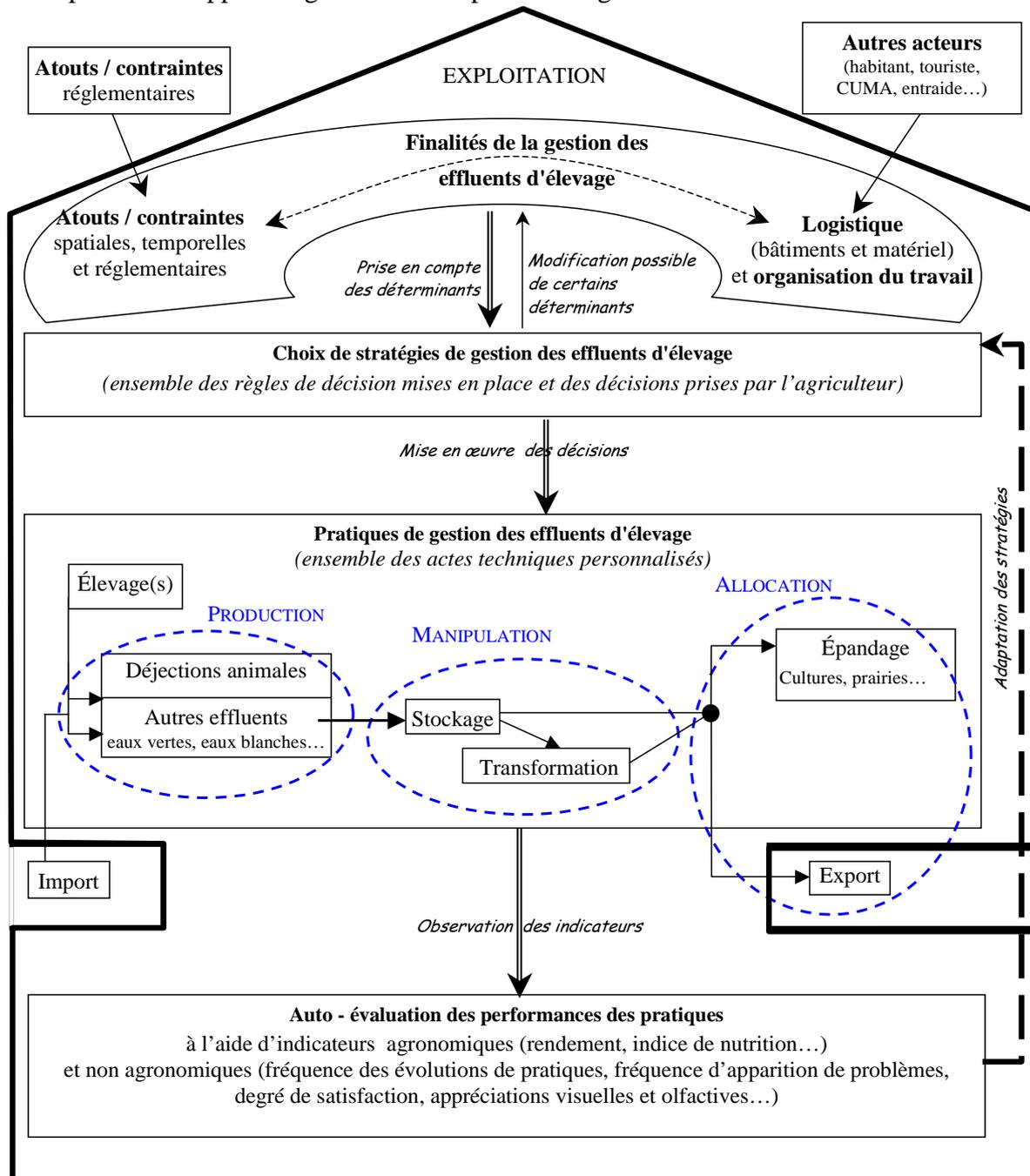


Figure 7.2 : Origine, mise en place et évaluation des stratégies de gestion des effluents d'élevage par les agriculteurs

Il permet d'aborder dans sa globalité les pratiques de gestion des effluents d'élevage, en tenant compte de la structure de l'exploitation avec ses atouts/contraintes et ses points forts/faiblesses. Il met au centre les finalités et les décisions stratégiques et présentent les principaux résultats de production, manipulation et allocation des effluents. Enfin, les pratiques de l'exploitant sont auto-évaluées à l'aide d'indicateurs agronomiques et non-agronomiques.

Par rapport à une approche globale de l'exploitation classique, appliquée généralement à une seule exploitation, le choix a été fait dès le départ de travailler sur des schémas regroupant toutes les exploitations d'un même groupe typologique afin de ne pas alourdir la lecture finale des résultats de notre thèse.

13. De multiples facteurs influencent la gestion des effluents d'élevage

Comme cela a été évoqué au Chapitre 2 : 152, les facteurs influençant les pratiques de gestion des effluents d'élevage sont particulièrement nombreux. Ils sont généralement regroupés selon leur place dans la chaîne d'utilisation. On distingue alors les facteurs liés à la production, ceux liés au transfert, au stockage et à la transformation des produits, ceux liés à l'allocation et enfin, les facteurs généraux que sont la réglementation et l'évaluation des pratiques. Cette manière de procéder a néanmoins tendance à exclure l'environnement naturel, les contraintes socioculturelles ainsi que l'exploitant en tant que décideur des pratiques, alors que ceux-ci peuvent avoir une importance majeure dans certaines exploitations. Les périodes d'épandage peuvent être ainsi déterminées par la fréquentation d'un site touristique ou la présence du fils de l'exploitant lors des week-ends et vacances scolaires.

Notre hypothèse de travail était que trois catégories de facteurs influençaient principalement les pratiques de gestion des effluents d'élevage. Il y avait les facteurs agronomique et économique, la logistique (bâtiment, parcellaire et matériel) et l'organisation de travail, et enfin les contraintes spatiales et temporelles. L'agronomie était considérée comme un facteur prépondérant sur tous les autres.

Les différents travaux présentés dans cette thèse nous ont finalement amenés à définir un nouvel ensemble de neuf facteurs influençant la gestion des effluents d'élevage. Par rapport aux catégories précédemment nommées, les modifications ont été nombreuses comme le montre la présentation suivante des facteurs. Sans préjuger d'un quelconque ordre d'importance, ces facteurs sont désormais la **structure de l'exploitation** (facteur subdivisé en trois sous-facteurs bâtiments, parcellaire et matériel), les **caractéristiques des effluents d'élevage**, la **conduite d'élevage**, la **conduite des cultures et prairies**, la **gestion économique** de l'exploitation, **l'organisation du travail**, la prise en compte de **l'environnement naturel et social** et enfin le **respect de la réglementation**. La distinction entre ces différents facteurs n'est pas toujours évidente, la mise aux

normes des bâtiments pouvant par exemple être influencée par les possibilités économiques, l'environnement social, la réglementation, (respect PLU, distances avec voisin...), etc.

131. La structure de l'exploitation

La structure de l'exploitation est un facteur majeur dans la mise en place des pratiques de gestion des effluents d'élevage. Auparavant nommé logistique, il a été refondu en structure et dissocié de l'organisation du travail. C'est un facteur pouvant paraître extrêmement rigide pour les agriculteurs, même si les suivis et les enquêtes ont montré qu'il existait des marges de manœuvres trop souvent insoupçonnées.

1311. Les bâtiments

Les bâtiments sont les lieux de production par excellence des effluents manipulables. Les installations de stockage, lorsqu'elles sont fixes et d'origine humaine, sont également incluses dans ce facteur. En sus du type d'élevage et de production, les bâtiments sont bien souvent le critère déterminant la nature de l'effluent d'élevage selon le mode de logement des animaux (caillebotis, aire paillée, logettes, couloir raclé, grille à lisier...). L'agriculteur a ici d'importantes marges de manœuvres pour influencer les quantités produites d'effluents avec le temps de séjour des animaux en bâtiment et la surface qui leur est allouée, l'importance et la fréquence du paillage, le niveau éventuel de dilution du lisier, etc.

C'est aussi un facteur auquel l'agriculteur doit particulièrement réfléchir s'il veut ensuite se faciliter la gestion pratique des effluents : évacuation gravitaire, manuelle ou mécanique, bâtiment facilement curable au tracteur, racleur automatique, pente d'évacuation suffisante, ... Les capacités de stockage sont également à prendre en compte au regard des transformations envisagées (plateforme d'égouttage, fumière couverte...).

1312. Le parcellaire

L'aptitude à l'épandage des parcelles est extrêmement variable selon la localisation du parcellaire, mais aussi la perception qu'a l'agriculteur de ce même parcellaire. La localisation du parcellaire comprend l'ensemble des conditions pédo-climatiques (nature du sol, pluviométrie, altitude, pente, présence de rivières...) ainsi que les notions de morcellement et d'éclatement du parcellaire (Malpel, 2001).

La perception qu'a l'agriculteur de son parcellaire est complexe à analyser car cette notion comprend des critères techniques mêlés de l'importance que leur accorde l'agriculteur. Cette explication absconse nécessite quelques exemples pour être bien comprise.

La distance lieu de production-parcelle est un critère technique mesurable, auquel on peut attribuer une valeur au-delà de laquelle aucun agriculteur ne va épandre, par exemple 10 km. Cette valeur,

que l'on pourrait estimer absolue, varie amplement selon l'agriculteur et sa perception de l'importance de sa parcelle. Dans le cas où la parcelle est considérée comme peu, voire pas, intéressante à fertiliser organiquement, les 10 km deviennent alors une distance rédhibitoire à tout épandage. Si la parcelle est considérée comme très intéressante pour la fertilisation organique, cette distance peut être franchie en utilisant du matériel de grande capacité ou un surplus de main-d'œuvre disponible.

Le mode de faire-valoir est l'autre critère emblématique influençant les décisions de l'agriculteur. Certains exploitants privilégient ainsi les épandages sur les parcelles en propriété au détriment des parcelles en location, ceci en contradiction avec l'article L.411-27 du Code Rural qui impose aux preneurs de garnir le fonds loué et de le cultiver en bon père de famille.

D'autres critères du parcellaire doivent enfin être pris en compte comme la proximité de ressources en eau ou de tiers, l'accessibilité des parcelles, ainsi que le plan d'épandage et/ou le plan prévisionnel de fertilisation.

1313. Le matériel de gestion (manipulation et allocation)

Le premier critère influençant le matériel de gestion des effluents est le mode de faire-valoir (propriété, co-propriété) et d'utilisation (CUMA, entreprise, entraide). Il faut distinguer le matériel de manipulation (racleur, fourche, hélice de brassage...) du matériel d'épandage proprement dit. Comme nous l'avons montré, un matériel de manipulation non performant pénalise tout autant la gestion des effluents que le matériel d'épandage. Les doses minimales recherchées et les contraintes que l'agriculteur s'impose et/ou qui s'imposent à lui (gestion des nuisances notamment), la taille, le type et les accessoires du matériel sont autant de facteurs de variations supplémentaires que l'agriculteur doit gérer.

132. Les caractéristiques des effluents d'élevage

Ce facteur explicite le choix de l'effluent principal produit selon des critères historiques (« tradition » du lisier en Aubrac par exemple), techniques (possibilités d'aménagement d'un bâtiment ancien...) et économiques (coût d'un bâtiment lisier par rapport au fumier, priorité à la production de fourrages avant la chaîne de gestion des déjections, approvisionnement facile en paille...). Ce facteur présente ainsi les effluents principaux et secondaires de l'activité d'élevage ainsi que les modalités d'évolution / transformation de ces produits.

133. La conduite d'élevage

La conduite d'élevage comprend toutes les actions sur l'animal qui influent sur le type (type d'élevage et de production) la quantité (nombre d'animaux, sexe et stade physiologique, fréquence des curages, niveau de paillage...) et la qualité des effluents d'élevage (modification de l'alimentation pour réduire les odeurs et les rejets et ainsi la valeur fertilisante des effluents). Bien

souvent, ces actions visent la performance et/ou le bien être des animaux, et non la production des effluents d'élevage. Les travaux de Capitaine (2006) sur les facteurs de variation de la quantité de fumier ovin ont montré que, si la conduite d'élevage a une forte importance dans les variations observées, les conséquences de cette conduite sur les effluents d'élevage ne sont pas toujours bien mesurées.

134. La conduite des cultures et prairies

La conduite des cultures et des prairies, suivant le plan d'épandage et/ou le plan prévisionnel de fertilisation (plan formalisé ou non) de l'exploitant, impacte directement la gestion des effluents. Les effluents d'épandage doivent être à disposition de l'agriculteur aux périodes d'épandage prévues et dans les quantités voulues. L'agriculteur doit par ailleurs faire preuve d'une souplesse d'adaptation pour répondre aux impondérables, notamment les conditions climatiques.

La mise en mémoire des pratiques effectuées est une part importante de la conduite agronomique des cultures et prairies. Il faut ici distinguer les agriculteurs se basant uniquement sur des souvenirs de ceux qui enregistrent par écrit pour mieux se souvenir. Dans cette dernière catégorie, il faut garder à l'esprit que l'enregistrement consulté n'est pas toujours un reflet fidèle des pratiques effectuées.

Dans ce cadre, l'agriculteur peut être amené à importer et/ou exporter des effluents par le biais d'accords commerciaux ou gracieux. Il peut également recycler les déchets de la société par le co-compostage des déchets verts et fermentescibles ou encore l'épandage des boues de station d'épuration (Aznar et al., 2005 ; 2006 ; Déprés et al., 2007).

135. La gestion économique de l'exploitation

La gestion économique et financière de l'exploitation intervient de deux façons sur les pratiques de gestion des effluents d'élevage. Lorsque les exploitants sont sensibilisés à la valeur économique de leurs effluents, ils cherchent une valorisation optimum pour faire des économies globales sur leur conduite d'exploitation. Dans le second cas, la santé économique de l'exploitation impacte la gestion des effluents par les possibilités alloués de modification des pratiques : construction ou aménagement d'un bâtiment, automatisation d'une chaîne d'évacuation, achat d'un matériel de plus grande capacité ou disposant de fonctionnalités intéressantes... Une bonne santé autorise des investissements à même de donner des marges de manœuvres face à certaines contraintes telles que les capacités de stockage : disposer de 6 mois de stockage plutôt que de 4 permet de faire face aux contraintes hivernales d'épandage et d'appliquer les effluents d'élevage au meilleur moment ou dans un meilleur respect de la réglementation.

136. L'organisation du travail

Suivant l'activité de l'exploitation, la main-d'œuvre disponible et les préférences des agriculteurs, nous avons vu que l'organisation du travail était un facteur primordial. La présence d'activités agritouristiques, d'ateliers de transformation, d'activités de commercialisation, etc. exigeantes en main-d'œuvre entraîne un arbitrage le plus souvent au détriment de la gestion des effluents d'élevage en tant qu'activité non directement lucrative. L'implication des exploitants dans le milieu associatif local, les responsabilités syndicales et/ou politiques, la présence de jeunes enfants et l'isolement de la ferme⁸⁵ sont également des facteurs importants d'arbitrage du travail. Il faut y ajouter les prérogatives masculines et l'influence des jeunes générations, plus à même de remettre en cause certains usages et de porter des évolutions nouvelles.

137. La prise en compte de l'environnement naturel

L'environnement naturel (présence de ressources en eau, de zones protégées, d'un Parc Naturel Régional susceptible de financer des mises aux normes...), dans lequel est située l'exploitation est un critère dont tient compte l'agriculteur lors de la mise en place de pratiques de gestion. En effet, les débats actuels de la société remettent la protection de l'environnement au centre des interrogations portant sur le milieu rural. Par rapport aux décennies précédentes, la place de l'environnement naturel dans la mise en place des pratiques est ainsi revalorisée. Dans le Millavois, l'interrogation des agriculteurs quant à leurs rejets d'eaux blanches dans le milieu naturel est un signe clair de la préoccupation environnementale du monde agricole.

138. La prise en compte de l'environnement social

De la même façon, l'agriculteur tient compte de la présence de tiers, de campings, de sites touristiques (interne ou externe à l'exploitation) dans la mise en place de ses pratiques, en particulier lorsque ses pratiques ont déjà occasionné des tensions, voire des conflits avec des tiers. L'environnement social est devenu un facteur majeur de modifications des pratiques comme l'a montré notre travail d'enquête et de suivis ou notre étude sur les conflits liés à l'élevage (Janichon, 2004).

139. Le respect de la réglementation

La réglementation, importante et en constante évolution, est essentiellement gérée par l'agriculteur comme une contrainte avec laquelle il doit composer. Les exploitants distinguent deux types de réglementation : celle qui impose des normes de stockage (capacité notamment) et règles d'épandage (doses, périodes, conditions, distances...) et celle qui nécessite d'enregistrer toutes les pratiques.

⁸⁵ Une exploitation isolée du village suscite des déplacements plus longs qu'une ferme située à proximité immédiate du dit village.

La connaissance du premier type de réglementation est fortement variable d'un exploitant à l'autre suivant l'investissement consenti à l'information (abonnements journaux et sites agricoles) et la formation (initiale et continue), et à la place des exploitants dans la communauté agricole (adhésion à un syndicat, membre de la Chambre d'Agriculture, passages fréquents de techniciens...). Le respect des règles émises n'est cependant pas obligatoirement corrélé à leurs connaissances, en particulier pour les règles de distance et conditions d'épandage. Ainsi, si la plupart des agriculteurs connaissent bien la règle interdisant l'épandage à moins de 100 m des tiers, cette règle est loin d'être parfaitement respectée, les 100 m n'étant jamais mesurés en pratique. De même, les agriculteurs passent régulièrement outre l'interdiction de l'épandage sur neige ou sol gelé pour des considérations techniques notamment (sol portant).

Le respect de la réglementation passe également par l'enregistrement des pratiques. Chez certains agriculteurs, l'enregistrement est intégré comme une facette à part entière de leurs pratiques, d'autres s'en désintéressent et n'effectuent les enregistrements nécessaires qu'en dernier lieu. L'accès aux cahiers d'épandage que nous laissent les agriculteurs au cours des enquêtes est symptomatique de cet état d'esprit. Trois cas de figures se sont présentés. Dans le premier cas, le plus rare, l'exploitant n'a pas voulu (ou pu ?) présenter son cahier d'épandage lors de l'enquête alors que cela était précisé lors du contact téléphonique. Dans le deuxième cas, le plus fréquent, nous avons pu consulter le cahier d'épandage uniquement chez l'exploitant. Le prêt pour photocopie n'était pas envisageable. Dans le troisième cas, la consultation et l'emprunt du cahier d'épandage étaient possibles, les agriculteurs estimant souvent qu'ils n'avaient rien à cacher. Ces cas de figure reflètent bien l'investissement consenti à l'enregistrement réglementaire des pratiques. L'agriculteur est généralement plus enclin à enregistrer ses pratiques lorsqu'il a compris par ailleurs son intérêt personnel de tels enregistrements.

14. Hiérarchisation du poids des différents facteurs

Les différents facteurs intervenant sur la gestion des effluents d'élevage ont été hiérarchisés d'après les priorités le plus souvent observées chez les agriculteurs enquêtés (cf. Tableau 7.1).

Le facteur réglementation est classé par les agriculteurs comme le facteur le plus important du fait de l'épée de Damoclès qu'il représente. En effet, la sanction potentielle liée à un non-respect des règles peut être très pénalisante pour l'exploitation. Aussi, pour répondre aux exigences du législateur, certains agriculteurs n'hésitent pas à plus ou moins « aménager » les données enregistrées, et donc à s'écarter de la réalité. Cet aménagement des pratiques est facilité par un contrôle réalisé à partir d'enregistrements et non à partir des pratiques réelles.

	Facteurs influençant les pratiques	Poids des facteurs	Origine des variations du poids des facteurs
1	Respect de la réglementation	obligatoire / fort	
2	Caractéristiques des effluents	fort	
3	Structure (bâts., parcellaire et matériel)	fort	
4	Conduite des cultures et prairies	fort	
5	Gestion économique	moyen à fort	Performance économique de l'exploitation Sensibilité des exploitants (effet génération)
6	Organisation du travail	faible à fort	Inverse de la disponibilité des personnes
7	Environnement social	faible à fort	Sensibilité des personnes Nombre d'usagers du territoire
8	Conduite d'élevage	faible à moyen	Inverse de la praticité des bâtiments Proportion de surface en herbe
9	Environnement naturel	Faible	Zone sensible ou protégée

Tableau 7.1 : Hiérarchisation des facteurs influençant les pratiques de gestion des effluents d'élevage selon leur importance

Dans tous les cas, lors d'un contrôle, le contrôleur peut opter pour deux attitudes :

- Il ne regarde que les enregistrements pour valider ou infirmer les pratiques de l'agriculteur. En cas de non-respect, il sanctionne l'agriculteur pour que celui-ci modifie ses pratiques.
- Il essaye de créer un climat de confiance entre lui et l'agriculteur afin de pouvoir comparer les pratiques réelles aux pratiques enregistrées. Si l'écart aux règles est manifeste, il peut alors inciter l'agriculteur à faire évoluer ses pratiques par le conseil et la négociation et utiliser la sanction financière comme bras de levier. La sanction n'est appliquée qu'en cas d'entêtement de l'agriculteur à conserver des pratiques non-réglementaires.

Au-delà de la nécessité de respecter les règlements, nous retrouvons les 3 catégories de facteurs mentionnées en hypothèse, mais dans un ordre différent de celui escompté. Par rapport à nos hypothèses de départ, le facteur agronomique n'est prépondérant qu'une fois que l'exploitant a évalué les pratiques possibles selon le degré choisi de respect de la réglementation, la nature des effluents à sa disposition et la structure de son exploitation. Les trois derniers critères (environnement social, conduite d'élevage et environnement naturel) peuvent sembler plus anecdotiques. Sur certaines exploitations, ils peuvent néanmoins changer radicalement les pratiques mises en place, d'où leur nécessaire prise en compte.

15. Des acteurs nombreux et variés intervenant sur la gestion des effluents d'élevage

Si de multiples facteurs influencent la gestion des effluents d'élevage, de nombreux acteurs interviennent également sur cette gestion. Cinq types d'acteurs ont été ainsi définis. L'acteur principal est **l'Agriculteur** (et ses « dérivés » CUMA, entreprise de travaux agricoles...), seule personne à agir directement sur l'objet effluent d'élevage. Les deux acteurs, que sont le **Conseiller**

Elevage et le **Conseiller Cultures, Fourrages et Machinisme**, interviennent indirectement sur les effluents d'élevage par des recommandations et conseils donnés à l'agriculteur. Le quatrième acteur est double ; il s'agit du **Législateur** sous toutes ses formes (Europe, État, collectivités locales...) qui édicte les lois, mais aussi du **Contrôleur** qui, comme son nom l'indique, vérifie l'application de ces mêmes lois. Le cinquième acteur, souvent oublié dans les études sur la gestion des effluents d'élevage, est double lui aussi. **L'Usager du territoire** se subdivise en effet entre d'une part, **l'Habitant** (permanent et secondaire) et le **Touriste** et d'autre part **l'Écologiste « averti »**. Cette subdivision, peu évidente au premier abord, a été fortement ressentie dans les enquêtes. Les agriculteurs préfèrent devoir discuter avec l'Habitant / Touriste car il est possible de résoudre la situation par le dialogue ou l'aménagement de quelques pratiques. À l'opposé, ils « craignent » l'Écologiste averti, beaucoup moins arrangeant sur les écarts à la réglementation en raison de sa connaissance des règles. Ce dernier usager est également plus attentif aux atteintes accidentelles sur le milieu naturel et peut disposer d'une capacité rapide de mobilisation d'autres personnes. Selon l'interlocuteur, l'agriculteur ne modifiera donc pas ses pratiques de la même façon.

16. Une nécessaire approche croisée entre facteurs et acteurs pour conduire une approche globale de la gestion des effluents d'élevage

La description des facteurs et des acteurs intervenant sur la gestion des effluents d'élevage ne suffit pas pour comprendre quels sont les objectifs et intérêts de chacun vis-à-vis de la gestion des effluents d'élevage ; une analyse croisée est donc nécessaire.

161. Le Conseiller Elevage, un acteur agissant en amont de la gestion

Le conseiller Elevage, spécialiste de l'animal, s'intéresse de façon secondaire aux effluents d'élevage. Son objectif essentiel est l'animal et le produit final attendu (lait, viande...), les matières organiques étant des sous-produits aux conséquences pas toujours mesurées. Son travail vise la performance et le bien-être des animaux et intervient en amont de la gestion des effluents d'élevage. Ce point de vue l'amène à donner des conseils :

- sur les **bâtiments** (mode de logement, surface, gestion des effluents principaux et secondaires obtenus) en incitant à la mise aux normes (facteur **réglementation**) ;
- **zootechniques** selon le type d'élevage et de production, conseils portant sur l'alimentation des animaux (teneur en matière sèche et en azote, utilisation de matières premières digestibles, réduction du gaspillage ...), le temps de séjour en bâtiment, la ventilation, la fréquence des paillages et des curages... ;
- **économiques**, notamment sur le coût des charges de structure et de fonctionnement des bâtiments, mais aussi sur les conséquences financières d'une contamination des produits animaux par les effluents d'élevage ;
- sur le **travail**, avec les travaux d'astreinte (quantité et fréquence des paillages, nettoyage des logettes...) et saisonniers (curage des bâtiments notamment).

162. Le Conseiller Cultures – Fourrages et/ou Machinisme, un acteur agissant sur la gestion

Selon les régions, le conseiller cultures – fourrages peut également exercer les fonctions de conseiller machinisme. Les deux fonctions étant assez proches, nous avons choisi de les fusionner. L'objectif majeur de ce conseiller est de maintenir la fertilité organique et minérale des sols de l'exploitation pour assurer un rendement suffisant des cultures et des prairies et garantir ainsi le niveau d'autonomie fourragère de l'exploitation décidé par l'agriculteur.

Pour lui, les effluents d'élevage sont un moyen, certes important, mais rarement unique, d'y parvenir. Il agit sur plusieurs facteurs que sont :

- les **caractéristiques des effluents** en proposant une évolution éventuelle de la consistance, de la nature et de la valeur fertilisante des effluents par la durée et le mode de stockage et/ou un mécanisme de transformation. En cela, il dispose également des connaissances quant aux quantités et qualités des différents effluents produits ;
- le **parcellaire** en déterminant la SAU réglementairement épandable selon la réglementation, la nature et la structure du parcellaire ;
- le **matériel d'épandage** (type, taille, faire-valoir...) et ses réglages ;
- l'**agronomie** en définissant un plan prévisionnel de fertilisation pour atteindre les objectifs de rendement et d'autonomie de l'agriculteur comprenant les doses et les périodes d'épandage par rapport aux besoins des cultures ;
- l'**économie** en incitant à la valorisation des effluents pour limiter les coûts globaux, notamment en engrais minéraux de synthèse ;
- le **travail** en mettant en évidence les périodes de travail nécessaires par rapport aux travaux d'astreinte et de saison, en estimant les durées nécessaires à la gestion des effluents et en incitant au travail et matériel collectif (CUMA, entraide...) ;
- l'**environnement social** en mettant en place le recyclage des déchets verts et fermentescibles de la société sur les exploitations agricoles ;
- la **réglementation** en diffusant des modèles de cahiers d'épandage qu'il actualise en fonction des évolutions réglementaires et en incitant au respect de la législation et à la souscription raisonnée de mesures incitatives type PHAE. Il peut également mettre en règle les cahiers d'épandage si besoin est.

Le conseiller fourrages est également le principal acteur diffusant les techniques de gestion des effluents d'élevage comme le compostage par la mise en place d'essais expérimentaux et de journées d'information et de démonstration.

163. Le Législateur et le Contrôleur, des acteurs intervenant en amont et aval de la gestion

Le législateur et le contrôleur sont aux deux extrémités de la chaîne de gestion des effluents d'élevage, le législateur en amont et le contrôleur en aval. Leurs objectifs sont la diminution des pollutions et des gênes pour les citoyens, ainsi que l'augmentation de la qualité du milieu naturel. Pour cela, le législateur édicte et diffuse les règles de gestion tandis que le contrôleur vérifie leur application.

Le législateur intervient avant que les effluents d'élevage ne soient produits, avec une **réglementation** générale (RSD, ICPE...) et particulière (ZES, ZV...) selon le risque de pollutions récurrentes. Il demande l'enregistrement des pratiques, impose des normes sur les **bâtiments** (surface par animal, capacités de stockage...), le **parcellaire** (plan d'épandage, PHAE...), le **matériel** (normes de qualité d'épandage pour les épandeurs à fumier), **l'agronomie** (doses maximales, périodes d'épandage), **l'environnement naturel** (distances d'épandage par rapport à l'eau) et **social** (distances par rapport aux tiers).

Le contrôleur intervient sur **le respect de la réglementation**, après l'élaboration d'une règle et sa théorique mise en pratique. Il recherche les causes des pollutions ponctuelles, contrôle l'application de la réglementation, avec le suivi des mises aux normes ou encore la vérification des cahiers d'épandage, et enfin sanctionne, si besoin est, notamment par la conditionnalité des aides PAC.

Il faut rappeler que le contrôle des pratiques se fait sur des enregistrements de faits et non d'après la réalité observée. Alors que l'agriculteur peut éventuellement être dans l'incapacité technique et pratique de respecter la totalité des règles réglementaires, il ne comprend pas que le contrôleur soit attaché à des contingences réglementaires incompatibles avec la réalité de son exploitation. De l'autre côté, le contrôleur doit vérifier les pratiques de l'agriculteur et tout d'abord ses enregistrements. Étant donné que l'exploitant reçoit une subvention pour faire ses enregistrements, voire pour composter ou se mettre aux normes, le contrôleur comprend difficilement que ce simple travail ne soit pas toujours fait selon les règles édictées. L'ensemble de ces faits amène à des incompréhensions mutuelles entre l'agriculteur et le contrôleur pouvant parfois déboucher sur des situations tendues, notamment en cas de réponses abstruses de l'un ou l'autre des interlocuteurs.

164. L'Usager du territoire, un acteur dont il faut tenir compte dans la gestion

Entre l'habitant / touriste et l'écologiste « averti », les similitudes sont nombreuses, le second étant souvent mâtiné du premier. C'est leur objectif final qui les distingue : l'habitant souhaite que les effluents d'élevage soient utilisés sans impact notable sur son cadre et sa qualité de vie. Pour l'écologiste, l'absence d'impact négatif doit avant tout porter sur le milieu naturel. Dans les deux

cas, ces acteurs n'ont que des moyens indirects, mais parfois très puissants, de pressions sur les agriculteurs.

L'habitant souhaite que les bâtiments d'élevage et les installations de stockage ne soient pas situées à proximité de son lieu de résidence, l'intégration paysagère étant par ailleurs très appréciée. Il demande que les routes soient propres et que l'agriculteur utilise du matériel ou des techniques limitant les nuisances en particulier les odeurs et les mouches. En l'absence de nuisances ou de problèmes visibles de pollution ou pouvant impacter sa santé, il réagit peu aux écarts réglementaires de l'agriculteur avec une tolérance a priori plus forte des résidents permanents par rapport aux résidents secondaires, et des ruraux par rapport aux rurbains et urbains. Pour limiter cet écart de perceptions entre habitants et agriculteurs, quelques Chambres d'Agriculture ou communes mettent en place des Chartes de Bon Voisinage pour faciliter les relations (Jahnich, 2009).

Si l'habitant souhaite que la réglementation soit respectée, il méconnaît globalement celle-ci⁸⁶. En cas de besoin, son premier moyen de pression passe par les élus locaux. Il a par ailleurs, tout comme l'écologiste, une mauvaise image du lisier, probablement due à l'image d'Epinal qui en fait un produit polluant.

L'écologiste recherche moins son « confort personnel » qu'une protection du milieu naturel. Il ne cautionne aucun rejet accidentel ou permanent, l'impact de l'utilisation des effluents devant être nul ou positif pour le milieu naturel. Souvent plus au fait de connaissances techniques comme le compost (technique qu'il reproduit à son échelle dans le jardin), il milite pour un durcissement et un respect strict de la réglementation qu'il connaît bien. Pour cela, il dispose de différents moyens de pression par l'intermédiaire d'élus de tous niveaux, de pétitions, d'opérations ponctuelles relayées par les médias...

165. L'agriculteur, acteur incontournable devant faire la synthèse de l'ensemble des facteurs et acteurs

Le dernier acteur et non des moindres est l'agriculteur. Au centre de toutes les pratiques de gestion, il doit nécessairement tenir compte de ses possibilités locales, techniques et financières et de la réglementation pour faire des choix de gestion des effluents d'élevage tenant plus ou moins compte des avis et des obligations, auparavant présentées. L'agriculteur doit hiérarchiser ces obligations et ces avis en fonction de ses objectifs de production et de vie. Chaque agriculteur, suivant son contexte et son environnement, son exploitation, ses possibilités techniques et ses envies, est ainsi conduit à « inventer » la gestion quotidienne, annuelle et pluri-annuelle (fertilisation et réglementation), d'un ou plusieurs types d'effluents. Sa gestion des effluents est ainsi optimisée selon une hiérarchie personnalisée et cohérente des atouts / contraintes et points forts / points faibles

⁸⁶ Un exemple marquant est le classement en 2009 d'une partie du Puy-de-Dôme en zone vulnérable aux nitrates, classement ignoré d'une grande partie de la population.

de son exploitation. Pour mieux exprimer ce travail de synthèse de l'agriculteur, ses prises de position sont mentionnées dans le Tableau 7.2 après la présentation de l'influence de chaque acteur sur les différents facteurs. Ce tableau constitue une synthèse de cette première partie de discussion de notre thèse.

En tant qu'acteur agissant sur la gestion des effluents d'élevage, l'agriculteur a tous pouvoirs sur la modification de ses pratiques. Dans un cadre réglementaire extrêmement fort, deux cas s'opposent. Lorsque l'agriculteur respecte les règles, les moyens de pressions légaux pour modifier les pratiques de gestion sont faibles. L'utilisateur du territoire peut négocier directement ou faire pression sur l'agriculteur (par la confrontation verbale ou physique, la médiatisation...) ou ses élus pour que les règles soient modifiées en sa faveur (Torre et Caron, 2005). Si l'agriculteur s'écarte plus ou moins de la règle, le levier de pression de l'utilisateur est plus fort (plainte, constat d'huissier, recours en justice...), mais ne sera pas, pour autant, couronné de succès.

Pour nous, une exploitation agricole s'inscrit dans une logique d'amélioration progressive, régulière et continue de ses pratiques, proches des démarches Agenda 21. Cette perpétuelle évolution apparente se fait cependant à des vitesses différentes selon les agriculteurs et les circonstances. Les pratiques de gestion peuvent être ainsi stabilisées depuis plusieurs années puis être brutalement remises en cause par une crise économique, une formation (information) ou un changement de génération à la tête de l'exploitation. Trois exemples parmi d'autres viennent étayer cette affirmation.

Le premier exemple est lié à l'augmentation brutale du prix des engrais minéraux de synthèse ces dernières années. Par exemple, entre mai 2007 et mai 2008, le prix des engrais à base, respectivement d'urée et de phosphate, ont augmenté de 100 % et 512 %. Dans le Puy-de-Dôme, les conseillers fertilisation n'ont jamais été autant sollicités qu'en 2007 et 2008, lorsque le prix des engrais étaient au plus haut. Les agriculteurs demandaient l'installation et la formation au logiciel Planfum, afin de mieux valoriser les effluents d'élevage disponibles sur leur exploitation. Utilisé au départ pour la réalisation des plans de fumure, le logiciel a vu ses fonctionnalités étendues pour répondre à ces nouvelles demandes des agriculteurs. Il permet aujourd'hui d'enregistrer toutes les interventions techniques sur les parcelles (apport d'effluents et/ou d'engrais minéraux, interventions phytosanitaires...), de vérifier le respect des engagements pris, d'éditer le cahier d'épandage, voire même de calculer les marges financières. Cela permet aux agriculteurs, en théorie, de répondre aux impératifs réglementaires, tout en conservant et en privilégiant les approches agronomiques et économiques. Dans les faits, les résultats semblent plus mitigés. Certains agriculteurs ont donné l'impression, au cours des enquêtes, de s'en servir comme d'un moyen pour « blanchir » leurs pratiques. Ce blanchiment nécessite toutefois un fréquent et important travail de réécriture des informations de la part du technicien, afin que celles-ci soient conformes aux attentes réglementaires.

Acteurs intervenant sur la gestion →		le Conseiller Élevage	le Conseiller Cultures, Fourrages et/ou le Conseiller Machinisme – Fédération Départementale des CUMA	Le Législateur (Europe, État et collectivités locales) et le Contrôleur (DSV, DDEA)	l'Usager du territoire		l'Agriculteur
Facteurs influençant la gestion ↓					Habitant (permanent et secondaire) et Touriste	Écologiste « averti »	
Structure	Bâtiments	Concepts et techniques liés à l'élevage et au bâtiment : mode de logement (caillebotis, litière, logette...), surface bât., niveau de paillage (quantité et fréquence)... Performance et bien-être des animaux Gestion des effluents principaux et secondaires obtenus	Praticité du bâtiment pour la mécanisation	Mise aux normes des bâtiments et des stockages (fumière, fosse, capacité de stockage...) Réglementation générale (bâtiment classé, PLU...)	Absence de stockage à proximité des habitations	Pas de rejets accidentels ou permanents	Choisir les concepts et les techniques utilisés pour la construction et le fonctionnement des bâtiments Respecter la mise aux normes Choisir les effluents obtenus et leur devenir (utilisation brute, transformation...)
	Parcellaire		SAU réglementairement épanachable, définie selon la nature (faire-valoir, caractéristiques des sols, topographie...) et la structure du parcellaire (distance, éclatement...) ainsi qu'avec la réglementation Définition de types de parcelles selon les possibilités techniques et leur productivité	Plan d'épandage, réglementation surface épanachable, PHAE...	Intégration paysagère des installations et lieux de stockage		Gérer les contraintes et les atouts du parcellaire pour définir la SAU épanachable en pratique Choisir, aménager (drainage, passage...) et agrandir son foncier
	Matériel	Matériel de gestion des effluents (racleur, chaîne de curage, mélangeur...)	Choix matériel d'épandage (taille, type, doses mini et maxi attendues, facilités techniques...) et réglages	norme européenne de qualité d'épandage pour les « épandeurs de fumier » (2003)	Routes propres Matériel limitant les nuisances		
Caractéristiques des effluents		Choix de l'effluent produit selon des critères historiques (histoire locale et de l'exploitation), techniques et économiques	Évolution éventuelle, par la durée et le mode de stockage ou tout autre procédé, de la consistance (égouttage, broyage...), de la nature et de la valeur fertilisante et amendante de l'effluent (compostage, séparation de phases, procédés physico-chimiques...) Tables de prévision des quantités et qualités d'effluents produits	Selon la nature de l'effluent, différenciation du stockage et de l'épandage	Mauvaise image du lisier		Gérer un ou plusieurs types d'effluents au quotidien, annuellement et pluri-annuellement (fertilisation et réglementation)
Conduite d'élevage		Type d'élevage et de production, nb. d'animaux, sexe, stade physiologique, alimentation (composition des concentrés, notamment en azote pour minimiser les rejets...), temps de présence en bât., ambiance, etc. Performance, santé et bien-être des animaux : quantité et fréquence paillage, ventilation, fréquence des curages / nettoyages / vidanges					Contrôler la production d'effluents d'élevage via les additifs (paille, eau...), la durée de séjour en bâtiment, les fréquences et périodes de nettoyage - curage
Conduite des cultures et prairies		Périodes d'épandage (appétence et qualité sanitaire fourrages et pâtures)	Plan prévisionnel de fertilisation pour atteindre les objectifs de rendement et d'autonomie (avec apport des effluents d'élevage) ; engrais de synthèse en complément des effluents (ou inversement) Définition des périodes d'épandage (type de produit, conditions climatiques...)	Cahiers d'épandage Doses maximum Périodes d'épandage		Compostage	Définir, atteindre et gérer ses objectifs de rendement et d'autonomie, en décidant des épandages en fonction des valeurs, doses et lieux, dates et conditions climatiques Mettre en place éventuellement des achats, ventes, échanges (paille-fumier, fourrage-effluents)
Gestion économique		Coût santé, pénalisation sanitaire produit Bât. : charges de structure (lisier plus cher que fumier) et de fonctionnement (paille, eau...)	Valorisation des effluents pour limiter les coûts, (liés à niveau de fertilisation de synthèse Matériel d'épandage (taille / propriété)	Limitation des coûts de traitement de l'eau potable			Choisir le mode de gestion des effluents et les équipements Valoriser ± les valeurs fertilisantes des effluents (part des intrants et forme de ces derniers)
Organisation du travail		Travaux d'astreinte (paillage, nettoyage logettes...) et ponctuels (curage, vidange...) liés à la gestion des déjections	Durée nécessaire pour gérer les effluents Matériel (périodes/besoins) pour curage et épandage				Équilibrer le travail entre la quantité disponible (prévisionnel) et le nécessaire, le coût et la qualité de vie recherchée Réduire le travail (fréquence, matériel et sous-traitance)
Environnement naturel				Doses maximum / ha Distances d'épandage (bon état écologique eau)	Abs. problème sanitaire et pollution visible	Impact nul ou positif sur le milieu naturel	Minimiser l'impact sur le milieu ; Modifier les pratiques en ce sens (pas de débordement de fosse mais épandage sur neige...)
Environnement social		Bien-être animal Acceptation bâtiment, fumier / lisier	Recyclage éventuel des déchets fermentescibles et des déchets verts, produits par la société (co-compostage, boues, méthanisation...)	Distances d'épandage (tiers)	Nuisances (odeurs, vue, mouches...) strictement limitées ; tolérance plus forte des ruraux / urbains		Intégrer les préoccupations globales de la société Choisir une politique vis-à-vis des tiers : politique de l'autruche / négociation / adaptation – modulation
Respect de la réglementation		Incitation à la mise aux normes	Cahier d'épandage comme mémoire des pratiques effectuées par parcelle Enregistrement papier et/ou informatique Si besoin, mise en règle du cahier d'épandage Incitation au respect de la législation (doses, distances, périodes d'épandage) et à la souscription des mesures incitatives (PHAE)	Recherche cause pollution ponctuelle Limitation des pollutions récurrentes et de leurs conséquences (ZV, ZES...) Contrôle l'application de la réglementation, la mise aux normes, les cahiers d'épandage (doses, distances...) à partir des enregistrements et non de la réalité Conditionnalité des aides PAC	Respect réglementation mais méconnaissance de celle-ci Pression sur les élus locaux	Respect strict réglementation bien connue Incitation au durcissement	Interpréter les limites de distance (de respect faible à mieux que la règle) Effectuer et gérer les enregistrements papier ou informatique, officiel et/ou réel S'informer et tenir ± compte de ces informations Éviter toutes pénalités financières par la recherche de compromis entre le respect de la réglementation, la valorisation et la gestion financière de l'exploitation
Objectifs / attentes vis à vis des effluents d'élevage		Maintenir de bonnes conditions d'élevage aux animaux par le paillage et le nettoyage fréquents des effluents Accorder la priorité à l'animal et au(x) produit(s) attendu(s) plutôt qu'aux « sous-produits » effluents et leurs conséquences	Maintenir la fertilité organique et minérale des sols pour assurer le rendement des cultures et prairies en vue de l'autonomie fourragère	Diminuer les gênes pour les citoyens, baisser les pollutions et leurs conséquences, augmenter la qualité du milieu naturel ; Édicter et diffuser les règles de gestion en vigueur ; vérifier leur application	Utiliser les effluents sans impact notable sur : le cadre et la qualité de vie le milieu naturel		Optimiser la gestion des effluents en fonction de différents atouts/contraintes, points forts/points faibles (locaux, techniques, financiers et réglementaires) classés selon une hiérarchie personnalisée cohérente

Tableau 7.2 : Objectifs et attentes, par facteurs, des différents acteurs sur la gestion des effluents d'élevage ; décisions et pratiques de gestion de l'agriculteur

Dans le deuxième exemple, l'influence de la formation sur les pratiques a été observée au cours des enquêtes, des suivis et des expérimentations de notre thèse. Au cours des enquêtes, quelques agriculteurs ont mentionné la modification de leurs pratiques, suite à des formations par un CETA ou les Chambres d'Agriculture. La volonté de l'agriculteur de se former continuellement et de progresser, joue énormément dans la participation à ces formations. Lors de nos suivis, une modification instantanée des pratiques a été observée lorsque, après un épandage de lisier, l'exploitant nous a demandé la dose apportée à l'hectare. Cette dose étant supérieure à ses attentes, il a immédiatement modifié sa pratique (tracteur roulant plus vite) pour épandre à la dose souhaitée. Cette anecdote montre bien la capacité des agriculteurs à évoluer continuellement et brutalement. Au cours du suivi des expérimentations, il était extrêmement fréquent que l'agriculteur exploitant le site nous questionne sur les résultats obtenus et sur ce qu'il devrait faire avec ses effluents. La curiosité de l'agriculteur pour ces résultats et sa recherche de recommandations dénotent un manque d'informations et/ou un souhait d'avoir des éléments supplémentaires de pilotage. La diffusion de références solides et locales et des propositions adaptées sont à même de modifier les pratiques de l'agriculteur.

Le dernier exemple concerne le changement de génération à la tête de l'exploitation agricole. Lorsqu'un jeune agriculteur s'installe, la formation obligatoire de pré-installation, voire ses études antérieures, l'amènent à se poser des questions sur la gestion de sa propre exploitation familiale. Son installation lui permet alors de proposer de nouvelles pratiques à même de répondre à ses interrogations. Lors de nos enquêtes, nous avons observé ce phénomène dans au moins une exploitation de chaque territoire enquêté.

2. UNE COMBINAISON ORIGINALE D'APPROCHES

Ce deuxième temps de discussion est consacré à un retour sur notre combinaison d'approches. Après avoir rappelé l'intérêt de trois approches croisées pour répondre aux objectifs de ce travail, il se focalise sur les intérêts et l'originalité de chacune des approches, sur les validations effectuées et enfin sur les limites et améliorations envisageables. Pour terminer, le propos s'attardera sur les applications concrètes amenées par les différentes approches.

La réflexion menée dans ce travail repose sur trois approches distinctes, deux à l'échelle de l'exploitation agricole avec le suivi et les enquêtes, et une à l'échelle de la parcelle, les expérimentations. Ces trois approches, fortement distinguées dans cet écrit, se sont pourtant nourries les unes des autres au cours du déroulement de la thèse. Leur déroulement quasi-simultané faisait que les réflexions nées lors d'un suivi ou d'une enquête se poursuivaient sur les sites expérimentaux et inversement. En cela, notre partie précédente sur les facteurs et acteurs influençant les pratiques de gestion des effluents d'élevage n'aurait pu naître sans cette combinaison d'approches.

21. Un suivi au plus près de pratiques réelles

211. Intérêts et originalité

Le suivi des pratiques de gestion des effluents d'élevage permet des observations qu'aucune enquête ne peut mettre facilement en évidence tels que les temps de travaux réels, la difficulté de certaines opérations, la précision des épandages ou les incohérences de l'agriculteur entre ce qu'il annonce faire et ce qu'il pratique réellement. Les observations et constats effectués sont l'image de l'importance qu'accorde l'agriculteur au respect de la réglementation et des « dérives » qu'il s'autorise. C'est également un constat des forces et des faiblesses des pratiques de gestion mises en place et des astuces et des ennuis qu'elles génèrent.

En cela, les opérations de suivi sont indispensables par leur capacité à informer le chercheur et/ou le technicien des difficultés rencontrées par l'agriculteur dans la mise en place de ses pratiques. Certaines informations sont connues (facilité à curer le bâtiment sur sol lisse, accès facile à la fosse à lisier, bon état des pneus...), mais trop souvent mises de côté au profit de l'élevage proprement dit. En tenir compte permettrait néanmoins un gain de temps a priori appréciable dans la gestion des effluents d'élevage. D'autres informations obtenues lors de ce suivi semblent moins connues (nombre de fourches par benne, raison des choix des trajets bâtiment-parcelle...), du moins sous un angle non agronomique. Ces informations apportent pourtant des hypothèses de travail potentiellement intéressantes pour développer de nouvelles méthodes de suivi et d'amélioration des pratiques de gestion des effluents d'élevage.

212. Limites et améliorations envisageables

Le suivi mis en place présente plusieurs limites. Il ne se consacre tout d'abord qu'à la gestion proprement dite des effluents lors de travaux ponctuels que sont le curage et l'épandage du fumier et l'épandage du lisier. Une grande partie du travail de gestion des effluents est éclipsé car il n'est pas possible avec la méthodologie mise en place d'observer les travaux d'astreinte. Pour résoudre ce manque d'information, un séjour en immersion dans l'exploitation, tel que l'a pratiqué Vayssières (2007), permettrait de chronométrer les temps d'astreinte et de visualiser les différentes tâches induites par la gestion des effluents d'élevage, tâches parfois mésestimées comme la dilution du lisier en Aubrac nous l'a montré. Ce séjour, pour être représentatif des pratiques, devra durer au moins une semaine, week-end compris, au cœur de la période d'hivernage. Si l'on soupçonne des tâches différenciées selon les périodes, notamment selon le temps de présence des animaux en bâtiment, l'immersion devra être répétée autant de fois que nécessaire.

La distance trop importante entre le lieu de travail et le lieu de suivi, pourtant inférieure à 60 km, a induit des temps de déplacement trop longs pour que le suivi ait pu être effectué correctement. En effet, si l'agriculteur ne nous avertissait que quelques heures avant (voire après) le début de

l'opération de gestion, le suivi des pratiques démarrait au mieux avec une heure de retard sur le début du chantier. De même, si l'exploitant ne comptait épandre que quelques tonnes de lisier en fin de journée, le trajet était trop long pour justifier un suivi. De plus, l'éloignement des exploitations suivies ne permettait pas d'effectuer un contrôle rapide et direct des éléments déclencheurs de pratique (niveau de remplissage de la fosse à lisier, hauteur de fumier en bâtiment...). Si un signal potentiellement déclencheur avait été ainsi détecté, il aurait été possible de questionner l'agriculteur sur la date prévue de sa gestion. Tout ceci explique en partie le faible nombre de suivis effectués.

Le faible nombre de relevés effectués s'explique également par la non-disponibilité du matériel ou l'incapacité de l'observateur à être à deux endroits à la fois. Ce dernier point signifie qu'il n'est pas possible d'observer simultanément les pratiques dans les deux lieux majeurs du suivi, le bâtiment et le lieu d'épandage ou de stockage. L'observateur doit donc faire des choix dans les informations relevées. Nous avons choisi de relever un maximum d'informations de différents types. Pour chaque type d'information, les fréquences de relevés ont parfois été trop faibles pour permettre une analyse ultérieure. De même, certaines informations n'ont pas été relevées notamment lors de la mise en place des mesures de répartition transversale par manque de temps entre deux voyages de l'agriculteur. Pour toutes ces raisons, un suivi correctement effectué demanderait probablement deux personnes, une au côté de l'agriculteur pour le chronométrage des pratiques et autres observations, l'autre pour l'ensemble des mesures effectuées.

Une des difficultés majeures du suivi est qu'il faut garder ses distances avec l'agriculteur pour ne pas perturber l'observation des pratiques tout en instaurant un climat de confiance pour que l'agriculteur ne dévie pas de ses pratiques habituelles et nous confie les raisons de ses pratiques. Cet équilibre délicat n'a pas toujours été respecté, le climat de confiance étant toujours privilégié par rapport à la distance nécessaire. Cela s'est caractérisé notamment par une aide technique et ponctuelle à l'agriculteur (chargement à la fourche, balayage...) et par la divulgation d'information sur les pratiques observées, informations ayant pu modifier les pratiques réelles de l'agriculteur.

22. Une typologie d'agriculteurs basée sur les pratiques de gestion

221. Intérêts et originalité

Notre typologie des pratiques de gestion des effluents d'élevage s'inspire d'autres travaux réalisés par Caneill et Capillon (1990), Hacala et Pflimlin (1994) dans les zones de montagne ou encore Guerrin et Paillat (2003) à la Réunion. Une originalité de notre travail est d'avoir essayé de s'affranchir des critères classiques de définition d'une typologie de gestion des effluents d'élevage. La charge animale par rapport à la surface exploitée est le critère classique permettant de refléter le choix global du système de production, choix discriminant pour catégoriser les problèmes d'effluents, liés notamment à l'orientation majeure animale ou végétale des exploitations. Le rapport UGB / SAU reflète alors la charge d'effluents présents sur l'exploitation rapportée à la

surface potentielle d'épandage. Les UGB et la part des cultures dans la SAU permet de distinguer les élevages dans leur taille et leurs orientations (Guerrin et Paillat, 2003).

Par ailleurs, l'autre critère distinctif des exploitations qu'est la nature de l'effluent avec ses conséquences sur le stockage et les problèmes d'adéquation entre effluents et cultures (Guerrin et Paillat, 2003) est plus ou moins prégnant sur notre étude. Nous allons développer ce fait sur les trois territoires d'enquêtes. Dans l'Aubrac, le lisier en tant qu'effluent quasi-exclusif peut poser des problèmes de stockage obligeant une utilisation hors des périodes les plus adéquates. Dans le Sancy, la situation est intermédiaire avec la présence de deux effluents aux comportements complémentaires pour la fertilisation, ce qui permet de s'affranchir globalement du manque d'adéquation entre effluents et cultures. Les problèmes de stockage pour les effluents liquides continuent cependant de se poser, notamment en raison de capacités trop faibles. Dans la région de Millau, la production exclusive de fumier n'est pas pénalisante en raison de la présence de cultures céréalières permettant de le valoriser au mieux. Le critère nature de l'effluent n'est donc pas suffisant pour construire une typologie de pratiques de gestion.

Notre typologie originale est construite d'abord sur les finalités de l'agriculteur et sa hiérarchisation des facteurs de gestion des effluents d'élevage. L'attribution de bornes quantitatives permet l'illustration des exploitations les plus concernées pour chaque groupe ainsi défini. Dans certaines régions comme le Millavois, ces bornes recourent avec une précision correcte les groupes ainsi définis. Dans d'autres régions comme le Sancy, les bornes sont beaucoup plus floues, une étude exclusive des critères quantitatifs ne permettant pas de définir les groupes tels que nous l'avons fait.

Une autre spécificité de notre travail est qu'il est axé uniquement sur des exploitations à la fois productrices et consommatrices d'effluents. Les matières organiques sont ainsi revendiquées comme des produits indispensables à l'exploitation « il n'y en a jamais assez », et ce même si le soin accordé à leur gestion est fortement variable. Les quatre stratégies alternatives évoquées dans les travaux de Guerrin et Paillat que sont le pilotage et la planification des épandages, la modification d'éléments structurels sans remise en cause du système de production, la modification du mode de production et de gestion des effluents, et enfin le changement de système de production se retrouvent toutes à des degrés divers dans les groupes typologiques créés. Hormis le pilotage et la planification des épandages, stratégie exclusive des exploitations ayant une activité agritouristique, ces quatre stratégies évolutives peuvent être présentes à l'intérieur des groupes définis. La stratégie de modification de mode de production et de gestion des effluents est la plus rare, alors que le pilotage et la planification des épandages est la stratégie la plus régulièrement évoquée par les agriculteurs pour améliorer leurs pratiques.

222. Validation

La validation de ces typologies a pour l'instant été uniquement faite dans la région de Millau par retours directs auprès des exploitants. Dans le cadre de journées de formation organisées par l'AVEM, la typologie des pratiques de gestion des effluents d'élevage dans le Millavois a été présentée aux agriculteurs. D'abord surpris d'observer une telle diversité de pratiques alors qu'ils imaginaient une uniformité entre exploitations, les agriculteurs enquêtés ou découvrant l'étude ont été particulièrement intéressés par la présentation des différentes pratiques. Chaque agriculteur se retrouvant globalement dans un groupe, cela nous incite à penser que la diversité observée sur cette région est une image correcte de la diversité totale observable en Millavois. La discussion sur les mérites et défauts de chaque groupe de pratiques a incité les agriculteurs à se questionner sur leurs propres pratiques notamment leur production totale de fumier, les doses apportées et les périodes d'apport (avant implantation en recouvrement...).

Ce travail a été complété par la diffusion d'informations sur les quantités d'effluents produits par les ovins et sur les valeurs fertilisantes des fumiers et composts. Une visite en exploitation agricole en seconde partie de journée mettait l'accent sur des moyens simples de mesurer le fumier produit (méthode du seau notamment) et appliquait la méthode d'enquête sur l'exploitation visitée. Ce décorticage d'un cas concret en faisait un support idéal pour illustrer notre travail, montrer les avantages et défauts des pratiques recensées à dire d'agriculteur et de technicien, de comparer les deux et de proposer éventuellement des améliorations.

223. Limites et améliorations envisageables

Ce travail typologique est principalement basé sur les déclarations orales de l'agriculteur, recoupées lorsque c'était possible par ses enregistrements écrits. Le retour sur différentes exploitations enquêtées par nous-mêmes ou d'autres personnes a montré que les données ainsi récupérées sont susceptibles de variations plus ou moins importantes. Seul un travail régulier avec l'agriculteur pourrait permettre de compenser ce défaut. Notre méthodologie d'enquête aurait donc été plus complète avec une seconde enquête permettant d'éclaircir les points restés obscurs, une fois la première enquête analysée.

Lorsque l'agriculteur n'est que peu intéressé par l'objet de l'enquête, il est difficile d'obtenir les informations nécessaires à une analyse. Certaines enquêtes ont ainsi été particulièrement difficiles à réaliser, que ce soit par manque de disponibilité de l'agriculteur ou manque de volonté. Par ailleurs, le faible taux de remise des cahiers d'épandage pour copie reflète l'inquiétude des agriculteurs quant à l'analyse de leurs pratiques. Ce qui devrait être pris comme une possibilité de discuter et d'améliorer leurs pratiques est le plus souvent vu comme une intrusion supplémentaire dans leur travail. La forte sollicitation des agriculteurs par l'extérieur (commerciaux, techniciens, administrations...) rend parfois difficile la visite des chercheurs.

La vision globale des pratiques de gestion des effluents d'élevage ainsi obtenue pour un territoire n'est jamais exhaustive. Cependant, l'exclusion d'exploitations trop atypiques (exemple d'une exploitation ovine en Aubrac) et le faible nombre d'enquêtes par région sont autant de facteurs facilement modifiables pour s'approcher au mieux des pratiques réelles d'une région.

De même, la multitude d'informations disponibles par exploitation rendait difficile une analyse complète et exhaustive d'un groupe. Certaines informations probablement intéressantes comme le niveau et la fréquence de paillage dans les exploitations avec fumier ont été ainsi délaissées. D'autres informations comme l'importance de la dilution du lisier n'ont été mises en évidence qu'une fois l'analyse réalisée. Dès lors, l'information n'a pas toujours été relevée dans les enquêtes par l'enquêteur qui ignorait son existence, défaut qui aurait été corrigé par une seconde enquête.

23. Des expérimentations uni – protocole et multi – sites

231. Intérêts et originalité

2311. Un Groupe de recherche commun à plusieurs Chambres d'Agriculture

L'originalité de ces expérimentations a été la mise en place d'un groupe de travail commun à tous les techniciens fourrages et/ou machinisme des départements ayant adhéré au Groupe Compost Massif central. Un tel programme de recherche appliquée, de valorisation et de diffusion des résultats a permis de regrouper et de mettre en réseau un ensemble de connaissances dispersées au sein de toutes les Chambres d'Agriculture. Les connaissances, les réflexions et les interrogations, ainsi partagées et mutualisées, ont débouché sur un protocole commun d'étude et d'analyse des résultats. Un tel travail a permis de partager les coûts d'étude et d'obtenir des subventions, inaccessibles à un seul technicien.

Après cette importante série d'expérimentations, le Groupe Compost Massif central se cherche aujourd'hui un avenir. Le fructueux travail en commun incite en effet les techniciens à développer de nouveaux thèmes de recherche appliquée pouvant aboutir à la mise en place de nouveaux essais. Le Groupe pensait désormais s'appeler Groupe Fourrages Massif central pour valoriser les préoccupations actuelles liées à l'autonomie fourragère. Des pistes de réflexion ont été ouvertes vers le sur-semis des prairies dans la continuité des études sur les pratiques de fertilisation. D'autres groupes travaillent par ailleurs sur les fourrages dans le Massif central, comme celui porté par le Pôle fromager AOC Massif central et le projet CASDAR « prairies AOC ».

2312. Un travail à l'échelle de la parcelle

L'intérêt majeur de ces expérimentations a été de nourrir la réflexion sur les pratiques agricoles de fertilisation organique en place dans les exploitations enquêtées et suivies. Ce passage de l'échelle exploitation agricole à l'échelle parcelle permet d'éclairer les pratiques en place des agriculteurs, en particulier l'utilisation d'engrais minéraux de synthèse avec une fertilisation organique simple.

Le travail avec les techniciens permet aussi de rester proche des demandes et attentes des agriculteurs et des questionnements des techniciens face à l'évolution des pratiques de fertilisation et des surfaces fourragères. Deux inquiétudes ont notamment été exprimées. L'inquiétude majeure est l'évolution négative de la production fourragère dans les départements les plus au sud en raison d'une fréquence accrue des sécheresses. La seconde est la concentration des effluents d'élevage sur les parcelles les plus proches des bâtiments pour diminuer le temps de travail et favoriser ces parcelles, souvent parmi les plus productives. Cette concentration entraîne des modifications de flore néfaste à la production d'un fourrage de qualité, en particulier dans le cas d'un apport massif de lisier.

232. Validation et diffusion des résultats

Les résultats obtenus ont été valorisés et diffusés par l'intermédiaire d'une plaquette A4 recto-verso, coécrite par les techniciens de Chambres et nous-mêmes (cf. Annexe 6). Cette plaquette, intitulée « *Fumier, compost, lisier sur prairies : l'important, c'est la dose* », détaille les compositions des fumiers et composts de bovins, les doses à apporter pour couvrir les besoins en P et K des prairies, les compléments d'azote à apporter ainsi que les périodes et régularités d'apport. En raison de son comportement différent de libération des éléments minéraux, le lisier est traité à part selon les mêmes modalités que précédemment. La plaquette comprend également des encadrés sur le gaspillage des effluents d'élevage et l'utilisation des indices de nutrition pour mieux gérer les apports. Une dernière partie explique succinctement l'expérimentation inter-régionale mise en place et les acteurs concernés.

233. Limites et améliorations envisageables

2331. Protocole

À partir du protocole commun mis en place au début de l'expérimentation, les personnes en charge du dossier au sein des Chambres d'Agriculture ont mis en place les expérimentations. Les considérations pratiques de la hiérarchie (autorisation de mettre en place les essais notamment) ont entraîné des décalages dans le temps lors de la mise en place des essais. Ainsi, la 1^{ère} année de certains départements correspond à la 2^{ème} d'expérimentation pour d'autres. De ce fait, le regroupement des données pour analyses a été fait, non pas par rapport à l'année civile, mais par rapport à l'année de l'essai (1^{ère}, 2^{ème} ...).

Par ailleurs, le déroulement de ces expérimentations en exploitations a entraîné des biais expérimentaux obligatoires pour ne pas pénaliser plus que nécessaire le travail des agriculteurs. L'effet bordure, le passage involontaire d'animaux (par destruction de clôtures) font partie de ces biais.

Le lisier a souvent été supprimé lors de la mise en place des essais, car il était difficile d'amener les volumes nécessaires jusqu'aux sites d'expérimentation. En parallèle, afin de satisfaire les agriculteurs et pour répondre à des questions propres à un territoire, des placettes avec d'autres traitements fertilisants (fumier et compost ovin, boues de station, matière organique + engrais de synthèse, co-compost, apports organiques cumulés tel compost et lisier, etc.), ont été également ajoutées. L'analyse entre sites a nécessité une simplification au plus petit dénominateur commun de ces différents traitements.

Au final, chaque site d'essai a été analysé individuellement. Chaque Chambre d'Agriculture concernée a utilisé son site expérimental comme illustration locale des résultats globaux obtenus. Malgré des particularités potentiellement intéressantes dans les résultats de chaque site d'essai, la présentation de ces résultats étaient globalement redondantes ou ne comportaient pas d'avancée scientifique significative. Nous avons donc choisi de présenter uniquement les résultats globaux, illustrés par deux sites d'essai.

Certains sites ont dû être écartés de l'analyse car le protocole suivi était trop distinct : travail sur les périodes d'apport sur le site du Viala, site expérimental déjà en place depuis quatre ans lors du début du suivi GCMC...

Les habitudes locales de fauche ont également influencé la fréquence des coupes. Dans le Rhône, la fauche précoce (avant épiaison) est faite pour obtenir ensuite 1 à 2 autres coupes. En Lozère, aucun regain n'est attendu. La date de la fauche est ainsi repoussée après épiaison. Ces différences de pratiques modifient les résultats obtenus.

Le protocole était également incomplet sur certains points. Ainsi, l'étude botanique n'a pu être faite que par comparaison entre la 1^{ère} année après épandage et la dernière année. En effet, aucun relevé n'avait été prévu avant la mise en place de l'essai pour avoir un point 0. De ce fait, les résultats sont soumis à caution.

2332. Relevés effectués

Des résultats sont manquants pour différentes raisons liées à la perte lors du transport (produits organiques et échantillons d'herbe), à une mauvaise organisation des agriculteurs (passage des animaux sur le site) ou des techniciens (relevé floristique non effectué par absence de connaissance ou non-disponibilité des personnes).

Lors des récoltes, le matériel utilisé pour la fauche et les pesées pouvait varier fortement selon les circonstances. L'exemple de la pesée est parlant. Avant l'uniformisation réalisée en 2006, le matériel de pesée utilisé par les techniciens allait d'une balance romaine à une balance électronique précise à 50 g près. Les techniques d'échantillonnage de l'herbe étaient également variables suivant les personnes en charge des sites (prélèvement à la micro-tondeuse, dans le volume d'herbe

précédemment tondu...). Notre passage systématique, lors de la récolte et sur tous les sites, à partir de 2006, a permis d'éliminer progressivement ce biais.

Les calculs d'ETP ne sont que des estimations basées sur une méthode proposée par De Montard (1990). Pour savoir si l'ETP ainsi estimée est similaire à l'évapotranspiration réelle, une vérification a été réalisée à partir des données du poste de Clermont-Ferrand (données moyennes sur 30 ans). Cette validation fait apparaître un écart moyen de + 12 mm / mois entre les données mesurées et estimées (min : - 12 mm ; max : + 44 mm). Cet écart a été considéré comme faible et peu impactant sur le décompte des séquences sèches par poste météorologique.

2333. Autres expérimentations pouvant être mises en place

Suite aux résultats obtenus, il serait intéressant de faire une expérimentation sur les produits organiques avec un apport complémentaire d'ammonitrate (fumier + 30 UN par exemple) pour augmenter l'indice de nutrition azotée.

Il serait également intéressant d'étudier l'influence de la fréquence des apports des produits organiques sur les prairies. Le travail n'a en effet été effectué qu'avec la modalité apport annuel, peu pratiquée sur les exploitations. Une expérimentation observant les effets d'un apport d'effluents d'élevage tous les deux ou trois ans seraient plus proches des pratiques réalisées par les agriculteurs.

Enfin, deux expérimentations suivies sur une période de huit années dans l'Allier et en Haute-Loire annonçaient des résultats prometteurs sur les fertilisations exclusivement organiques. Avec des apports annuels d'effluents d'élevage, les rendements tendaient vers ceux d'une fertilisation minérale de synthèse non limitante avec une évolution de la flore marquée par un fort taux de légumineuses dans la parcelle et une forte diversité. Ces premiers résultats demanderaient à être corroborés par d'autres essais de longue durée (5 à 8 ans minimum).

3. QUELQUES RECOMMANDATIONS CONCRETES

Les travaux précédemment présentés apportent des pistes de réflexion aux personnes chargées d'aider les agriculteurs à mieux gérer leurs effluents d'élevage : techniciens de Chambre d'Agriculture, Fédérations Départementales et/ou Régionales de CUMA...

31. Diffusion des informations et formations

Malgré l'importante offre de formations et les nombreuses informations diffusées, certains points facilitant la gestion des effluents d'élevage semblent mal acquis par les agriculteurs. Le travail de formation avec des journées de terrain, type Rallye de l'Herbe, et de diffusion des informations doit donc nécessairement se poursuivre en mettant l'accent à notre avis sur quatre points.

1) **L'évaluation nécessaire et concrète des quantités produites d'effluents d'élevage.** Trop d'incohérences ont été relevées entre la production annoncée par l'agriculteur (production régulièrement issue d'un Dexel ou d'un plan prévisionnel d'épandage) et les volumes ou tonnages utilisés, pour que cela soit dû simplement à des erreurs de l'agriculteur. La dilution du lisier, l'importance du paillage, la durée de stockage, l'utilisation de produits asséchants sont autant de facteurs de variation à prendre en compte dans les régions de montagne enquêtées.

En l'absence de connaissance des volumes produits, il paraît difficile de définir des doses cohérentes à apporter à l'épandage. Plusieurs méthodes de mesure sont possibles. La pesée de plusieurs épandeurs et/ou tonnes à lisier (1 pesée au moins à chaque grande opération d'épandage) permet de connaître le poids réel d'effluent à chaque voyage effectué. Multipliées par le nombre de voyages, ces pesées donnent une estimation relativement précise des volumes ou tonnages produits.

En l'absence de pesons ou d'une bascule à proximité, l'exploitant peut recourir à d'autres techniques. Pour le fumier, la méthode du seau (masse volumique rapportée à la surface du bâtiment) donne apparemment des résultats suffisamment fiables (si l'échantillonnage est suffisant) pour être plus largement diffusée auprès des exploitants. La méthode des fourches que nous avons créée est une autre alternative, mais est difficilement applicable directement par l'agriculteur, en raison du nombre d'informations à noter. Pour le technicien, le temps nécessaire à la prise d'informations semble trop important pour qu'il puisse également appliquer largement cette méthode. Toutefois, cette méthode semble la seule valable pour estimer le poids de fumier mis dans un épandeur si l'on est dans l'impossibilité de peser complètement l'épandeur. Pour le lisier et pour les fosses régulières⁸⁷, il est possible de mesurer la hauteur de lisier dans la fosse avant et après chaque voyage. Une estimation correcte nécessite cependant que le niveau de la fosse descende régulièrement, ce qui n'est pas systématique. Encourager une réflexion sur la dilution volontaire par l'agriculteur est également essentiel.

Enfin, une autre possibilité de mesures des quantités produites est la plus large diffusion d'équipement spécifique pesant les quantités de fumier chargées dans l'épandeur. Le fabricant Samson équipe ainsi ses épandeurs à fumier de pesée embarquée, système constitué d'un seul capteur, disposé sur le triangle d'attelage, permettant d'indiquer la charge contenue dans l'épandeur à plus ou moins 10 %. Chez Rolland, la gamme d'épandeurs à hérissons verticaux dispose également d'un système de pesée avec capteurs situés sur la flèche et l'essieu. Ce dispositif est de plus adaptable sur d'anciens épandeurs. Pour les tonnes à lisier, il s'agit de généraliser les systèmes visualisant le niveau de remplissage de la tonne ou d'équiper la tonne avec des capteurs volumétriques estimant les volumes pompés. Le coût important de ces équipements freine

⁸⁷ C'est à dire les fosses à fond plat, à la surface connue et où il est possible de mesure facilement, sans prise de risques, la hauteur de lisier.

malheureusement leur généralisation sur les épandeurs ou tonnes à lisier de faible à moyenne capacité, matériels communs dans les territoires enquêtés.

2) **La diffusion des informations sur les valeurs fertilisantes des effluents d'élevage.** Au cours des enquêtes comme des suivis, nous avons constaté que la plupart des agriculteurs ignorent la valeur fertilisante de leurs effluents ou, lorsqu'ils la connaissent, ne l'utilisent pas. Il semble donc important de continuer les campagnes de diffusion des valeurs fertilisantes des effluents d'élevage, valeurs issues de références régionales adaptées, le suivi expérimental ayant montré d'importants écarts. Les campagnes d'analyses d'effluents d'élevage auprès des agriculteurs doivent être également poursuivies dans une optique similaire et pour justifier plus aisément de l'intérêt des effluents. Ces campagnes permettraient de distinguer plus aisément les types d'effluents d'élevage présents sur l'exploitation, en particulier dans le cas d'effluents liquides. Les purins, les lisiers, les eaux blanches et vertes sont trop souvent mélangés dans la fosse sans connaissance réelle des valeurs fertilisantes induites par ces dilutions. De plus, un même effluent liquide évolue fréquemment en cours d'année (notamment en élevage laitier) tout en étant le plus souvent considéré comme un produit unique, si ce n'est dans les faits, au moins sur le cahier d'épandage. La gestion différenciée de ces produits seraient donc à mettre en place.

3) **Des pratiques réelles plutôt que des pratiques enregistrées.** Les pratiques enregistrées répondent avant tout aux obligations réglementaires. Dans les faits, les pratiques réelles diffèrent plus ou moins de ces pratiques enregistrées selon les possibilités et les contraintes de l'exploitation et de l'agriculteur. Seul un travail sur les pratiques réelles de l'exploitant autorise une amélioration des pratiques par un conseil adapté (capacités de stockage à faire évoluer, doses et lieux adaptés...). Ce conseil doit par ailleurs prendre en compte un volet sociologique et territorial susceptible d'expliquer des pratiques apparemment aberrantes : décalage de certaines périodes d'épandage, trajet non optimisé... Par ailleurs, le cahier d'épandage au service de l'agriculteur avant d'être au service de l'administration ou des techniciens semble encore à inventer. Actuellement, les agriculteurs disposent d'une importante marge de progression dans leurs pratiques par la simple observation et analyse des enregistrements des années précédentes.

4) **Des bâtiments adaptés et un matériel en bon état facilitent la gestion.** La gestion des effluents d'élevage est encore trop souvent négligée lors de la construction des bâtiments avec des accès inadaptés aux fosses à lisier, des angles difficiles à curer, etc. Les techniciens doivent inciter les agriculteurs à intégrer ce type de préoccupation lors de la conception des bâtiments pour limiter les pertes de temps ultérieures. Ils doivent également insister sur la réduction des nuisances lorsque l'exploitation est soumise à des pressions extérieures par d'autres usagers du territoire. Le stockage des effluents hors de vue des habitants, des fosses couvertes etc. sont autant de moyens auxquels l'agriculteur doit réfléchir. Enfin, les techniciens doivent insister sur la nécessité d'un équipement adapté, en particulier des pneus en bon état. Un travail supplémentaire sur les économies de

carburant est également à effectuer, les agriculteurs ayant tendance à laisser les deux tracteurs fonctionner. Le tracteur avec fourche fonctionne ainsi fréquemment par exemple pendant qu'ils utilisent le tracteur attelé pour emmener le fumier au champ ou épandre.

32. Les CUMA, un outil au fort potentiel de développement

Du point de vue des CUMA, un travail important reste à faire pour diffuser le modèle coopératif pour ce qui concerne la gestion des effluents d'élevage. Trop d'exploitants restent réfractaires à ce modèle (et même à la copropriété), car ils argumentent devoir intervenir à tout moment sans se préoccuper de la disponibilité du matériel d'épandage. Nos suivis ont pourtant montré que le matériel est globalement peu utilisé sur une année complète et qu'il est possible de s'arranger facilement si les agriculteurs anticipent un peu les blocages éventuels que sont les conditions climatiques inadéquates ou l'absence de main-d'œuvre disponible. La mise à disposition d'un tracteur avec chauffeur en sus du matériel d'épandage permettrait par ailleurs de résoudre certains problèmes de main-d'œuvre qui décalent les périodes d'épandages de moments plus propices pour les cultures en place à d'autres moins propices, mais où la main-d'œuvre est disponible.

Pour faciliter cette acceptation, le matériel mis à disposition par la CUMA doit répondre à notre avis à plusieurs critères :

- Le matériel d'épandage doit être dans un état irréprochable ce qui nécessite des pneus en bon état et un entretien régulier de la part des agriculteurs utilisant le matériel : nettoyage après chaque campagne d'utilisation chez un agriculteur, graissage régulier si nécessaire...
- Le matériel d'épandage doit être d'une capacité légèrement supérieure à la moyenne des matériels de la région. Les exploitants disposent généralement d'un matériel ancien, peu performant, mais d'usage pratique. Une capacité de transport supérieure justifie partiellement l'adhésion à la CUMA. Cependant, si la taille du matériel est trop importante par rapport à la région, il semble y avoir un frein psychologique, « ce matériel n'est pas adapté à mon exploitation », et technique, « ce matériel est trop gros/grand, il ne rentrera pas ou abîmera mes parcelles ». La marge de manœuvre est donc délicate à trouver. Les freins mentionnés expliquent partiellement selon nous l'échec de la CUMA Orga-Fertil à trouver les volumes nécessaires pour atteindre sa rentabilité.
- Le matériel d'épandage doit disposer de facilités techniques inaccessibles à un agriculteur seul : bras de pompage pour le lisier, pesée embarquée de l'épandeur, compteur volumétrique... Ces fonctionnalités à elles seules peuvent justifier l'adhésion à la CUMA de certains agriculteurs.
- Si le matériel d'épandage est fourni avec tracteur et chauffeur, ce dernier doit être au courant des us et coutumes de la région et être attentif aux conditions d'épandage. Sa capacité à s'arrêter quand les conditions d'épandage sont notoirement insuffisantes ou que la gêne occasionnée par l'épandage est notable sont par exemple deux critères de sélection d'un chauffeur performant.

Conclusion générale

Inscrit dans le cadre d'une recherche agronomique systémique, ce travail a pour ambition de contribuer à l'amélioration des connaissances sur les effluents d'élevage, objet à l'interface de la zootechnie et de l'agronomie. Il se fonde sur l'hypothèse que les effluents d'élevage sont considérés par les agriculteurs comme un véritable produit, nécessaire au fonctionnement de l'exploitation par ses effets fertilisants et amendants.

Pour cela, ce travail a débuté par une remise en perspective de la place des effluents au cours du temps des débuts de l'élevage à nos jours. Une double rupture technique a ainsi été mise en évidence. L'apparition et la diffusion des engrais minéraux de synthèse à partir du XIX^e siècle ont d'une part entraîné un recul de l'intérêt pour les effluents d'élevage, recul moindre dans les zones de montagnes où la vulgarisation des connaissances s'est faite avec moins de facilité. Cela s'est accompagné d'autre part d'une rupture technique avec la mécanisation progressive des pratiques de gestion quotidiennes et saisonnières des effluents, en particulier à partir des années 1950. Les modes complexes de gestion des effluents ont été délaissés au profit d'autres pratiques de gestion plus simples où l'effluent d'élevage n'était plus qu'un déchet. Cette utilisation sans gestion des effluents d'élevage a contribué à des conséquences néfastes sur l'environnement que la société cherche encore à régler. Dans ce cadre, une réglementation obligatoire et contraignante est apparue, réglementation que l'agriculteur a dû apprendre à gérer. Néanmoins, cette vision des effluents d'élevage comme un déchet est désormais obsolète. Les effluents d'élevage sont à nouveau des produits intéressants dont la gestion est une absolue nécessité.

Qu'en est-il de cette affirmation dans les zones de montagnes comme le Massif central où l'élevage prédomine et où les problèmes de gestion semblent toujours avoir été moins prégnants ? Pour le savoir, nous avons développé un modèle conceptuel de gestion des effluents d'élevage basé sur une approche globale de l'objet d'étude. Cette démarche suggère notamment un élargissement des modèles agronomiques de gestion des effluents, en intégrant le comportement de l'agriculteur, lié en partie à des facteurs humains tels que son environnement socioculturel.

Trois démarches d'études ont été combinées pour arriver à nos fins. La première a été constituée de suivis réguliers des pratiques de gestion des effluents d'élevage dans trois exploitations agricoles. Sans a priori sur les informations nécessaires et/ou importantes, un ensemble divers de données a ainsi été relevé au plus près des pratiques réelles de l'agriculteur. Le deuxième dispositif comprend une série d'enquêtes dans trois territoires allant du nord au sud du Massif central, afin d'observer les pratiques mises en place dans diverses exploitations et l'influence des facteurs sociaux et territoriaux. Pour compléter ces approches globales des effluents d'élevage en exploitation, une troisième approche a consisté en l'analyse de quelques pratiques d'utilisation des effluents

d'élevage testées sur onze sites différents du Massif central, en partenariat avec les Chambres d'Agriculture concernées.

Cette démarche combinant trois dispositifs de recherche a été lourde à mettre en place et à suivre, mais a abouti à une multitude d'informations descriptives sur la gestion des effluents d'élevage. Parmi les résultats précédemment présentés, il est nécessaire de revenir sur deux points particuliers.

Le premier constat issu de ce travail est que les effluents d'élevage sont considérés comme de véritables produits aux intérêts agronomiques reconnus par tous les agriculteurs. Malgré des gestions souvent approximatives et une méconnaissance des valeurs fertilisantes de ces matières organiques, aucun agriculteur ne considère les effluents d'élevage comme des déchets. Cette valeur du produit effluent d'élevage n'est que rarement monétaire (achat de fumier pour une exploitation en agriculture biologique). Elle s'exprime par contre d'autres façons. Cela passe d'abord par des réflexions marquantes lorsqu'on interroge les agriculteurs sur l'exportation de leurs effluents « *pas question, je n'en ai déjà pas assez !* » ou l'importation d'effluents extérieurs « *j'aimerais bien, mais il n'y a rien par ici* ». Les importations de boues de station d'épuration, de papeteries, d'élevage hors-sol sont elles-aussi caractéristiques de l'importance accordée à ces produits. La valeur accordée aux effluents d'élevage se retrouve enfin dans les nombreux échanges non monétaires mentionnés au cours de l'enquête :

- Le foin de moitié : en échange d'une fertilisation organique (lisier ou fumier), la moitié du foin produit est récupérée.
- L'échange lisier / regain : en échange de l'épandage de lisier sur la parcelle, le propriétaire laisse le regain à l'agriculteur.
- L'échange fumier / bâtiment : le bâtiment est loué gratuitement en échange du tiers à la moitié du fumier produit annuellement.
- L'échange fumier / paille : le prix de la paille est diminué, voire nul, si l'équivalent en fumier est fourni pour la parcelle concernée.

Ces échanges non monétaires de type troc sont caractéristiques de la valeur accordée au lisier et au fumier. Les eaux blanches et vertes, voire le lactosérum ou les laits de tarissement ou de repasse, ne se voient cependant pas accorder la même valeur, ce qui peut expliquer leur fréquent rejet direct dans le milieu naturel.

Le second constat issu de ce travail est double. L'agronomie est tout d'abord le premier facteur de pilotage de la gestion des effluents d'élevage, une fois que les facteurs contraignants ont été pris en compte (réglementation, structure et caractéristique des effluents). C'est également le facteur sur lequel les techniciens et les contrôleurs agissent prioritairement car il est facilement modifiable. Les modèles de gestion des effluents d'élevage s'intéressent donc prioritairement à ce facteur et aux prises de décisions de l'agriculteur qui y sont liées. Le second constat est que les facteurs sociaux et

territoriaux sont trop souvent négligés par les différentes approches de recherche. Or ce volet « socio-territorial » peut avoir d'importantes conséquences sur les pratiques mises en place. Il en est ainsi avec la gestion par l'agriculteur des tensions et conflits nés de l'usage des effluents d'élevage. Lorsqu'il ignore ces tensions, l'approche agronomique est suffisante. Lorsqu'il tient compte de ces tensions et conflits dans sa gestion en aménageant ses pratiques (absence d'épandage avant le week-end et en vacances scolaires, trajet évitant les hameaux, déplacement du tas de fumier...) ou en négociant avec les usagers du territoire (avertissement avant épandage, discussion avec les personnes rencontrées...), l'intégration des facteurs sociaux et territoriaux est indispensable pour comprendre l'écart entre des pratiques agronomiques optimales et les pratiques réelles observées. En cela, nous rejoignons la conception anthropocentrée du fonctionnement du système agricole développée par Dépigny et Cayre (2002 ; 2007) pour la sensibilité paysagère des agriculteurs, approche qu'ils estimaient applicables à d'autres problématiques environnementales inscrites dans les préoccupations de la sphère professionnelle agricole. Les pratiques de gestion des effluents d'élevage ne font pas exception, leur évolution étant ralentie par des freins culturels et/ou des préjugés, voire de l'irrationnel. La connaissance de ces pratiques passe donc par une meilleure compréhension du raisonnement des agriculteurs dans leurs choix technico-économiques, socio-territoriaux et du respect réglementaire.

Parmi les différentes perspectives possibles d'évolution de l'agriculture, certaines vont avoir des impacts non négligeables sur les pratiques de gestion des effluents d'élevage.

La concentration probable des exploitations va tout d'abord entraîner un agrandissement des surfaces d'exploitation et une concentration des troupeaux sur quelques sites. Le volume d'effluents à gérer pour un même site augmentera avec la taille des troupeaux ainsi constitués, alors que la distance bâtiments – parcelle à épandre va augmenter. La diminution du maillage d'exploitations agricoles risque donc d'amener les exploitants agricoles à concentrer les effluents d'élevage sur les parcelles les plus proches, hypothèse renforcée par l'éventuelle flambée des prix des carburants. Le développement de moyens de gestion faisant appel à d'autres techniques comme le compostage pour diminuer les volumes de fumier ou l'utilisation de matériels de plus grandes capacités, sera indispensable pour valoriser au mieux le produit effluent d'un point de vue agronomique et technique.

Cette concentration des exploitations s'accompagnera probablement d'une diminution de la main-d'œuvre disponible pour gérer la surface de l'exploitation et les animaux. L'importance du travail d'astreinte, mais aussi du travail saisonnier de gestion des effluents, devra donc être réduite, des prémices ayant été observées sur les exploitations comportant une activité agritouristique. Cela passera par les facteurs bâtiments et matériels, mais aussi en faisant appel à de la main-d'œuvre extérieure apte à accomplir des tâches déterminées.

Dans ce cadre, les CUMA d'épandage et de compostage doivent jouer un rôle majeur de développement dans la mise en place et l'essor de nouvelles pratiques de gestion des effluents d'élevage, tel que le service intégral d'épandage comprenant chauffeur, tracteur et matériel d'épandage performant et pratique.

Parmi les autres perspectives d'évolution, un nouveau durcissement de la réglementation est vraisemblable. Sur la gestion des effluents d'élevage, nous avons observé les nécessaires marges de manœuvres que s'accordent les agriculteurs dans un système qu'ils trouvent contraignants et très éloignés de pratiques réelles et possibles. Tout durcissement nouveau de la réglementation risquerait de réduire ces marges de manœuvre. La souplesse de gestion des agriculteurs leur permettra toutefois d'en trouver de nouvelles jusqu'au point de rupture où le système réglementaire ne pourra alors plus tenir. Dans la mesure du possible (impact réduit sur le milieu naturel notamment), il est donc nécessaire de laisser des marges ou des flous réglementaires afin que les agriculteurs puissent continuer à gérer et s'adapter au mieux aux circonstances et possibilités de leur exploitation.

Et si finalement cette thèse se résumait à cette petite histoire traditionnelle mise en valeur par Anne Jambois et Mathis dans l'ouvrage Vache de Vache aux Éditions Paquet (2002) :

« La vache a deux sous-produits : le lait et la bouse.

Le lait ? Aucune importance, tout le monde en boit ! Mais la bouse...

De deux choses l'une : soit elle tombe dans le pré...soit elle tombe sur le chemin.

Si elle tombe dans le pré, aucune importance ! Mais, si c'est sur le chemin...

De deux choses l'une : soit personne ne passe ... soit quelqu'un passe.

Si personne ne passe, aucune importance ! Mais, si quelqu'un passe...

De deux choses l'une : s'il la voit, aucune importance ! Mais s'il ne la voit pas...

De deux choses l'une : soit il passe à côté...soit il met le pied dedans.

S'il passe à côté, aucune importance ! Mais, s'il met le pied dedans.

Ah ! La vache !

...a deux sous produits... »

Bibliographie

1993. Arrêté du 22 novembre 1993 relatif au code de bonnes pratiques agricoles. Ministère de l'agriculture et de la pêche, Ministère de l'environnement,
2001. Capacité de stockage des effluents d'élevage et à l'application de la réglementation des installations classées relatives aux élevages. Circulaire DEPSE/SDEA n°2001-7047 du 20 décembre 2001, Bulletin Officiel du Ministère de l'Agriculture n°52 52.
2001. Décret du 22 janvier 2001 relatif à l'appellation d'origine contrôlée "Roquefort". JO n°21 du 25 janvier 2001 page 1283
2005. Arrêté du 1er août 2005 établissant les prescriptions minimales à mettre en œuvre en zone vulnérable et modifiant l'arrêté du 6 mars 2001 relatif aux programmes d'action à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. JO n° 216 du 16 septembre 2005, France
2007. Cahier des charges de l'Appellation d'origine protégée Reblochon ou Reblochon de Savoie - Version du 11/12/07. 20.
- Abd El Kader, N., P. Robin, J.-M. Paillat et P. Leterme (2007). "Turning, compacting and the addition of water as factors affecting gaseous emissions in farm manure composting." *Bioresource Technology* **98**: 2619-2628 pp.
- Agence de l'Eau Loire - Bretagne (2004). Etat des lieux du bassin Loire-Bretagne, Agence de l'Eau Loire - Bretagne. 254 p.
- Agreste (2001). CD-ROM Recensement Général Agricole 2000. L'inventaire, France Métropolitaine, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche p.
- Agreste (2009). "La consommation d'énergie directe des exploitations agricoles : un enjeu énergétique bien compris." *Agreste Primeur*(224): 4 pp.
- Agreste Midi-Pyrénées (2006). "Valeur vénale des terres agricoles en 2005 : Entre attentisme des agriculteurs et pression de l'urbanisation." *Données*(32): 6 pp.
- Aguerre, J.-P. (2003). "Scatophobie des villes, scatophilie des champs : gestion et utilisation des fèces à Lyon à la fin du 19e siècle." *Ruralia* **12/13**: 85-122 pp.
- Agulhon, M., G. Désert et R. Specklin (1976b). Les campagnes à leur apogée. in G. Duby and A. Wallon. L'histoire de la France rurale, Tome 3. Paris, Le Seuil: 177-381 pp.
- Agulhon, M., G. Désert et R. Specklin (1976c). L'ébranlement. in G. Duby and A. Wallon. L'histoire de la France rurale, Tome 3. Paris, Le Seuil: 383-545 pp.
- Alonso, E. (2001). Epannage de fumier : calculs des doses, Chambre d'Agriculture des Hautes-Pyrénées: 4 p.
- Antoine, A. (2006). L'élevage : un facteur de spécialisation des économies rurales anciennes. in P. Madeline and J.-M. Moriceau. Acteurs et espaces de l'élevage (XVIIe-XXI siècle). Caen, Association d'Histoires des Sociétés Rurales: 23-38 pp.
- Arvalis - Institut du Végétal (2004). Comment régler son épandeur d'engrais ou de produits organiques ? : 6 p.
- Aubry, C. (2007, mis en ligne le 11 avril 2009). "La gestion technique des exploitations agricoles, composante de la théorie agronomique », , , ." *Ruralia* Retrieved 15/09/09, 2007-21, from <http://ruralia.revues.org/document1855.html>.
- Aubry, C., J.-M. Paillat et F. Guerrin (2002). Modélisation conceptuelle de la gestion des matières organiques issues des élevages dans les exploitations agricoles : l'exemple de l'île de la Réunion. in F. Guerrin and J.-M. Paillat. Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité : cas de la gestion des effluents d'élevage à l'Île de la Réunion. Montpellier, CIRAD: 19 pp.
- Aubry, C., J.-M. Paillat et F. Guerrin (2006). "A conceptual representation of animal waste management at the farm scale : the case of the Reunion Island." *Agricultural Systems* **88**: 294-315 pp.

- Auckenthaller, J. (1999). La fertilisation des prairies dans les Pays de la Loire. in G. Thévenet and A. Joubert. Raisonnement la fertilisation pour les générations futures. Blois, Comifer - GEMAS: 231-233 pp.
- Auricoste, C., J.-P. Deffontaines, J.-L. Fiorelli, A. Langlet et P.-L. Osty (1983). Friche, parcours et activités d'élevage : potentialités agricoles. Paris, INRA p.
- Aznar, O., G. Bretière, P. Jeanneaux et L. Massardier (2005). "Stratégies de traitement collectif des eaux usées et des boues d'épuration : état des lieux et tendances pour les communes du département du Puy-de-Dôme." Ingénierie EAT 42: 23-31 pp.
- Aznar, O., D. Vollet, G. Amon, G. Brétière, C. Déprés, B. Drobenko, S. Dourousseau, S. Herviou, P. Jeanneaux et A. Ribeiro (2006). Gestion durable des boues d'épuration : recherche sur les conditions de pérennisation de leur valorisation agricole. Clermont-Ferrand, Métafort: 239 p.
- Barbe, R. (2008). "Prix du lait : les agriculteurs s'attaquent aux grandes surfaces " Zoom43.fr Retrieved 24/11/08, from http://www.zoom43.fr/actu/ACT_detail.asp?strId=25115&strArtTypId=1.
- Barloy, J., C. Cheverry et M. Coppenet (1989). Les grands traits de l'évolution récente de l'agriculture en Bretagne in M. Sebillotte. Fertilité et systèmes de production. Paris, Inra éditions: 209-217 pp.
- Barrière, O. et C. Barrière (1997). Le foncier environnement : Fondements juridico-institutionnels pour une gestion viable des ressources naturelles renouvelables au Sahel. Rome, Editions FAO. 99 p.
- Barthez, A. (1984). "Femmes dans l'agriculture et travail familial." Sociologie du travail 3: 255-267 pp.
- Barthez, A. (2006). "Contribution des femmes dans l'univers professionnel." Les événements VIVEA 2: 6 pp.
- Bassez, J. (1994). "Contrôles de matériels d'épandage des lisiers et fumiers." Fourrages 140: 571-575 pp.
- Bayon, D. (2004). Les outils de pilotage de la fertilisation et de la conduite des cultures en Bretagne. in chambre d'agriculture de Bretagne. Savoirs et savoir-faire sur les bassins versants : pollution de l'eau et dynamique de restauration de sa qualité en milieu rural. Vannes: 159 pp.
- Bazin, G., G. R. Larrere, F. X. De Montard, M. Lafarge et P. Loiseau (1983). Système agraire et pratiques paysannes dans les monts Dômes. Nancy, INRA. 318 p.
- Benoît, M., J.-P. Deffontaines, F. Gras, E. Bienaimé et R. Riela-Cosserat (1997). "Agriculture et qualité de l'eau : une approche interdisciplinaire de la pollution par les nitrates d'un bassin d'alimentation." Cahiers Agricultures 6: 97-105 pp.
- Bernhard, C. (2002). Analyse spatiale du parcellaire et de ses contraintes dans les systèmes d'élevage laitier de montagne. Agricultures et espaces. Lempdes, Enita Clermont: 140 p.
- Bertrand, G. (1975). Pour une histoire écologique de la France rurale. in G. Duby and A. Wallon. L'histoire de la France rurale, Tome 1. Paris, Le Seuil: 34-111 pp.
- Besnard, A. (2001). Le raisonnement de la fertilisation azotée des prairies. Proposition d'une méthode de calcul de la dose à apporter. Fertilisation organique et minérale des prairies de montagne humide - Journée technique, Lempdes, ENITAC - Chambre d'Agriculture du Puy de Dôme. 91-107 p.
- Besnard, A., A. Montarges-Lellahi et A. Hardy (2006). Effets du type de nutrition azotée sur les gaz à effet de serre et le bilan énergétique pour différentes successions fourragères. Journées AFPP, Paris, AFPP. p.
- Biche, B., M. De Gouville, J. Le Monnier et P. Muller (2003). Obstacle au travail des femmes dans le secteur agricole. Saint Martin D'Hères, CNRS - Cerat - Institut d'études politiques de Grenoble: 146 p.
- Blanc-Pamard, C. et A. Lericollais (1991). Pratiques paysannes, perception du milieu et système agraire. in C. Blanc-Pamard and A. Lericollais. A travers champs, agronomes et géographes. Orstom Editions: 101-138 pp.
- Bodet, J.-M., S. Hacala, C. Aubert et C. Texier (2001). Fertiliser avec les engrais de ferme. Paris, ITCF - Institut de l'Elevage - ITP - ITAVI. 104 p.

- Boisdon, I., G. Alvarez, L. Andanson, C. Cougoul, P. Courtine, J.-L. Lapoute, R. Tendille, J.-L. Reuillon, M. Vaucoret et G. L'Homme (2005). Etude comparative des systèmes fourragers dans des exploitations laitières biologiques et conventionnelles du Massif central. Actes 4e Journée technique du Pôle scientifique AB du massif central, Brioude Bonnefont, Pôle Scientifique AB du Massif central. 17-21 p.
- Bonin, M. et S. Lardon (2002). "Recomposition des exploitations agricoles et diversification des pratiques de gestion de l'espace." Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement **33**: 131-148 pp.
- Bonneviale, J. R., R. Jussiau, E. Marshall, P. Bonneau et A. Capillon (1989). Approche globale de l'exploitation agricole. Comprendre le fonctionnement de l'exploitation agricole : une méthode pour la formation et le développement, Educagri. 330 p.
- Bordessoule, E. (2004). L'élevage dans la montagne volcanique auvergnate : le modèle cantalien. Colloque L'élevage bovin en France : Économie, paysages et acteurs sociaux du Moyen Âge aux enjeux actuels, Saint Christophe en Brionnais. 13 p.
- Bordessoule, E. (2006). L'élevage dans la montagne volcanique auvergnate : le modèle cantalien. in P. Madeline and J.-M. Moriceau. Acteurs et espaces de l'élevage (XVIIIe-XXI siècle). Caen, Association d'Histoires des Sociétés Rurales: 191-205 pp.
- Bornard, A. et C. Brau-Nogué (1994). "La fertilisation organique en alpage : influence sur la qualité et l'évolution de la végétation." Fourrages **139**: 367-374 pp.
- Boulaine, J. (1989). Histoire des pédologues et de la science des sols. Paris, Inra. 298 p.
- Boulaine, J. (1992). Histoire de l'agronomie en France. Paris, Lavoisier. 392 p.
- Boulaine, J. (1995). "Quatre siècles de fertilisation : première partie." Etude et gestion des sols **2**(3): 201-208 pp.
- Bourdon, J.-P. (2005). "L'engrais de la ville-étable." La France agricole **8 juillet 2005**: 98 pp.
- Bourlet, I. (2002). L'émergence de l'agritourisme : les implications des changements dans le secteur agricole et sur les structures de production. Aix-en-Provence, CNRS-UMR 6123: 27 p.
- Boutonnet, J.-P. (2005). L'économie des productions animales. in. Manuel de zootechnie comparée Nord-Sud. Paris, Agence Universitaire de la Francophonie, INRA Editions: 519-544 pp.
- Bouvard, M. (2006). Le défi des zones de montagnes européennes. Cohésion pour la croissance. Les montagnes, éléments incontournables de la compétitivité en Europe, Chaves, Portugal, Euromontana. 6-7 p.
- Braconnier, R. et J. Glandard, Eds. (1952). Larousse agricole. Paris, Larousse.
- Brau-Nogué, C. (1996). Dynamique des pelouses d'alpages laitiers des Alpes du Nord externes. Grenoble, GIS Alpes du Nord. **Thèse de doctorat**: 212 p.
- Brunschwig, G., C. Bernhard, L. Malpel et B. Chevillot (2002). Les contraintes du parcellaire dans le fonctionnement des systèmes fourragers d'exploitations laitières. Rencontre Recherches Ruminants. 119 p.
- Brunschwig, G., C. Sibra, B. Chevillot, B. Delbruel, Y. Michelin, G. Valadier et R. Puthod (2000). Terroirs d'élevage laitier du Massif central : Identification et caractérisation - Eléments de méthode - Analyses et résultats. Lempdes, Enita Clermont. 223 p.
- Burton, C. (1996). Stratégies de traitement des effluents d'élevage - une collaboration européenne. in CEMAGREF. Déjections animales et environnement en Europe. Paris: 5-10 pp.
- Burton, C., V. Jaouen et J. Martinez (2007). Traitement des effluents d'élevage des petites et moyennes exploitations : guide technique à l'usage des concepteurs, bureaux d'études et exploitants. Versailles, Editions QUAE. 42 p.
- Callarec, V. (2000). Valeur agronomique des composts du Puy-de-Dôme sur prairies, INA-PG: 50 p.
- Canadian Standards Association (2002). Système de gestion environnementale pour les exploitations porcines : exigences et guide d'application. Mississauga (Ontario), Conseil canadien du porc: 96 p.

- Canardeau, P. (2008). "Il n'y a pas de fumier sans feu." Le canard enchaîné **4587** (24 septembre 2008): 5 pp.
- Caneill, J. et A. Capillon (1990). "La destination des déjections animales en montagne : un enjeu pour les relations entre activité agricole et protection de l'environnement." Fourrages **123**: 313-328 pp.
- Capdeville, J. (2005). Etat des lieux des bâtiments, des capacités de stockage des déjections, des types d'effluents produits et des pratiques d'épandage dans les exploitations bovines françaises : dépouillement de l'enquête SCEES 2001, Institut de l'élevage: 24 p.
- Capitaine, M., I. Boisdon, G. Alvarez et N. Vassal (2009). "L'utilisation des engrais de ferme sur prairie de montagne en agriculture biologique et conventionnelle : des similitudes." Fourrages **197**: 75-84 pp.
- Capitaine, M., I. Boisdon et N. Vassal (2007). Fertilisation des prairies : quelles spécificités en élevage biologique de moyenne montagne ? Journées Fertiagribo ITAB, Paris, ITAB. 13-19 p.
- Capitaine, M., M. Bouilhol, B. Janichon, L. Leger, O. Patout et J.-M. Devimeux (2006). Enquête en exploitations agricoles : application aux systèmes ovins laitiers dans le rayon de Roquefort. Clermont-Ferrand, Enita Clermont. **Module optionnel de première année**: 28 p.
- Capitaine, M. et J.-L. Reuillon (2007). Capacité de restauration de l'autonomie fourragère dans des exploitations d'élevage herbager de moyenne montagne après un épisode climatique défavorable. Journées AFPP - Productions fourragères et adaptations à la sécheresse, Paris, AFPP. 172-173 p.
- Cedra, C. (1991). Les matériels de fertilisation. in Formagri. Lexique illustré du machinisme et des équipements agricoles. Nancy, Coédition Cemagref, ITCF, FNCUMA, Lavoisier tec et doc. **1/5**: 185-198 pp.
- Cedra, C. (1997). Les fertilisants organiques et les matériels d'épandage. in. Les matériels de fertilisation et traitement des cultures : technologies de l'agriculture, Formagri. Nancy, Coédition Cemagref, ITCF, FNCUMA, Lavoisier tec et doc. **4/5**: 133-192 pp.
- Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (2003). Charges fertilisantes des effluents d'élevage (période transitoire) : valeurs références pour les productions laitière, bovine, ovine, de volailles (poulets et dindons), d'oeufs de consommations et d'incubation et porcine (en gestion liquide). Québec, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ): 29 p.
- Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (2003). Charges fertilisantes des effluents d'élevage : valeurs références en production ovine, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ): 3 p.
- Centre National d'Études et d'Expérimentation de Machinisme Agricole, C. (1974). Tracteurs et machines agricoles - Livre du Maître (Tome III). Antony, CNEEMA. 336 p.
- Chabalier, P.-F., V. Van de Kerchove et H. Saint Macary (2006). Guide de la fertilisation organique à la Réunion. Saint Denis, CIRAD - Chambre d'Agriculture Réunion. 302 p.
- Chalmers, A. G. (2001). "A review of fertilizer, lime and organic manure use of farm crops in Great Britain from 1983 to 1987." Soil Use and Management **17**(4): 254-262 pp.
- Chambaut, H., A. Bras, F. Laurent, O. Quentric, F. Vertes et A. Le Gall (2004). Maîtrise des flux d'azote et de phosphore à l'échelle de l'exploitation et incidence sur la qualité de l'eau à l'échelle du bassin versant dans les régions d'élevage intensif de l'Ouest de la France. in chambre d'agriculture de Bretagne. Savoirs et savoir-faire sur les bassins versants : pollution de l'eau et dynamique de restauration de sa qualité en milieu rural. Vannes: 97-115 pp.
- Chambre d'Agriculture d'Aquitaine (2007). Fertiliser avec les fumiers et les lisiers: 4 p.
- Chambre d'agriculture de Bretagne (2005). La qualité d'épandage des épandeurs de lisier. Vannes, Chambre d'Agriculture de Bretagne: 17 p.
- Chambre d'agriculture de la Loire et Chambre d'agriculture du Rhône (2006). Le plan de fumure : un outil simple pour faire des économies d'engrais: 4 p.
- Chambre d'agriculture de Lozère (2006). Comment valoriser ses engrais de ferme ? Journée départementale d'information et de démonstration sur les engrais de ferme, Arzenc de Randon, Chambre d'Agriculture de Lozère. 12 p.

- Chambre d'agriculture des Pays de la Loire (2004). Les engrais de ferme, un trésor pour vos prairies: 15 p.
- Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme (2001). Le cahier d'épandage. Clermont-Ferrand, Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme. 43 p.
- Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme (2003). Petite région agricole Livradois-Forez. Clermont-Ferrand, Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme. 12 p.
- Chancrin, E. et R. Dumont, Eds. (1921). Larousse agricole Tome premier A-H. Paris, Larousse.
- Chapelle-Barry, C. (2008). Enquête sur les pratiques culturales en 2006. Agreste Chiffres et Données. Paris, Agreste. **200**: 139 p.
- Chombart de Lauwe, J., J. Poitevin et J.-C. Tirel (1963). Nouvelle gestion des exploitations agricoles. Bayeux, DUNOD. 509 p.
- Clément, J.-M., Ed. (1981). Larousse agricole. Paris, Larousse.
- CNRS (1970). L'Aubrac, tome 1. Géographie - agronomie - sociologie économique, Editions du CNRS. 307 p.
- Coléou, J. (1970). "Mécanisation de l'élevage en Méditerranée." Options Méditerranéennes. L'agriculture et les machines **4**: 116-122 pp.
- Collectif de recherche Porcherie Verte. (2006). "Porcherie verte, un programme de recherche inter-organismes et pluridisciplinaire au service d'une production porcine durable." Retrieved 17/09/09, 2009, from <http://www.inra.fr/porcherie-verte/fiches-synthese.htm>.
- Comité de massif du Massif central (2006). Schéma interrégional d'aménagement et de développement du Massif central. Clermont-Ferrand, DIACT Massif central: 36 p.
- Commission nationale des labels et des certifications (2005). Guide de lecture pour l'application du Règlement CEE n°2092/91 modifié concernant le mode de production biologique (productions végétales et productions animales. juillet et décembre 2005, Section BIO: 52 p.
- Corpen (1998). "Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux vaches laitières et à leur système fourrager." pp.
- Corpen (1999). Estimation des rejets d'azote, de phosphore, de potassium, de cuivre et de zinc des élevages de porc. Paris, Corpen: 7 p.
- Corpen (2001). Des indicateurs azote pour gérer les actions de maîtrise des pollutions à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du territoire. Paris, CORPEN. 112 p.
- Corpen (2006). Des indicateurs azote pour gérer les actions de maîtrise des pollutions à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du territoire. Paris, CORPEN. 112 p.
- Cosnier, J.-Y., D. Debroize et P. Havard (2004). Progrès sur la maîtrise des épandages d'engrais de ferme. in chambre d'agriculture de Bretagne. Savoirs et savoir-faire sur les bassins versants : pollution de l'eau et dynamique de restauration de sa qualité en milieu rural. Vannes: 161-162 pp.
- Costa, G., E. Mozimann et C. Zagni (1990). "Effet de la présence nocturne au pâturage sur les performances d'un troupeau laitier et sur les restitutions à l'alpage." Fourrages **123**: 305-312 pp.
- Coulet, N. et P. Coste (1986). "Histoire et actualité de la transhumance en Provence." Les Alpes de Lumière, n° **95-96**: 50-55 pp.
- Cristofini, B. (1986). "La petite région vue à travers le tissu de ses exploitations : un outil pour l'aménagement et le développement rural." Etudes et Recherches(6) pp.
- Cristofini, B. (1990). L'approche systémique à l'épreuve des institutions régionales : le rôle des images synthétiques de développement dans le G.I.S. des Alpes du Nord. in. Modélisation systémique et système agraire : décision et organisation. INRA: 215-241 pp.

- Cristofini, B., J.-P. Deffontaines, C. Raichon et B. De Verneuil (1978). "Pratiques d'élevage en Castagniccia. Exploration d'un milieu naturel et social en Corse." Etudes rurales **71-72**: 89-109 pp.
- Crochet, B. (2006). 150 ans de machinisme agricole. Paris, Editions de Lodi. 400 p.
- Cuma Auvergne (2000). Les Cuma d'Auvergne s'organisent pour l'épandage. Clermont-Ferrand, Fédérations départementales des Cuma de l'Allier, du Cantal, de Haute-Loire et du Puy-de-Dôme et Fédération régionale des Cuma d'Auvergne: 6 p.
- Cuma Auvergne (2006). Matériels : des références des 1 000 Cuma d'Auvergne. Clermont-Ferrand, Fédérations départementales des Cuma de l'Allier, du Cantal, de Haute-Loire et du Puy-de-Dôme et Fédération régionale des Cuma d'Auvergne: 6 p.
- Cussenot, M. (1967). La maison rurale dans les Vosges cristallines. Nancy, Université des lettres et des sciences humaines de Nancy. **Mémoire de diplôme d'études supérieures**: 67 p.
- Cyrot, L. (2004). Etat des lieux de la qualité de l'eau sur l'arc atlantique français. in Chambre d'agriculture de Bretagne. Savoirs et savoir-faire sur les bassins versants : pollution de l'eau et dynamique de restauration de sa qualité en milieu rural. Vannes: 5-18 pp.
- Dagnelie, P. (2003). Principes d'expérimentation : Planification des expériences et analyse de leurs résultats. Gembloux, Presses Agronomiques de Gembloux. 397 p.
- Damon, M. (1972). Les jasseries des monts du Forez : sociologie de la vie pastorale. Sociologie rurale. Lyon, Faculté des lettres et sciences humaines Université de Lyon II: 260 p.
- Darré, J.-P. (1996). L'invention des pratiques dans l'agriculture. Vulgarisation et production locale de connaissance. Paris, Karthala. 194 p.
- Darré, J.-P. (2004). Bases théoriques et antécédents de l'étude des formes de connaissances dans les activités pratiques. in. Le sens des pratiques : conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes. Paris, Inra: 53-69 pp.
- Datar Massif central et Insee Auvergne (2002). Atlas du Massif central. Chamalières, DATAR Massif central. 116 p.
- De Brie, J. (1379). Traité des Bestes à lains p.
- De La Chesnais, E. (2009). "La fronde des éleveurs laitiers continue sur le terrain." Le Figaro **05/06/2009** pp.
- De Montard, F.-X. (1986). Raisonement de la fertilisation des prairies et du plan de fumure dans les exploitations d'élevage. in D. Micol. Forum Fourrages Auvergne 1986. Lempdes, Enita de Clermont-Ferrand: 85-110 pp.
- De Montard, F.-X. (1990). Adaptation des systèmes fourragers (non irrigué) à la sécheresse, . Intervention dans la journée de l'Association Centre Auvergne pour la production Fourragère., Clermont-Ferrand. p.
- De Serres, O. (1600). Le théâtre d'agriculture et mesnage des champs. 1511 p.
- De Vries, D. M. et T. A. De Boer (1959). "Methods used in botanical grassland research in the Netherlands and their application." Herbage Abstracts **29**(1): 1-7 pp.
- Dedieu, B., S. Coulomb, G. Servièrre et E. Tchakérien (1993). Bilan travail pour l'étude et le fonctionnement des exploitations d'élevage. Paris, Institut de l'Elevage. 15 p.
- Deffontaines, J.-P. et S. Lardon (1989). Surfaces en herbe et système agraire. Réflexions méthodologiques sur l'espace pour la gestion des surfaces en herbe. in A. Capillon Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement. In "Recherches sur les systèmes herbagers : quelques propositions françaises". Paris, INRA-SAD. n°**17**: 199-208 pp.
- Deffontaines, J.-P. et M. Petit (1985). Comment étudier les exploitations agricoles d'une région ? Présentation d'un ensemble méthodologique. Etudes et Recherches n°4, INRA. 47 p.
- Deffontaines, J.-P. et C. Raichon (1981). "Système de pratiques, terroir, moyens d'analyse d'une agriculture régionale." Bulletin de la Société Française d'Economie Rurale **142**: 10 pp.

- Dehérain, P.-P. (1902). Traité de chimie agricole. Corbeil, Librairie agricole de la maison rustique. 969 p.
- Département des Sciences Animales INA - PG (2005). Histoire et évolution des races ovines françaises. Paris, INA-PG: 7 p.
- Dépigny, S. (2007). Le modèle PAYSAGRI, expérimentation de la sensibilité au paysage des agriculteurs comme facteurs des évolutions du paysage rural. Lempdes, Agro Paris-Tech. **Thèse**: 224 p.
- Dépigny, S. et P. Cayre (2002). Une méthode agro-ethnologique pour l'étude des pratiques agricoles à impact paysager. Première application à un territoire du plateau des Dômes, Institut National Agronomique Paris-Grignon: 41 p.
- Déprés, C., O. Aznar, P. Jeanneaux et D. Vollet (2007). L'épandage agricole des boues d'épuration. Une analyse économique de la politique française menée depuis 1998. Séminaire "Auvergne" de la Société Française d'Economie Rurale, 8 mars 2007, Lempdes, SFER. p.
- Desbrugères, C. (1997). Des femmes agricultrices : état des lieux et représentations de leur place dans l'agriculture, Interfocg. **DESS**: 75 p.
- Diallo, N. M., M. Vachon et F. Goulet (2002). Evaluation de la quantité et de la valeur fertilisante des fumiers ovins. Québec, Fédération des producteurs d'agneaux et moutons du Québec - Centre d'expertise en production ovine du Québec: 22 p.
- Dietrich, A. (2007). Pâturages en forêt ou la dimension oubliée du système sylvo-pastoral dans l'archéologie agraire. Medieval Europe Paris 2007 - 4e Congrès International d'Archéologie Médiévale et Moderne, Paris, Inrap. 11 p.
- Diry, J.-P. (2000). "La Montagne française entre crise et renouveau." Historiens et Géographes **370**: 353-359 pp.
- Diry, J.-P. (2002). La notion de "moyennes montagnes". in E. Bordessoule. Question de géographie : Les Montagnes. Lonrai, Editions du temps: 33-45 pp.
- Dodier, N. (1995). Les hommes et les machines. La conscience collective dans les sociétés technicisées. Paris, Editions Métailié. 384 p.
- Dolques, J. (2002). "Eaux minérales : une ressource renouvelable mais pas inépuisable." Ecomine, DNEMT-DGEMP: 34-38 pp.
- Dongmo, A. L., P. Djamen, E. Vall, M. O. Koussou, D. Coulibaly et J. Lossouarn (2007). L'espace est fini ! Vive la sédentarisation ? Innovations et développement durable en question chez les pasteurs des zones cotonnières d'Afrique de l'ouest et du centre. in. Rencontres Recherche Ruminants. Paris, Inra, Institut de l'Elevage. **14**: 153-160 pp.
- DRAF Auvergne (2000). Recensement agricole 2000 : l'agriculture du Massif Central à l'aube du XXIème siècle. Clermont-Ferrand, Ministère de l'Agriculture. 34 p.
- Duval, J. (1991). "Le compostage du fumier d'ovins." Retrieved 07/02/07, 2007, from <http://www.eap.mcgill.ca/agrobio/ab310-01.htm>.
- Ecoles de Tarentaise. (2007). Retrieved 04/09/07, 2007, from http://educ73.ac-grenoble.fr/nectar/nectar_eleve/documents/circo_phototheque/index.php.
- Enita Clermont et Association Vétérinaires - Eleveurs du Millavois (2006). Ovins laitiers : les quantités de fumier produites. Clermont-Ferrand, Enita Clermont: 1 p.
- Enita Clermont et Chambre d'agriculture du Puy-de-Dôme (2001). Fertilisation organique et minérale des prairies, Lempdes, Enita Clermont-Ferrand. 153 p.
- Estienne et Liebault (1565). L'Agriculture et maison rustique. Traduction française de l'édition de 1558. 674 p.
- Fardeau, J.-C. et B. Colomb (2001). Fertilisations phosphatée et potassique raisonnées : quels défis face aux besoins des filières et aux enjeux territoriaux ? in G. Thévenet and A. Joubert. Les nouveaux défis de la fertilisation raisonnée ; 5ème rencontre de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre. Blois, Comifer: 83-94 pp.
- Fédération départementale des Cuma des Landes, Chambre d'agriculture des Landes et Conseil général des Landes (2005). Epancher des fumiers et des lisiers, Brochure technique: 4 p.

- Fédération régionale Cuma Ouest et Chambres d'Agriculture de Bretagne (2004). Choisir son épandeur à fumier: 2 p.
- Fel, A. et G. Bouet (1983). Atlas et géographie du Massif central. Paris, Flammarion Editeurs. 348 p.
- Fleury, P., B. Jeannin et J.-M. Dorioz (1997). Les prairies de fauche et les pâtures des Alpes du Nord : fiches techniques pour le diagnostic et la conduite de la fertilisation des prairies, GIS Alpes du Nord, Suaci Montagne, Inra Sad Versailles. **139**: 6 p.
- FN CUMA. (2009). "Présentation des CUMA." Retrieved 15/09/09, 2009, from <http://www.france.cuma.fr/lescuma/CUMA/la-cuma-pour-quoi-faire>.
- Foissy, D., C. Revest et A. Blouet (2004). "Démarche d'utilisation des engrais de ferme à l'échelle de l'exploitation agricole." Fourrages **180**: 563-567 pp.
- Foucart, S. (2009). "Lisier et engrais sont devenus les ennemis numéro un de la couche d'ozone." Le Monde **01/09/09**: 1 pp.
- Fourquin, G. (1975a). Le premier moyen âge. in G. Duby and A. Wallon. L'histoire de la France rurale, Tome 1. Paris, Le Seuil: 187-371 pp.
- Fourquin, G. (1975b). Le temps de la croissance. in G. Duby and A. Wallon. L'histoire de la France rurale, Tome 1. Paris, Le Seuil: 373-547 pp.
- FR Cuma Auvergne, FD Cuma Allier, FD Cuma Cantal, FD Cuma Haute-Loire et FD Cuma Puy-de-Dôme (2007). Matériels (créer, comparer, investir) : des références des 1 000 Cuma d'Auvergne. Clermont-Ferrand, Fédérations départementales des Cuma de l'Allier, du Cantal, de Haute-Loire et du Puy-de-Dôme et Fédération régionale des Cuma d'Auvergne: 42 p.
- FR Cuma Ouest (1993). Contrôles des chantiers d'épandage p.
- Gandré, F. (2008). Mise au point et validation de références sur la valorisation des matières organiques en zones herbagères du Massif central, ENESAD. **Mémoire d'Ingénieur**: 55 p.
- Gaydier, S. et C. Chabalier (2008). "Analyse du potentiel de rendement des prairies permanentes." Lettres des GVA(120): 4 pp.
- Georges, N. (2008). "Charles, Berger de l'estive." Info Edition du Puy-de-Dôme (n°1213, 20 octobre 2008): 3 pp.
- Girard, N. (1995). Modéliser une représentation d'experts dans le champ de la gestion de l'exploitation agricole. Stratégies d'alimentation au pâturage des troupeaux ovins allaitants en région méditerranéenne. Lyon, Université Claude Bernard Lyon I. **Thèse de doctorat en biométrie**: 234 p.
- Girard, N. (2004). Construire une typologie "située" des pratiques d'agriculteurs pour reformuler en partenariat un "problème". Guide méthodologique. Toulouse, Inra-SAD. 60 p.
- Girard, N. (2006). "Catégoriser les pratiques d'agriculteurs pour reformuler un problème en partenariat : une proposition méthodologique." Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures **15**(3): 261-272 pp.
- GIS Effluents et qualité des eaux et P. Beutin, Eds. (2004). Actes de la journée "effluents d'élevage en zone de montagne et qualité des eaux".
- Godard, D. et M. Sebillotte (1982). "La notion de fertilité. Elements d'analyse historique." Bulletin Technique d'Information Ministère de l'Agriculture **370-372**(Fertilité du milieu et agriculture, N° spécial): 337-343 pp.
- Gondolly, L. w. d. r. (2008). "Montagn'Art." Retrieved 27/11/2008, 2008, from <http://goudouly.over-blog.com/photo-286787-19.jpg.html>.
- Gras, R., M. Benoît, J.-P. Deffontaines, M. Duru, M. Lafarge, A. Langlet et P.-L. Osty (1989). Le fait technique en agronomie. Activité agricole, concepts et méthodes d'étude. Paris, Inra - L'harmattan. 184 p.
- Gronon, P. (2001). "Tas de fumier." Retrieved 27/11/2008, 2008, from http://www.philippegronon.com/details_categorie.php?lang=fr&from=2&page=2&id=33.

- Groupe de recherche INRA-ENSSAA (1977). Pays, paysans, paysages dans les Vosges du Sud. Les pratiques agricoles et la transformation de l'espace. Paris, INRA. 192 p.
- Guerrin, F. et J.-M. Paillat (2003). Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité : cas de la gestion des effluents d'élevage à l'Île de la Réunion. Restitution des travaux de l'Atp 99/60. Actes du séminaire des 19-20 juin 2002, Montpellier, CIRAD, Colloques. Cédérom p.
- Gueydon, C., G. Perrolaz et Y. Drieu (1994). "Les fumiers de bovins : valeur fertilisante et intérêt de leur épandage sur les prairies permanentes du nord-est du Massif central." Fourrages **139**: 293-300 pp.
- Hacala, S. (2002). "Fumier vieilli et compost de fumier sur prairies." Echo MO **36**: 3-4 pp.
- Hacala, S., J.-B. Dollé, A. Le Gall et A. Vallet (1999). Lisier ou fumier : quelle chaîne choisir de l'étable au champ ? Les éleveurs de ruminants acteurs de la qualité de l'eau 26 octobre 1999, Institut de l'Elevage. 15 p.
- Hacala, S. et A. Pflimlin (1994). "Pratiques d'utilisation des engrais de ferme sur prairies : enquête dans cinq régions d'élevage." Fourrages **140**: 443-460 pp.
- Hacala, S., M. Tillie et J. Capdeville (1994). "Connaissance qualitative et quantitative des engrais de ferme de bovins : Intérêts pour la fertilisation." Fourrages **139**: 255-263 pp.
- Harris, F. (2002). "Management of manure in farming Systems in semi-arid West Africa." Experimental Agriculture **38**: 131-148 pp.
- Harris, F. et M. A. Yusuf (2001). "Manure management by smallholder farmers in the Kano close-settled zone, Nigeria." Experimental Agriculture **37**: 319-332 pp.
- Hérault, C. et A. Sigwalt (2004). Analyse de la dynamique des pratiques et des conceptions des agriculteurs du bassin versant de la Moine : Modélisation des risques de pollution azotée de l'eau. in Chambre d'agriculture de Bretagne. Savoirs et savoir-faire sur les bassins versants : pollution de l'eau et dynamique de restauration de sa qualité en milieu rural. Vannes: 315-316 pp.
- Hoffmann, I., D. Gerling, U. B. Kyiogwom et A. M. Bielfeldt (2001). "Farmers' management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria." Agriculture Ecosystems and Environment **86**: 263-275 pp.
- Homère (VIIIe siècle av. J.-C.). L'Odyssée. Paris, Gallimard (1973). 601 p.
- INRA et ENSAA (1973). Conditions du choix des techniques de production et évolution des exploitations agricoles. Région de Rambervilliers (Vosges). Etudes. **4** p.
- Insee Auvergne (2005). Portrait de territoire Massif central - Morvan. Chamalières. 17 p.
- Institut français de l'environnement (2005). Les déchets de l'agriculture en France : Essai de quantification. Notes de méthode n°15. Orleans, IFEN: 148 p.
- Jackson, L. L., D. R. Keeney et E. M. Gilbert (2000). "Swine manure management plans in North-Central Iowa: nutrient loading implications." Journal of Soil and Water conservation **2**: 205-212 pp.
- Jacquet-Montsarrat, H. (2002). La montagne, Editions La documentation française p.
- Jahnich, C. (2009). "Charte de bon voisinage, un guide du bien-vivre ensemble." Le Paysan d'Auvergne **2690** (11 septembre 2009): 1 pp.
- Janichon, B. (2003). Les conflits d'usage dans le Puy-de-Dôme. Agriculture et espaces. Lempdes, Enita Clermont-Ferrand: 42 p.
- Janichon, B. (2004). Les conflits liés à l'élevage et aux effluents d'élevage dans le Massif central : exemple du Puy de Dôme. Géographie rurale. Clermont-Ferrand, Université Blaise Pascal - CERAMAC - Enita Clermont. **DEA**: 174 p.
- Janichon, B., N. Bourbier, J. Martens et S. Pastor (2003). Le compost : technique d'avenir. Lempdes, CUMA de compostage du Puy-de-Dôme: 37 p.

- Jaubourg, J., B. Dutheil, L. Dobremez et M. Lablanquie (1987). Étude sur les bâtiments d'élevage dans le Massif central Nord. Clermont-Ferrand, Cemagref: 79 p.
- Jeangros, B. et J. Troxler (2006). "Bilan des éléments fertilisants sur une exploitation laitière de montagne." Revue suisse d'agriculture **38**(3): 121-125 pp.
- Jeanmaire, M. (1999). Caractérisation des fumiers: 5 p.
- Juery, J. (2005). Quelles prises en compte des effluents agricoles dans le Haut-Languedoc héraultais : perspectives de gestion. Parc Naturel Régional du Haut-Languedoc. Saint Pons de Thomières, Enita Clermont: 63 p.
- Jussiau, R., L. Montmeas, J.-C. Parot et M. Meaille (1999). L'élevage en France : 10 000 ans d'histoire. Dijon, Educagri Editions. 550 p.
- Katerji, N., L. Bruckler et P. Debaeke (2002). "L'eau, l'agriculture et l'environnement : analyse introductive à une réflexion sur la contribution de la recherche agronomique." Le courrier de l'environnement **46**: 39-50 pp.
- Knittel, F. (2007). "Mathieu de Dombasle. Agronomie et innovation. 1750-1850." Ruralia **20** Retrieved [En ligne], mis en ligne le 8 mai 2008. URL : <http://ruralia.revues.org/document1752.html> , Consulté le 22 octobre 2008. .
- Knittel, F. et M. Benoît (2008). Comment écrire l'histoire de l'agronomie ? Plaidoyer pour une approche pluridisciplinaire. Journées Jean-Pierre Deffontaines, 1er et 2 avril 2008, Centre Inra de Versailles 5p.
- Koerner, W. (1999). Impacts des anciennes utilisations agricoles sur la fertilité du milieu forestier actuel. Paris, Université Paris 7 Denis Diderot, UFR de Géographie: 189 p.
- Küng-Benoît, A. (1992). "Réduction de la pollution nitrique : exemple d'un diagnostic en Lorraine." Fourrages **131**: 235-250 pp.
- L'Arbalétrier, A. (1890). Manuel pratique des engrais naturels et chimiques, des amendements et des matières fertilisantes. Paris, H. Delarue et Cie. 196 p.
- L'Homme, G. et J.-P. Couhert (1986). "Mise en valeur pastorale à la SICA de Garnier : estive et développement rural dans le Forez." Fourrages Hors-Série L'animal, les friches et la forêt. L'animal au pâturage dans les friches et les landes: 120-127 pp.
- Lablanquie, M., L. Dobremez, B. Dutheil et J. Jaubourg (1988). Les bâtiments d'élevage dans le Massif central. Clermont-Ferrand, Cemagref. 56 p.
- Lambert, C. (2006). "Valoriser des compétences, trouver de nouvelles complémentarités, imaginer des projets..." Les événements VIVEA **2**: 1 pp.
- Lambert, T. (1979). Etude de l'effet améliorateur du parcage de nuit des ovins sur la végétation des parcours. INRA-ENITA. Dijon: 100 p.
- Landais, E. (1996). "Elevage bovin et développement durable." INRA, Courrier de l'environnement **29**: 59-72 pp.
- Landais, E. et J.-P. Deffontaines (1988). "Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique." Etudes rurales **109**: 125-158 pp.
- Landais, E., J.-P. Deffontaines et M. Benoît (1990). Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. in J. Brossier, B. Vissac and J.-L. Le Moigne. Modélisation systémique et système agraire : décision et organisation. Actes du séminaire du département de recherche sur les Systèmes Agraires et le Développement, Saint Maximin, mars 1989, Inra: 31-64 pp.
- Landais, E. et P. Lhoste (1993). "Système d'élevage et transferts de fertilité dans la zone des savanes africaines : II. Les systèmes de gestion de la fumure animale et leur insertion dans les relations entre l'élevage et l'agriculture." Cahiers Agricultures **2**: 9-25 pp.
- Langlais, A. (2002). "L'agriculture biologique et les déjections animales." Le courrier de l'environnement **47**: 79-82 pp.
- Langlais, A. (2003). Le droit et les déchets agricoles. Condé sur Noireau, Editions L'Harmattan. 253 p.

- Lapeyronie, P. (2003). Parcs à troupeaux et parcs de protection nocturne dans le Parc national du Mercantour et les Alpes du Sud. Département des Sciences pour l'Élevage, l'Environnement et l'Agronomie. Montpellier, Agro Montpellier: 39 p.
- Launay, G. et M. Piquemal (2009). "La Bretagne en a ras les algues." Libération **14 août 2009**: 1 pp.
- Le Houérou, B. (1994). "Transfert du fumier des cultures vers les prairies en Lorraine : outils et méthodes pour changer de pratiques." Fourrages **140**: 471-488 pp.
- Lecocq, R. (2006). "Fumiers et lisiers, de l'épandage à la distribution." Campa magazine **64**: 3 pp.
- Lekasi, J. K., J. C. Tanner, S. K. Kimani et P. J. C. Harris (2003). "Cattle manure quality in Maragua District, Central Kenya: effects of management practices and development of simple methods of assessment." Agriculture Ecosystems and Environment **94**: 289-298 pp.
- Leroux, J. (2003). Evaluation économique de l'épandage. Toulouse, Agence de l'Eau Adour Garonne: 8 p.
- Lewis, K. A., M. J. Newbold et J. Tzilivakis (1999). "Developing an emissions inventory from farm data." Journal of Environmental Management **55**: 183-197 pp.
- Lhoste, P., V. Dolle, J. Rousseau et D. Soltner, Eds. (1993). Manuel de zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage. Collection Manuels et précis d'élevage. Montpellier, Éditions du CIRAD.
- Loiseau, P. (1983). Histoire de la mise en valeur, écologie et perspectives d'utilisation pastorale des zones marginales. in. Système agraire et pratiques paysannes dans les monts Dômes. INRA: 251-292 pp.
- Loiseau, P. et F.-X. De Montard (1986). "Gestion pastorale et évolution des landes dans le Massif central nord." Fourrages Hors-Série L'animal, les friches et la forêt. L'animal au pâturage dans les friches et les landes: 83-117 pp.
- Lopez, J. (2002). "Les composts." 12 p. Retrieved 15 décembre 2005, 2005, from <http://www.inra.fr/dpenv/lopezc00.htm>.
- MAAPAR (2005). Cahier des charges concernant le mode de production et de préparation biologique des animaux et des produits animaux définissant les modalités d'application du règlement CEE n°2092/91 modifié du Conseil et/ou complétant les dispositions du règlement CEE n°2092/91 modifié du conseil. Direction des politiques économique et internationale - Sous direction de la valorisation et de l'organisation des filières - Bureau des signes de qualité et de l'agriculture biologique: 74 p.
- Malpel, L. (2001). Les contraintes relatives du parcellaire dans le fonctionnement des systèmes fourragers. Lempdes, Enita Clermont. Mémoire de fin d'études de l'Enita Clermont: 72 p.
- Martin-Clouaire, R., M. Duru, S. Cournot et E. Josien (2006). Modèles dynamiques du fonctionnement des élevages dans leurs dimensions spatiales, biotechniques et socio-économiques. Revue bibliographique. Programme ADD-TRANS, Revue bibliographique WP4 D2 final: 12 p.
- Ménard, J.-L. (2005). Les effluents peu chargés en élevage de ruminants : procédés de gestion et de traitements validés pour une gestion plus économe. Paris, Institut de l'élevage. 57 p.
- Ménard, J.-L., Cemagref et Chambres d'Agriculture (2007). Les effluents peu chargés en élevage de ruminants : procédés de gestion et de traitements (seconde édition revue et complétée). Paris, Institut de l'élevage. 120 p.
- Mendras, H. (1967). La fin des paysans : Innovations et changement dans l'agriculture française. Paris, Actes Sud. 361 p.
- Meniel, P. (1987). Chasse et élevage chez les Gaulois (450 - 52 av. J.-C.). Paris, Errance. 154 p.
- Michelin, Y. (1995). Les jardins de Vulcain. Paris, Éditions de la maison des sciences de l'homme. 155 p.
- Milleville, P. (1987). Recherches sur les pratiques des agriculteurs. Séminaire CGIAR sur les systèmes agraires, Montpellier, Cirad. 7 p.
- Mintzberg, H. (1987). "The strategy concept I : fives Ps for strategy." California Management Journal **30**(1): 11-24 pp.

- Montel, B. (2001). Environnement et changement des pratiques dans des élevages bretons : intérêt des systèmes de management environnemental. Paris, INA-PG. **Doctorat**: 213 p.
- Moriceau, J.-M. (1999). L'élevage sous l'Ancien Régime (XVI^e - XVII^e siècles) : les fondements agraires de la France moderne. Condé-sur-Noireau, SEDES. 256 p.
- Moriceau, J.-M. (2005). Histoire et géographie de l'élevage français : du Moyen Âge à la révolution. Poitiers, Fayard. 480 p.
- Morlon, P. (1998). Histoire des nitrates en France : base bibliographique, Inra: 7 p.
- Morlon, P. (1998). "Vieilles lunes ? : les normes pour les bâtiments d'élevage ont cent cinquante ans, le code de bonnes pratiques agricoles en a cent..." Courrier de l'environnement de l'INRA **33**: 45-60 pp.
- Morlon, P. et M. Benoît (1990). "Étude méthodologique d'un parcellaire d'exploitation agricole en tant que système." Agronomie **6**: 499-508 pp.
- Morlon, P. et F. Sigaut (2008). Fertilisation et parcage. in. La troublante histoire de la jachère. Pratiques des cultivateurs, concepts de lettrés et enjeux sociaux. Paris, QUAE, Educagri: 38-43 pp.
- Morlon, P. et G. Trouche (2005a). "Nouveaux enjeux de la logistique dans les exploitations de grande culture. L'organisation spatiale des assolements : exemples et questions." Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures **14**(3): 305-311 pp.
- Morlon, P. et G. Trouche (2005b). "Nouveaux enjeux de la logistique dans les exploitations de grande culture. L'organisation spatiale des chantiers, une question dépassée ?" Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures **14**(2): 233-239 pp.
- Morse Meyer, D., I. Gamett et J. C. Guthrie (1997). "A survey of dairy manure management practices in California." Journal of Dairy Sciences **80**: 1841-1845 pp.
- Motavalli, P. P., R. P. Singh et M. M. Anders (1994). "Perception and management of farmyard manure in the semi-arid tropics of india." Agricultural Systems **46**: 189-204 pp.
- Naïthlo, M. (1997). Etre éleveur, c'est aussi organiser son territoire. En quoi et comment ? Montpellier, ENSAM. **Mémoire de fin d'études du DEA Agro-environnement** 48 p.
- Osty, P.-L. (1974). "Comment s'effectue le choix des techniques et des systèmes de production. Cas d'une région herbagère dans les Vosges (région de Rambervillers)." Fourrages **59**: 53-69 pp.
- Paillat, J.-M., C. Aubry et J.-M. Medoc, Eds. (2003). Une typologie des systèmes de gestion des effluents d'élevage dans les exploitations de l'île de la Réunion. Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité - cas de la gestion des effluents d'élevage à l'île de la Réunion. Restitution des travaux de l'Atp 99/60. Montpellier.
- Paillotin, G. (2000). L'agriculture raisonnée. Rapport au Ministre de l'Agriculture et de la Pêche. Paris, Inra: 60 p.
- Papy, F. (1993). "Agriculture et environnement : des éléments de réflexion." Le courrier de l'environnement **19**: 81-85 pp.
- Patout, O., E. Lepetitcolin et C. Pienne (2003). Enquête sur la gestion des effluents d'élevage du réseau ovin lait de l'Association Vétérinaire Eleveurs du Millavois. in. Rencontres Recherche Ruminants. Paris. **10**: 430 pp.
- Peccatte, J.-R. (2002a). Mesure de l'efficacité du Bactériosol sur la production d'herbe d'une prairie permanente. Domaine Expérimental animal du Pin, Exmes, Inra: Résultats non diffusés 9 p.
- Peccatte, J.-R. (2002b). Traitement des litières avec du Bactériolit. Domaine Expérimental animal du Pin, Exmes, Inra: Résultats non diffusés 6 p.
- Peccatte, J.-R. (2003). Mesure de l'efficacité du Bactériosol sur la production d'herbe d'une prairie de Ray-Grass Anglais - Année 2003. Domaine Expérimental animal du Pin, Exmes, Inra: Résultats non diffusés 6 p.

- Peccatte, J.-R. (2004). Mesure de l'efficacité du Bactériolite ajouté au lisier sur la production d'herbe d'une prairie de Ray-Grass Anglais - Année 2004. Domaine Expérimental animal du Pin, Exmes, Inra: Résultats non diffusés 11 p.
- Peccatte, J.-R. (2005). Mesure de l'efficacité du Bactériolite ajouté au lisier sur la production d'herbe d'une prairie de Ray-Grass Anglais - Année 2005. Domaine Expérimental animal du Pin, Exmes, Inra: Résultats non diffusés 6 p.
- Peltier, C. (1985). "Pente et altitude, facteurs spécifiques de surcoûts pour les équipements de montagne." Bulletin Technique d'Information Ministère de l'Agriculture **399-401**: 217-227 pp.
- PEP Rhône-Alpes (2001). Améliorer l'ambiance et la qualité de la litière. Bourg-en-Bresse, Chambre d'Agriculture de l'Ain: 4 p.
- Petit, D. (2006). "Effluents d'élevage et mise aux normes." Retrieved 26/09/2006, 2006, from <http://www.haute-marne.chambagri.fr/agrais/effluentsliquides.htm>.
- Petit, M. (1975). "L'adoption des innovations techniques par les agriculteurs. Plaidoyer pour un renouvellement de la théorie économique de la décision." Pour **40**: 79-91 pp.
- Petit, M. (1981). Théorie de la décision et comportement adaptatif des agriculteurs. Formation des agriculteurs et apprentissage de la décision. Actes de la journée d'étude du 21 janvier Dijon, ENSSAA, INPSA, INRA, INRAP. 1-36 p.
- Pflimlin, A. (1994). "Engrais de ferme : enjeux, atouts et contraintes." Fourrages **139**: 217-229 pp.
- Pflimlin, A. (1998). "Risques climatiques et sécurités fourragères selon les régions d'élevage : cas de la sécheresse." Fourrages **156**: 541-555 pp.
- Pflimlin, A. (1999). Quels engrais de ferme pour demain ? in G. Thévenet and A. Joubert. Raisonnement la fertilisation pour les générations futures. Blois, Comifer - GEMAS: 241-244 pp.
- Pflimlin, A. et Y. Madeline (1995). Evaluation des risques de pollution nitriques liés à l'élevage de ruminants et stratégies d'intervention pour la qualité de l'eau. in. Rencontres Recherches Ruminants. Paris. **2**: 329-338 pp.
- Pontailler, S. (1971). Engrais et fumure. Paris, Presses Universitaires de France. 132 p.
- Pousset, A. (1984). "La fertilisation des prairies et les marges de progrès." Fourrages **100**: 83-104 pp.
- Préfecture de Bretagne (2004). La reconquête de la qualité de l'eau en Bretagne. Rennes. 32 p.
- Préfecture de Bretagne. (2007). "Les programmes de résorption dans les zones d'excédent structurel (ZES)." Retrieved 18/12/2007, 2007.
- Rabaud, V. et M. Cesses (2004). Enquête sur les pratiques culturales en 2001. Agriste Chiffres et Données. Paris, Agriste. **159**: 253 p.
- Raison, C., V. Manneville, P. Dumonthier et A. Le Gall (2005). La réglementation environnementale en élevage herbivore. Paris, Institut de l'élevage. 16 p.
- Règlement CEE n°2092/91 (1991). Règlement CEE n°2092/91 du conseil du 24 juin 1991 concernant le mode de production biologique des produits agricoles : articles et annexes, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche: 85 p.
- Rémy, J. (2006). La place des vaches... Espaces espèces et lien social en Tarentaise. in P. Madeline and J.-M. Moriceau. Acteurs et espaces de l'élevage (XVIIe-XXI siècle). Caen, Association d'Histoires des Sociétés Rurales: 221-231 pp.
- Ricard, D. (1997). Stratégies des filières fromagères françaises. Issoudun, Editions RIA. 224 p.
- Ricard, D. (2002). L'agriculture des montagnes européennes. in E. Bordessoule. Les montagnes. Nantes, Editions du temps: 89-115 pp.
- Richard, H. (1951). Physionomie de la fertilisation en France. Levallois, La Maison Rustique. 175 p.
- Risse, J. (1994). Histoire de l'élevage français. Condé-sur-Noireau, L'Harmattan. 366 p.
- Roc, J.-C. (1989). Le buron de la croix blanche. Brioude, Editions Watel. 152 p.

- Rodrigues, A., D. Andueza, F. Picard, U. Cecato, A. Farrugia et R. Baumont (2007). Valeur alimentaire et composition floristique des prairies permanentes : premiers résultats d'une étude conduite dans le Massif central. in. Rencontres Recherche Ruminants. Paris, Inra, Institut de l'Elevage. **14**: 241-244 pp.
- Rolle, P. (1998). Le travail agricole. in J. Kergoat, D. Boutet, H. Jacot and D. Linhart. Le monde du travail. Paris, Ed. La découverte, Coll. Textes à l'appui: 101-111 pp.
- Rousselet, M. et A. Colin (1995). Amélioration de la qualité des épandages. in. Actes des deuxièmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre. Blois, Comifer, Gemas: 171-181 pp.
- Rousselet, M. et M. Martinez (1994). "Engrais organiques et amendements : vers la maîtrise de l'épandage." Fourrages **140**: 567-570 pp.
- Rousselet, M. et J. Mazoyer (2007). Etude sur les performances des épandeurs d'engrais organiques - Premiers résultats 2005 et perspectives. Montoldre, Cemagref: 2 p.
- Rousselet, M., E. Piron et F. Thirion (2005). L'épandage des produits organiques : de la caractérisation des produits à la qualité d'épandage. 7èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre - thème " Fertilisation et Société ", Blois Comifer, AFES. 20 p.
- Rubin, B., M. Fougere et b. Couilleau (2004). Délocalisation des apports d'engrais de ferme du maïs vers la prairie : effet sur la lixiviation des nitrates et le fonctionnement de l'exploitation. in Chambre d'agriculture de Bretagne. Savoirs et savoir-faire sur les bassins versants : pollution de l'eau et dynamique de restauration de sa qualité en milieu rural. Vannes: 257-258 pp.
- Ryser, J.-P., J.-P. Pittet et J.-J. Schwarz (1998). "Effets d'un fumier traditionnel et d'un fumier composté sur les cultures et les pertes par drainage : résultats de dix ans d'expérimentations en lysimètres." Revue suisse d'agriculture **30**(1): 11-16 pp.
- Salmon, V. et E. Le Gad (2006). Fiches techniques de réglages du matériel, Bassin versant du Quillimadec, Pays de Lesneven, Côte des Légendes: 7 p.
- Savard, M. (2000). "Modelling risk, trade, agricultural and environmental policies to assess trade-off between water quality and welfare in the hog industry." Ecological Modelling **125**: 51-66 pp.
- Savary, C. (2008). "Consommation de carburant : travaux de printemps." Groupe Reussir l'Agriculteur Normand - l'Eure Agricole **09/04/08**: 2 pp.
- Savary, C. (2008). Faites des économies de fioul !, Chambre d'agriculture de la Manche, Conseil général de la Manche, IREO, FD Cuma Manche, ARETAR Basse-Normandie: 4 p.
- Sebillotte, M. et L. G. Soler (1990). Les processus de décision des agriculteurs. in J. Brossier, B. Vissac and J.-L. Le Moigne. Modélisation systémique et système agraire. Décision et organisation. Paris, Inra éditions: 93-118 pp.
- Smeets, E. et R. Weterings (1999). Environmental indicators : Typology and overview, European Environment Agency: 19 p.
- Smith, K. A., A. J. Brewer, J. Crabb et A. Dauven (2001a). "A survey of the production and use of the animal manures in England and Wales. II. Poultry Manure." Soil Use and Management **17**: 48-56 pp.
- Smith, K. A., A. J. Brewer, J. Crabb et A. Dauven (2001b). "A survey of the production and use of the animal manures in England and Wales. III. Cattle Manure." Soil Use and Management **17**: 77-87 pp.
- Somda, J., A. J. Nianogo, S. Nassa et S. Sanou (2002). "Soil fertility management and socio-economic factors in crop-livestock systems in Burkina Faso: a case study of composting technology." Ecological Economics **43**(2-3): 175-183 pp.
- Soriano, V. (2006). "Les poids culturels." Les événements VIVEA **2**: 2 pp.
- Soulard, C. (2005). "Les agriculteurs et la pollution des eaux. Proposition d'une géographie des pratiques." Natures Sciences Sociétés **13**: 154-164 pp.

- Spindler, F. (2006). Les trois étapes de l'élevage bovin dans la plaine d'Alsace (XVIIIe - XXe siècle). in P. Madeline and J.-M. Moriceau. Acteurs et espaces de l'élevage (XVIIIe-XXI siècle). Caen, Association d'Histoires des Sociétés Rurales: 207-220 pp.
- Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales et C. De Haan (2006). *Livestock's long shadow : environmental issues and options*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 389 p.
- Stonehouse, D. P., G. W. de Vos et A. Weersink (2002). "Livestock manure systems for swine finishing enterprises." Agricultural Systems **73**: 279-296 pp.
- Teissier, J.-M. (1979). "Relations entre techniques et pratiques. Conséquences pour la formation et la recherche." Communication à l'INRAP **38**: 1-13 pp.
- Tessandier, E. (2005). *Faire épandre son lisier par une Cuma*. Aubière, Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme: 2 p.
- Théliier-Huché, L., A. Farrugia et P. Castillon (1999). L'analyse d'herbe : un outil pour le pilotage de la fertilisation phosphatée et potassique des prairies naturelles et temporaires, Institut de l'élevage, INRA, ITCF, ACTA, COMIFER, Chambres d'Agriculture. 32 p.
- Thenail, C., J. Baudry et D. Le Coeur (2004). La gestion technique du territoire par les exploitations agricoles : évaluer la diversité des contraintes et des modes d'organisation. in Chambre d'agriculture de Bretagne. Savoirs et savoir-faire sur les bassins versants : pollution de l'eau et dynamique de restauration de sa qualité en milieu rural. Vannes: 249-250 pp.
- Théwis, A. et P. Leterme (2005). Productions animales et contraintes environnementales. in. Manuel de zootechnie comparée Nord-Sud. Paris, Agence Universitaire de la Francophonie, INRA Editions: 545-570 pp.
- Thirion, F. et F. Chabot (2002). Épandage des boues résiduaires et effluents organiques. Matériels et pratiques, Editions Quae. 192 p.
- Thomas, D. (2002). "Editorial of the special volume on small-scale mixed farming systems." Agricultural Systems **71**: 1-4 pp.
- Thomson, E. F. et F. A. Bahhady (1995). "A model-farm approach to research on Crop-Livestock Integration. I. Conceptual Framework and Methods." Agricultural Systems **49**(1): 1-16 pp.
- Thorne, P. J. et J. C. Tanner (2002). "Livestock and nutrient cycling in crop animal systems in Asia." Agricultural Systems **71**: 111-126 pp.
- Torre, A. et A. Caron (2005). "Réflexions sur les dimensions négatives de la proximité : le cas des conflits d'usage et de voisinage." Economie et Institutions **6-7**(1er et 2ème semestre): 183-220 pp.
- Ulmann, L. (2001). La dimension environnementale de l'agriculture : la prime à l'herbe dans le Massif central. Géographie. Clermont-Ferrand, Université Blaise Pascal - CERAMAC: 484 p.
- Union Européenne (1991). "Directive du conseil n°91/676/CEE du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles." (Directive du conseil n°91/676/CEE) pp.
- Van Kessel, J. S., R. B. Thompson et J. B. Reeves (1999). "Rapid on-farm analysis of manure nutrients using quick-tests." Journal of Production Agriculture **12**: 215-224 pp.
- Vansteelant, J.-Y. (2004). *Evaluation des risques de contaminations microbiologiques liés aux épandages de matières organiques sur prairies de montagne*. Thonon les Bains, Université de Savoie: 194 p.
- Vayssières, J., P. Lecomte et M. Goussef (2008). "Modéliser les flux à l'échelle de l'exploitation pour accompagner les éleveurs dans la gestion de leurs prairies." Les cahiers d'Orphée: 343-356 pp.
- Vayssières, J., P. Lecomte, F. Guerrin et U. B. Nidumolu (2007). "Modelling farmers' action: decision rules capture methodology and formalisation structure: a case of biomass flow operations in dairy farms of a tropical island." Animal **1**: 716-733 pp.
- Vigne, J.-D., J. Guilaine, K. Debue, L. Haye et P. Gérard (2004). "Early Taming of the Cat in Cyprus." Science **9 April 2004**: 259 pp.

Walter, J.-F. et M. Rolland (1976). Epannage des fertilisants et des semis. in. Lexique méthodique et illustré du machinisme agricole. Antony, Centre National d'Etudes et d'Expérimentation de Machinisme Agricole (CNEEMA): 123-135 pp.

Wikipedia. (2007). "Decauville." Retrieved 08/08/2007, 2007, from <http://fr.wikipedia.org/wiki/Decauville>.

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire semi-directif d'enquête en exploitation

Annexe 2 : Tableau de gestion des effluents par bâtiment

Annexe 3 : Calendrier de gestion des effluents sur prairies

Annexe 4 : Calendrier de gestion des effluents sur cultures

Annexe 5 : Cahier d'épandage de Sa03

Annexe 6 : Plaquette de diffusion des résultats du Groupe Compost Massif central

Annexe 1

Date d'enquête :

Enquêteur(s) :

Annexe 1

QUESTIONNAIRE D'ENQUETE PRATIQUES DE GESTION DES EFFLUENTS D'ELEVAGE EN SYSTEME D'ELEVAGE HERBIVORE HERBAGER

Présenter le plan du questionnaire à l'agriculteur

Nom d'exploitation :

Nom de(s) exploitant(s) :

Adresse du siège (commune et lieu-dit) :

I INFORMATIONS GENERALES

1. STATUT JURIDIQUE DE L'EXPLOITATION ET MAIN D'ŒUVRE :

(1) EA individuelle

(2) GAEC

(3) EARL

(4) Autre forme juridique (à préciser) :

Nombre d'associés :

Nombre d'employés :

Aide occasionnelle :

2. CONTEXTE AGRO-PEDO-CLIMATIQUE :

2.1. Altitude du siège de l'exploitation : m

2.2. Pluviométrie moyenne sur l'exploitation : mm

3. ORIENTATIONS :

Orientation principale de l'exploitation :

Orientation(s) secondaire(s) de l'exploitation :

Cahier des charges :

agriculture biologique

AOC (*précisez*) :

Label de qualité (*précisez*) :

Contrat territorial d'exploitation ou Contrat d'agriculture durable

Mesures engagées :	Environnement	Économique
--------------------	---------------	------------

Autres (*précisez*) :

4.1.3. Bovins allaitants

Race(s) utilisée(s) :

Type d'animaux	effectifs
Vaches allaitantes	
Génisses de moins d'1 an	
Génisses de 1 à 2 ans	
Génisses de plus de 2 ans	
Bovins viande moins d'1 an	
Bovins viande de 1 à 2 ans	
Bovins viande plus de 2 ans	
Veaux de boucherie de 0 à 3 mois	
Taureaux	
Autres effectifs (à préciser) :	

Description du (des) bâtiment(s) utilisés :

.....

4.1.4. Ovins allaitants

Race(s) utilisée(s) :

Type d'animaux	effectifs
Brebis allaitantes :	
Agnelles :	
Agneaux d'engraissement	
Antenaïse et antenaïs (ovins de 1 à 2 ans)	
Béliers :	
Autres effectifs (à préciser) :	

Description du (des) bâtiment(s) utilisés :

.....

4.2. Ateliers d'élevage secondaires

	Type d'animaux	Effectif global
<input type="checkbox"/>	Caprins	
<input type="checkbox"/>	Équins	
<input type="checkbox"/>	Porcins	
<input type="checkbox"/>	Volailles de Chair / Pondeuses / Reproductrices (à préciser) :	
<input type="checkbox"/>	Palmipèdes (à préciser) :	
<input type="checkbox"/>	Autres (à préciser) :	

5. PLAN DES BATIMENTS

Dessinez le plan des différents bâtiments de l'exploitation (dont les structures de stockage des effluents) et les numérotez ;
indiquez nombre de places et lieu (si plusieurs sites)

6. AUTRES ACTIVITES :

Chambre d'hôtes :

Table d'hôtes :

Camping à la ferme :

Autres activités (*à préciser*) :

7. SURFACES VEGETALES

7.1. Surface agricole utile :

		Surface en ha	
SAU totale			
Surface fourragère	Prairies permanentes		
	Prairies temporaires	Mélange prairial 1 :	
		Mélange prairial 2 :	
		Mélange prairial 3 :	
	Maïs fourrager		
	Autres cultures fourragères (<i>à préciser</i>) :		
Cultures	Blé		
	Orge		
	Triticale		
	Maïs		
	Autres cultures : (<i>à préciser</i>) :		
Estives			
Parcours			
Bois			
Autres :			

Pourcentage en faire valoir direct (propriété) : %

Pourcentage en location familiale : %

Quelle est votre surface potentiellement épannable¹ (en ha) ? ha

Avez-vous une étude de périmètre couvrant la totalité des parcelles susceptibles d'être épandues ?
 Oui Non

¹ La surface potentiellement épannable (ou SPE) est égale à la S.A.U. déductions faites des :

- superficies concernées par des règles de distance vis-à-vis de cours d'eau et plans d'eau (35 mètres), lieux de baignade (200 mètres), piscicultures (500 mètres) et d'habitations de tiers (cas général : 100 mètres)
- superficies en légumineuses,
- superficies "gelées" sauf jachères industrielles avec contrat (colza, betteraves, blé)
- superficies exclues pour prescriptions particulières (captages, aptitude selon les données agropédologiques issues d'une étude d'impact ou d'un plan d'épandage).

7.2. système fourrager

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Système tout foin | <input type="checkbox"/> séchage au champ |
| <input type="checkbox"/> Système foin + ensilage | <input type="checkbox"/> séchage en grange |
| <input type="checkbox"/> Système foin + enrubannage | |
| <input type="checkbox"/> Système foin + enrubannage + ensilage | <input type="checkbox"/> ensilage maïs |
| <input type="checkbox"/> Autres (à préciser) | <input type="checkbox"/> ensilage herbe |

II PRODUCTION, STOCKAGE ET EPANDAGE

1. INFORMATIONS DIVERSES

1.1. Matériels pour l'épandage

Matériel d'épandage du fumier

Type de produit à épandre	Fumier	Compost
Dispositif d'épandage utilisé		
2 hérissons horizontaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 hérissons horizontaux + hotte + table d'épandage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 hérissons verticaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 hérissons verticaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 hérissons verticaux avec plateaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fourche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mode d'usage du matériel :

- propriété co-propriété CUMA Entraide Entreprise Autres

Taille du matériel utilisé (en t) :

Matériel d'épandage du lisier

Dispositif d'épandage sur la tonne à lisier	lisier
Épandage gravitaire	<input type="checkbox"/>
Buse palette	<input type="checkbox"/>
Rampe d'épandage avec plusieurs buses palettes	<input type="checkbox"/>
Rampe d'épandage avec pendillards	<input type="checkbox"/>
Enfouisseurs	<input type="checkbox"/>

Présence de dispositif particulier (égouttage, séparation de phase...)
Nécessité de dilution avant reprise :

Disposez-vous d'un dispositif de brassage dans la fosse de stockage ou d'un matériel de brassage ?
Oui Non

Mode d'usage du matériel :

- propriété co-propriété CUMA Entraide Entreprise Autres

Taille du matériel utilisé (en m³) :

Répartition des travaux de gestion des effluents entre les personnes (qui, pourquoi ?...) :

.....

1.2. Enregistrement des pratiques

Disposez-vous d'un plan prévisionnel d'épandage de l'ensemble des effluents de votre élevage ?
Oui Non

Tenez-vous à jour un cahier d'épandage par groupe de parcelles homogènes pour les produits épandus sur les terres de l'exploitation ou mises à disposition ?
Oui Non

Enregistrez-vous habituellement vos pratiques de fertilisation ?

- oui, support papier
- oui, support informatique ; nom du logiciel utilisé :
- non

Qu'enregistrez-vous ? date d'apport
 dose apportée ; unité de mesure utilisée :
 produit apporté
 autres :

1.3. Connaissance de la composition des effluents épandus

Connaissez-vous la teneur des effluents épandus ?

oui, par références techniques Origine de ces références :

oui, par analyse à la ferme

Type d'appareil utilisé (densimètre, dosage rapide azote ammoniacal...) :

oui, par analyse en laboratoire

Date de la dernière analyse : Périodicité des analyses :

non

Effectuez-vous une pesée de l'épandeur ou de la tonne à lisier ? Oui Non

1.4. Stockage de fumier sur les parcelles d'épandage

Assurez-vous une rotation des lieux de stockage ? Oui Non

Si oui : 1) sur la même parcelle Oui Non

2) sur d'autres parcelles Oui Non

3) fréquence de ces rotations :

1.5. Epandage

Épandez-vous sur des terres mises à disposition ? Oui Non

Si oui, sur quelle surface ? :

Utilisez-vous des déjections d'autres élevages ?

Oui Non

Si oui, nature et quantité des produits épandus

Nature des produits épandus	Quantité (en t ou m ³)

Utilisez-vous d'autres types de matières organiques (boues, co-compost, etc.) ? Oui Non

Si oui, nature et quantité des produits épandus

Nature des produits épandus	Quantité (en t ou m ³)

1.6. Respect des équilibres agronomiques des parcelles

Comment raisonnez-vous votre fertilisation (bilan, logiciel, technicien...) ?

.....

.....

.....

2. SUIVI DES EFFLUENTS PAR BATIMENT

Par bâtiment, remplir le **tableau 1**

3. SUIVI PAR TYPE DE CULTURE DE L'UTILISATION DES EFFLUENTS

Utiliser le **Registre parcellaire graphique** (RPG) pour recenser l'ensemble des parcelles (ou îlots) de l'exploitation ; NE PAS OUBLIER de localiser les différents bâtiments de l'exploitation (repéré alphabétiquement)

Solliciter l'autorisation de demander le RPG de l'exploitation à la DDA locale et faire signer l'autorisation ; si possible demander le prêt des photos aériennes pour photocopie

Par type de prairies et de cultures, remplir les **tableaux 2 et 3**.

III CONCLUSION - REMARQUES PARTICULIERES

.....

.....

.....

.....

.....

IV ANNEXES :

Si besoin, pouvez-vous retracer les grandes étapes de l'historique de votre exploitation ?

Dates	Événement(s)	Facteurs de production

Annexes

2, 3 et 4

Tableau 1 : Gestion des effluents par bâtiment

Nom de l'exploitation :

N°enquête :

(1) BÂTIMENT ...		Octobre	Novembre	Décembre	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
Type de bâtiment (2)	présence des animaux au bâtiment (type et nombre) (3)	Annexe 2											
	PRODUCTION	quantité de paille (ou autre) utilisée (selon critères agriculteurs) (4)											
	type(s) d'effluent produit(s) tonnage (en t) ou volume (m3) produit selon l'agriculteur traitement(s) éventuel(s) (5)												
	STOCKAGE	Périodes de vidange lieu de stockage durée traitements éventuels(6)											
EPANDAGE	Périodes d'épandage type de surface recevant l'effluent surface fumée dose / ha (en t ou en m3) (7)												

CONSIGNES : Suivre le devenir de chaque effluent de sa période de production jusqu'à son utilisation par l'intermédiaire de flèche représentant les différents mouvements des effluents
 - Si plusieurs effluents dans un même bâtiment, utiliser des couleurs différentes
 - Compléter ce "circuit" par les informations complémentaires nécessaires à une bonne compréhension de la gestion des effluents effectuée par l'agriculteur (cf. ci-contre)

- (1) Numérotation des bâtiments selon l'alphabet et par ordre d'importance ; si plusieurs utilisations d'un même bâtiment, remplir plusieurs feuilles en distinguant les différentes utilisations par des numéros (Ex : A1, A2...)
 (2) Stabulation libre / entravée, boxes, bergerie, hangar, aire d'exercice, logette, silos...
 salle de traite = partie du bâtiment des animaux laitiers ; les effluents spécifiques au lait sont traités dans ce bâtiment ; Si possible, surface et nombre de places

- (3) Indiquer les périodes de présence de bâtiment ; si les animaux ne sont que partiellement en bâtiment, indiquer les périodes de présence en bâtiment (nuit, après-midi...)
 Type d'animaux : V = vache, Ve = veau, G = génisse, B = Brebis, Ag = agneaux, An = antenaise, M = mâle reproducteur
 L = laitière, T = tarie, A = allaitante, R = renouvellement, E = engraissement
 0-1 = 0 à 1 ans, 1-2 = 1 à 2 ans, 2-3 = 2 à 3 ans

- (4) Utilisation des critères de paillage de l'éleveur. Ex : une balle tous les 2 jours + poids de la balle

- (5) Fumier, lisier, purins, lait, eaux blanches, eaux brunes, eaux vertes, autres (à préciser)...
 traitements éventuels sur les effluents effectués au bâtiment type bactériolite, bactériolite...

- (6) - Indiquer la date approximative de la "vidange" puis indiquer la latitude dont dispose l'agriculteur
 - Fumière, fosse, dépôt au champ, autres structures (à préciser ; ex : filtre à sable avec roseaux), rejets directs dans le milieu (Préciser les caractéristiques des fumières et fosses (surface, volume, nbre de murs, couverture, étanchéité, mise aux normes
 - durée approximative de stockage
 - compostage, séparation de phase, séchage, épuration biologique, traitement anti-odeur, exportation (voisins, vente, incinéra

- (7) Indiquer la date approximative de l'épandage puis indiquer la latitude dont dispose l'agriculteur
 prairie de fauche, de pâture, estive, maïs, orge, blé, etc.
 à dire d'agriculteur ; Préciser la manière dont l'agriculteur évalue les quantités apportées (t/ha, épandeur/ha, tonnes/parcelle...

Tableau 2 : Calendrier par prairies

Nom de l'exploitation : _____

N° enquête : _____

Type de prairies	N° parc. (1)	Pratiques pour la dernière campagne (2)												Rotation et utilisation habituelle	sur 10 ans, régularité de l'apport de fumure organique et minérale (4)	
		Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars			
		<h1>Annexe 3</h1>														

(1) n° issu du RPG ; préciser si possible les caractéristiques des parcelles (séchante, excès d'eau, distance, pente, type de sol, mode de faire-valoir, accessibilité, aménagements, démarrage de végétation...)

(2) identifier les différentes pratiques effectuées par l'agriculteur sur chaque parcelle pour la dernière campagne complète

Fertilisation organique : type (fumier, lisier...), dates (périodes), quantités (t ou m3/ha) ou nb d'épandeur (tonneau) avec quantité, provenance (exploitation, extérieur, mixte)

Fertilisation minérale : type
dates (périodes)
quantités à x,y, z unités (kg/ha)

Récolte : forme (F = foin, R = regain, ER = enrubannage, E = ensilage , Autres)
date, surface, quantité

Pâturage : animaux
dates (durées)
fauche des refus

(3) Détail de la rotation dans laquelle s'inscrit la parcelle et de son utilisation habituelle (D = déprimage, F = fauche, P = pâture, Pc = Parcours, C = Cultures)

(4) Régularité apport :
0 = jamais, 1 = de temps en temps

Tableau 3 : Calendrier par cultures

Nom de l'exploitation : _____

N° enquête : _____

Cultures	N° parc. (1)	Pratiques pour la dernière campagne (2)											Rotation et utilisation habituelle	sur 10 ans, régularité de l'apport de fumure organique et minérale (4)	
		Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août			Septembre
		Annexe 4													

(1) n° issu du RPG ; préciser si possible les caractéristiques des parcelles (séchante, excès d'eau, distance, pente, type de sol, mode de faire-valoir, accessibilité, aménagements, démarrage de végétation...)

(2) identifier les différentes pratiques effectuées par l'agriculteur sur chaque parcelle pour la dernière campagne complète

Fertilisation organique : type (fumier, lisier...), dates (périodes), quantités (t ou m3/ha) ou nb d'épandeur (tonneau) avec quantité, provenance (exploitation, extérieur, mixte)

Fertilisation minérale : type
dates (périodes)
quantités à x,y, z unités (kg/ha)

Récolte : forme (F = foin, R = regain, ER = enrubannage, E = ensilage , Autres)
date, surface, quantité

Pâturage : animaux
dates (durées)
fauche des refus

(3) Détail de la rotation dans laquelle s'inscrit la parcelle et de son utilisation habituelle (D = déprimage, F = fauche, P = pâture, Pc = Parcours, C = Cultures)

(4) Régularité apport :
0 = jamais, 1 = de temps en temps

Annexe 5

Le lisier de bovins

LES BONNES DOSES
POUR BIEN LE VALORISIER

**20 à 25 m³/ha de lisier peu dilué*
pour couvrir les besoins PK
des prairies**

Comme pour le fumier ou le compost, les expérimentations réalisées ont montré qu'avec 20-25 m³/ha de lisier par hectare, les nutriments en P et K des prairies sont satisfaisantes.

**Mais ne couvrent pas totalement
les besoins en azote**

Le lisier est un peu plus riche en azote que le fumier ou le compost mais pour avoir une nutrition azotée suffisante, il faut aussi apporter un complément minéral azoté avec en moyenne 10 à 15 unités de moins que pour le fumier ou le compost.

Fractionner les apports

Un apport de lisier peu dilué tous les 2 ans sur prairie en fauche tardive ou sur pâture suffit pour couvrir les besoins PK aussi bien l'année de l'apport que les années sans apport. Pour les prairies intensives de type ensilage (souvent avec deux coupes), l'apport doit être annuel.

Priorité aux apports de printemps

Pour concilier la valorisation du lisier et les contraintes réglementaires, les apports seront réalisés en priorité au printemps (avant la 1ère exploitation) ou pour les secondes coupes.

* N : 3 U/m³, P₂O₅ : 1.5 U/m³, K₂O : 3.8 U/m³

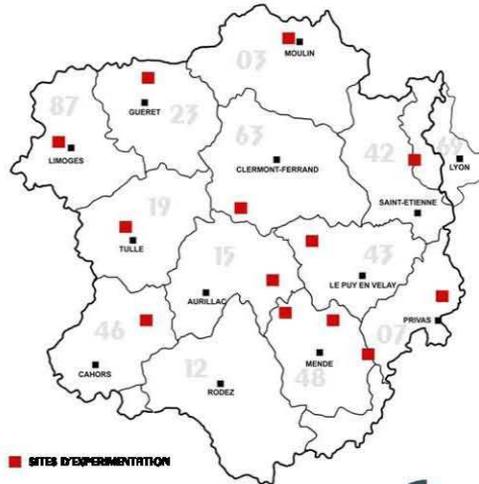
**Les indices de nutrition des prairies,
pour ne pas travailler à l'aveuglette !**

A partir du prélèvement d'un échantillon d'herbe au printemps, il est possible, grâce à la mesure des teneurs en azote, phosphore et potassium des plantes, de calculer les indices de nutrition NPK d'une prairie. C'est le « Diagnostic NPK » de la prairie. Ce diagnostic permet de vérifier et de corriger si nécessaire la fertilisation apportée à la prairie.

Une expérimentation Inter-régionale

Le groupe compost Massif Central représente 11 Chambres d'Agriculture et l'ENITA de Clermont-Ferrand.

Ce dépliant présente les principaux résultats des essais mis en place entre 2004 et 2007 pour mesurer les effets des engrais de ferme sur les prairies. La répartition des essais a permis de prendre en compte la diversité des effluents, de la nature des sols et de l'utilisation des prairies.



Contact



CHAMBRE
D'AGRICULTURE
RHONE



Université Jean-Michel Lecoq - Département C.A.F.R. - mai 2009



Fumier Compost Lisier

SUR PRAIRIES

**L'important,
c'est la dose !**



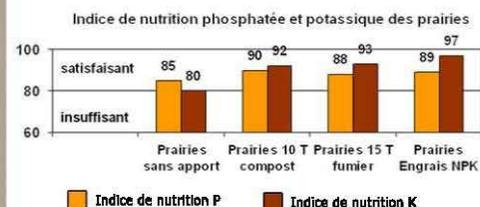
Fumier et compost de bovins

LES BONNES DOSES POUR COUVRIR LES BESOINS EN P ET K DE VOS PRAIRIES

La bonne utilisation du fumier, du compost ou du lisier, dans le respect de la réglementation, apporte la majeure partie des éléments fertilisants nécessaires aux prairies. L'épandage des engrais de ferme, adapté aux besoins de la prairie et de son sol, permet ainsi de faire de réelle économie sur le poste "fertilisation" de l'exploitation, de valoriser au mieux ses effluents et de couvrir le maximum de surface.

**10 à 15 T/ha de compost
ou 15 à 20 T/ha de fumier
suffisent à couvrir
les besoins
en P et K de vos prairies...**

Les expérimentations ont mis en évidence que l'apport régulier de 10 T de compost ou 15 T de fumier à l'hectare couvrent les besoins en phosphore (P) et potassium (K) de toutes les prairies, aussi bien l'année de l'apport que les années suivantes. En effet, les nutriments P et K des prairies avec fumier ou compost sont au même niveau qu'avec l'engrais NPK.



Composition des fumiers et composts de bovins (en Kg/tonne)

Produit	Teneurs N		Teneurs P2O5		Teneurs K2O	
	Groupe Compost	Réf. nationales	Groupe Compost	Réf. nationales	Groupe Compost	Réf. nationales
Fumier bovins	5.2 (3.5 - 6.9)	4.9-5.8	2.5 (1.5 - 3.5)	1.7-2.6	7.5 (5.5 - 9.5)	6.2-9.6
Compost bovins	6 (4.4 - 7.6)	8	3.7 (2.5 - 4.9)	4.8	9.5 (6 - 13)	12

Les valeurs entre parenthèses correspondent aux extrêmes mesurées.

**...mais ne couvrent pas
totalement les besoins en azote**

Dans les expérimentations, les nutriments azotés des prairies avec fumier ou compost sont inférieures à celles des prairies avec engrais NPK.

INDICE DE NUTRITION AZOTÉE	Prairies sans apport	Prairies 10 T de compost	Prairies 15 T de fumier	Prairies Engrais NPK
70 < correct > 80				72
60 < faible > 70		61	63	
50 < très faible > 60	59			

Quel complément d'azote apporter ?

Le complément d'azote minéral doit varier en fonction de l'objectif d'utilisation et du rendement de la prairie. A titre indicatif, ce complément peut varier de :

- 0 à 30 unités d'azote/ha sur des pâtures extensives ou des prairies en fauche tardive
- 30 à 60 unités d'azote/ha sur des pâtures intensives ou prairies en fauche précoce
- 60 à 90 unités d'azote/ha pour des prairies intensives de type ensilage.

Des apports à intervalles réguliers en fonction de l'utilisation de votre prairie...

Ajuster la dose de fumier ou compost apportée à chaque type de prairie est difficilement compatible avec l'organisation des chantiers d'épandage.

La solution, c'est de conserver la même dose pour toutes les prairies, en jouant sur la périodicité d'apport :

	Périodicité d'apport du fumier ou du compost
Prairie en fauche précoce Ou 2 coupes et + /an	Tous les ans
Prairie en fauche tardive Foin	Tous les deux ans
Pâturage	Tous les 3 ou 4 ans

Remarque : l'apport de fumier ou compost tous les 2 ans sur les prairies en fauche tardive ou tous les 3-4 ans sur les prairies en fauche précoce. PK à la fois pour l'année de l'apport mais aussi pour les années sans apport.

...et à quelle époque

Pour à la fois valoriser au mieux la valeur fertilisante des fumiers et composts tout en respectant l'environnement, les époques d'apport possibles sur prairie installée sont :

- Du début de l'automne jusqu'au 15 décembre pour les apports de FUMIER
- Toute l'année pour les apports de COMPOST et dès 3 semaines après le 2ème retournement.

Gaspillage ?

Apporter plus de 15 tonnes de compost ou 20 tonnes de fumier par ha/an conduit à un gaspillage de potasse et de phosphore car ils dépassent les besoins de la prairie !

Annexe 6

L'exploitation

88.24	Ha de SAU (dont 67.04 Ha épandables)
85.4	UGB à hiverner
0.96	UGB/Ha de chargement des surfaces en herbe
67.04	Ha de SPE (Surface potentiellement épandable)

Utilisation des surfaces

Prairie pâture	43.85 ha	<i>pature</i>
Prairie une coupe	20.32 ha	3.4 TMS/Ha
Prairie 2 coupes	6.26 ha	6.6 TMS/Ha

Les stocks fourragers

	total	par UGB hivernée	
Foin	84 T de MS	0.98	26.58 Ha
Enrubannage	26 T de MS	0.31	6.26 Ha

nb coupes	T de MS			Ha		
	1	2	3	1	2	3
Foin	69	15		20.32	6.26	
Enrubannage	26			6.26		

Les engrais de ferme

←----- unités par m3 ou tonnes ----->

	Disponible	Réparti	N	P	K	Mg	Ca	VN
Fumier de bovin	180	50	5.5	2.6	7.2	1.5	5	3
Lisier de bovin	630	530	4	2	5	1.5	3	1

(35 unités d'azote organique/ Ha SPE)

Les engrais

←----- unités par 100 Kg ----->

Engrais	Kg	Euros	N	P	K	Mg	Ca	S	VN	Prix
LITHOTAMNE 400 GRANULES	600	1 280				2	36		39	16.77
pHYSALG 15	7 700	1 650		15					38	21.34
NUTRIGRASS 20	6 400	1 880	20					21	-35	29.4
Sulfate ammo 21	9 500	2 780	21	8		3		20	-36	29.27

Coût total : 7 589 Euros (soit 87 Euros/Ha)

Coût total : 49 780 F (soit 570 F/Ha)

Prix de l'unité calculé à partir des engrais simples

N 0.71 € P 0.56 € K 0.34 € Mg 0.06 € VN 0.12 €

Le coût total des unités apportées par les engrais serait de 3 991 € si ces unités étaient apportées par des engrais simples (sans tenir compte du coût des passages). L'écart est donc de 3 598 € (soit 47 %)

La valeur totale des unités apportées par les engrais de ferme représente 2 438 € (recalculée avec les engrais simples, hors épandage)

Les amendements calco-magnésiens représentent 1 280 €. (soit 15 €/Ha)

BILAN GLOBAL (en unités par hectare)

ATTENTION : Pour l'azote le bilan est indicatif

Il ne tient pas compte des pertes par lessivage, de la minéralisation, ni de la fourniture par les légumineuses.

(1) La partie utilisable des engrais de ferme comprend l'effet direct et l'arrière effet

APPORTS par hectare épannable (67.04 Ha)

<----- Azote ----->

	total	utile(1)	P	K	Mg	VN
Fumier de bovin	4		2	5	1	2
Lisier de bovin	31		16	39	12	8
Moyenne par hectare épannable	35	13	18	44	13	10

BILAN sur l'ensemble

<----- Azote ----->

	total	utile(1)	P	K	Mg	VN
Solde départ						
Apports Fumiers	27	10	13	34	10	8
Engrais	37	37	22		5	3
Pertes Exportations	63	63	21	47	12	19
lessivages, blocages						42
Apports- Pertes	1	- 16	14	- 13	2	- 51
Solde Fin			14	- 13	2	- 51

Apports/conseils

<----- Unités / ha -----><----- Coût engrais (€) (1) ----->

	N	P	K	total	/ ha
Apports (engrais + fumiers)	48	35	34	3 390	39
Conseils calculés	5	11	29		
Apports - conseils	40	20		3 390	39
Apports - conseils en %	90	69	15	100	100

(1) Les coûts correspondent aux nombre d'unités multipliés par le prix de l'unité des engrais simples.

Bilan Entrées/Sorties d'azote par utilisation

----- Ensemble des surfaces ----- <> avec Entrées > Sorties >

	Surface totales	Rendement	Conseil calculé	Conseil choisi	Apport total	dont effluents	Surface avec E>S	Entrées - Sorties /ha
<i>Prairie pâture</i>	43.85				33	2		
<i>Prairie une coupe</i>	20.32	3.4			78	31		
<i>Prairie 2 coupes</i>	6.26	6.6	70	70	101	28		
	16.94				29		9.46	52
-----> TOTAL	87.37		5	5	48	10	9.46	52

0 % de sols nus pendant l'hiver

Approche théorique des taux de nitrates de l'eau de lessivage.

Dans les calculs suivants nous avons pris une hypothèse de lessivage de 200 mm/Ha/an

	Surfaces	N (unités/Ha)	Nitrates (mg/l)
Surfaces avec Entrées > Sorties	9	52	114
Ensemble des surfaces	87	6	12

CAHIER D'EPANDAGE 2005

Parcelles	PLAN de FUMURE PREVISIONNEL	Azote utile /ha	CAHIER D'EPANDAGE (date,nature et quantités par hectare)	Azote utile /ha
1a NP le clos 4.00 Ha Prairie P 6.6 TMS/Ha (prévu TMS/Ha) 2 coupes Enrubannage + Foin (précédent : Prairie P 2 coupes Enrubann	300 Kg LITHOTAMNE 400 GR		08 avr. 05 250 Kg LITHOTAMNE 400 GRA	
	200 Kg Sulfate ammo 21	42	13 avr. 05 20 m3 Lisier de bovin	32
	25 m3 Lisier de bovin	40	21 avr. 05 400 Kg Sulfate ammo 21	84
	Mars			
	Azote total /ha 42 minéral + 100 organique = 142 u/Ha 42 minéral + 50 organique = 92 u/Ha (PDRN)		Azote total /ha 84 minéral + 80 organique = 164 u/Ha 84 minéral + 40 organique = 124 u/Ha (PDRN)	
		92		116
1b l'aumeyre du bas 2.26 Ha Prairie P 6.6 TMS/Ha (prévu TMS/Ha) 2 coupes Enrubannage + Foin (précédent : Prairie P 2 coupes Enrubann	250 Kg LITHOTAMNE 400 GR		23 mars 05 15 T Fumier de bovin	19
	200 Kg Sulfate ammo 21	42	08 avr. 05 256 Kg LITHOTAMNE 400 GRA	
	25 m3 Lisier de bovin	40	21 avr. 05 170 Kg Sulfate ammo 21	36
	Mars		18 juil. 05 80 Kg Sulfate ammo 21	17
	Azote total /ha 42 minéral + 100 organique = 142 u/Ha 42 minéral + 50 organique = 92 u/Ha (PDRN)		Azote total /ha 53 minéral + 83 organique = 135 u/Ha 53 minéral + 41 organique = 94 u/Ha (PDRN)	
		92		71
1c l'aumeyere du haut 10.00 Ha Prairie P 3.4 TMS/Ha (prévu TMS/Ha) une coupe Foin (précédent : Prairie P une coupe Foin)	250 Kg LITHOTAMNE 400 GR		31 mars 05 20 m3 Lisier de bovin	32
	200 Kg Sulfate ammo 21	42	08 avr. 05 250 Kg LITHOTAMNE 400 GRA	
	25 m3 Lisier de bovin	40	21 avr. 05 170 Kg Sulfate ammo 21	36
	Mars		18 juil. 05 80 Kg Sulfate ammo 21	17
	Azote total /ha 42 minéral + 100 organique = 142 u/Ha 42 minéral + 50 organique = 92 u/Ha (PDRN)		Azote total /ha 53 minéral + 80 organique = 133 u/Ha 53 minéral + 40 organique = 93 u/Ha (PDRN)	
		92		85
1c l'aumeyere du haut 0.04 Ha Epandage interdit Prairie P 3.4 TMS/Ha (prévu TMS/Ha) une coupe Foin (précédent : Prairie P une coupe Foin)			08 avr. 05 300 Kg LITHOTAMNE 400 GRA	
			21 avr. 05 170 Kg Sulfate ammo 21	36
	Azote total /ha 0 u/Ha		Azote total /ha 36 u/Ha	
				36
2a les languy f 7.05 Ha Prairie P 3.4 TMS/Ha (prévu TMS/Ha) une coupe Foin (précédent : Prairie P une coupe Foin)	300 Kg pHYSALG 15		08 avr. 05 300 Kg pHYSALG 15	
	200 Kg Sulfate ammo 21	42	22 avr. 05 220 Kg Sulfate ammo 21	46
	25 T Fumier de bovin	32	29 avr. 05 20 m3 Lisier de bovin	32
	Mars			
	Azote total /ha 42 minéral + 138 organique = 180 u/Ha 42 minéral + 69 organique = 111 u/Ha (PDRN)		Azote total /ha 46 minéral + 80 organique = 126 u/Ha 46 minéral + 40 organique = 86 u/Ha (PDRN)	
		111		78
2b les languy p 3.83 Ha Prairie P pâturage (précédent : Prairie P)	250 Kg LITHOTAMNE 400 GR		22 avr. 05 250 Kg NUTRIGRASS 20	50
	200 Kg NUTRIGRASS 20	40		
	Azote total /ha 40 u/Ha		Azote total /ha 50 u/Ha	
		40		50
2b les languy p 3.50 Ha Epandage interdit Prairie P pâturage (précédent : Prairie P)				
	Azote total /ha 0 u/Ha		Azote total /ha 0 u/Ha	
3a dessus languy f 1.00 Ha Prairie P 3.4 TMS/Ha (prévu TMS/Ha) une coupe Foin (précédent : Prairie P une coupe Foin)	250 Kg LITHOTAMNE 400 GR		31 mars 05 20 m3 Lisier de bovin	32
	300 Kg Sulfate ammo 21	63	08 avr. 05 200 Kg LITHOTAMNE 400 GRA	
	25 m3 Lisier de bovin	40	22 avr. 05 220 Kg Sulfate ammo 21	46
	Mars			
	Azote total /ha 63 minéral + 100 organique = 163 u/Ha 63 minéral + 50 organique = 113 u/Ha (PDRN)		Azote total /ha 46 minéral + 80 organique = 126 u/Ha 46 minéral + 40 organique = 86 u/Ha (PDRN)	
		113		78

Apports par utilisation

	Ha	E N G R A I S						F U M I E R S						Azote	
		N	P	K	Mg	VN	Coût	N	P	K	Mg	VN	Coût	Total	Utile
Prairie pâture	43.85	31	9		2	-6	69	2	3	8	2	2	6	37	33
Prairie une coupe	20.32	47	39		9	23	117	31	39	97	29	19	81	125	78
Prairie 2 coupes	6.26	73	28		15	-26	144	27	40	103	27	29	82	154	100
--->Moyenne S. en Herbe	70.43	40	19		5		89	13	17	42	12	9	35	73	52
--->Moyenne pâture	43.85	31	9		2	-6	69	2	3	8	2	2	6	37	33
--->Moyenne fauche	26.58	53	36		11	12	124	30	39	99	29	22	81	132	83
--->Moyenne S. Fourragère	70.43	40	19		5			13	17	42	12	9		73	52
--->Moyenne de l'exploitation	87.37	37	22		5	3	87	10	13	34	10	8	28	64	48

Le coût des engrais de ferme a été obtenu en utilisant le prix de l'unité des engrais simples

N 0.71 F

P 0.56 F

K 0.34 F

Mg 0.06 F

VN .12 F

Pertes par utilisation

	Ha	E X P O R T A T I O N S					A U T R E S P E R T E S				
		N	P	K	Mg	VN	N	P	K	Mg	VN
Prairie pâture	43.85	67	19	34	10	10					52
Prairie une coupe	20.32	85	33	85	22	39					52
Prairie 2 coupes	6.26	140	54	150	36	69					52
--->Moyenne S. en Herbe	70.43	79	26	59	15	23					52
--->Moyenne pâture	43.85	67	19	34	10	10					52
--->Moyenne fauche	26.58	98	38	100	25	46					52
--->Moyenne S. Fourragère	70.43	79	26	59	15	23					52
--->Moyenne de l'exploitation	87.37	63	21	47	12	19					42

ATTENTION : Pour les engrais de ferme, seule la partie de l'azote valorisée l'année même a été prise en compte

BALANCE N

Fourrages -66 unités/Ha avant engrais -26 unités/Ha après engrais

Répartition des engrais de ferme

Fumier de bovin

(47 T sur 3.14 ha)

		<i>Parcelles</i>	<i>Surface</i>	<i>T/ha</i>	<i>total</i>	<i>Date / Quantité</i>
Prairie pâture	5	petit sous de bois	0.88	15	13	23 mars 05
Prairie 2 coupes divers	1b	l'aumeyre du bas	2.26	15	34	23 mars 05

Lisier de bovin

(526 m3 sur 39.34 ha)

		<i>Parcelles</i>	<i>Surface</i>	<i>m3/ha</i>	<i>total</i>	<i>Date / Quantité</i>
Prairie pâture	6b	cabanon du haut	15.56	3.21	50	13 avr. 05
Prairie une coupe	1c	l'aumeyere du haut	10.00	20	200	31 mars 05
	2a	les languy f	7.05	20	141	29 avr. 05
	3a	dessus languy f	1.00	20	20	31 mars 05
	4a	sous lavio f	1.73	20	35	29 avr. 05
			19.78		396	
Prairie 2 coupes divers	1a	NP le clos	4.00	20	80	13 avr. 05

Répartition des engrais

LITHOTAMNE 400 GRANULÉ (3343 Kg sur 37.34 ha)

		Parcelles	Surface	Kg/ha	total	Date / Quantité
Prairie pâture	3b	dessus languy p	1. 01	201	203	08 avr. 05
	6b	cabanon du haut	15. 56	161	2 500	08 avr. 05
	11	les about	0. 47	300	141	08 avr. 05
	13	les midoune du haut	1. 50	233	350	08 avr. 05
	13	les midoune du haut <i>Ep interditi</i>	1. 50	100	150	08 avr. 05
			20. 04		3 344	
Prairie une coupe	1c	l'aumeyere du haut	10. 00	250	2 500	08 avr. 05
	1c	l'aumeyere du haut <i>Ep interditi</i>	0. 04	300	12	08 avr. 05
	3a	dessus languy f	1. 00	200	200	08 avr. 05
			11. 04		2 712	
Prairie 2 coupes divers	1a	NP le clos	4. 00	250	1 000	08 avr. 05
	1b	l'aumeyre du bas	2. 26	256	578	08 avr. 05
			6. 26		1 578	

pHYSALG 15 (7 722 Kg sur 34.3 ha)

		Parcelles	Surface	Kg/ha	total	Date / Quantité
	25	pres pommier	2. 90	300	870	09 avr. 05
	25	pres pommier <i>Ep interditi</i>	2. 90	300	870	09 avr. 05
			9. 46		2 838	
Prairie pâture	6b	cabanon du haut	15. 56	135	2 100	08 avr. 05
Prairie une coupe	2a	les languy f	7. 05	300	2 115	08 avr. 05
	4a	sous lavio f	1. 73	300	519	08 avr. 05
	4a	sous lavio f <i>Ep interditi</i>	0. 50	300	150	08 avr. 05
			9. 28		2 784	

NUTRIGRASS 20 (6 407 Kg sur 35.29 ha)

		Parcelles	Surface	Kg/ha	total	Date / Quantité
	25	pres pommier	2. 90	60	174	09 avr. 05
	25	pres pommier <i>Ep interditi</i>	2. 90	60	174	09 avr. 05
			9. 46		568	
Prairie pâture	2b	les languy p	3. 83	250	958	22 avr. 05
	3b	dessus languy p	1. 01	250	252	22 avr. 05
	6b	cabanon du haut	15. 56	193	3 000	22 avr. 05
	33	pacage du fraisse	0. 53	300	159	09 avr. 05
	33	pacage du fraisse <i>Ep interditi</i>	4. 90	300	1 470	09 avr. 05
			25. 83		5 839	

Sulfate ammo 21 (9 488 Kg sur 38.72 ha)

		Parcelles	Surface	Kg/ha	total	Date / Quantité
	25	pres pommier	2. 90	190	551	09 avr. 05
	25	pres pommier <i>Ep interditi</i>	2. 90	190	551	09 avr. 05
			9. 46		1 797	

Fumier de bovin (T)

Juillet Août Septembre Octobre Novembre Décembre Janvier Février Mars Avril Mai Juin

	14. 04																						
Prairie pâture	28. 28																						
Prairie une coupe foin	19. 78																						
Prairie 2 coupes divers	6. 26																						

Lisier de bovin (m3)

Juillet Août Septembre Octobre Novembre Décembre Janvier Février Mars Avril Mai Juin

	14. 04																						
Prairie pâture	28. 28																						
Prairie une coupe foin	19. 78																						
Prairie 2 coupes divers	6. 26																						

Titre : Pratiques de gestion des effluents d'élevage en zone de montagne. L'exemple du Massif central.

Résumé : La gestion des effluents d'élevage a été primordiale au cours de l'histoire de l'agriculture. Avec l'apparition des engrais minéraux de synthèse et la mécanisation, cette gestion a été délaissée et profondément modifiée. Le regain d'intérêt accordé aux effluents et les problèmes qui peuvent y être corrélés impliquent une meilleure connaissance des pratiques de gestion, notamment dans les zones de montagne plus rarement étudiées. Le Massif central est le territoire d'étude choisi en raison de la diversité des conditions pédo-climatiques et des systèmes d'élevage présents. Une analyse des concepts et modèles disponibles a abouti à un modèle conceptuel de gestion des effluents d'élevage adapté à cette étude.

Une approche globale des pratiques de gestion a été faite à l'échelle de l'exploitation avec trois méthodes complémentaires. Le suivi de pratiques réelles dans trois exploitations montre l'importance du temps consacré à cette gestion. Les enquêtes dans 30 exploitations réparties sur trois territoires (Aubrac, Millavois et Sancy) mettent en évidence une grande variété de pratiques de gestion des effluents, lesquelles permettent cependant de distinguer 12 types de gestion. Le suivi d'expérimentations, sur 11 sites du Massif central en partenariat avec les Chambres d'Agriculture concernées, soulignent l'incidence agronomique à long terme des effluents d'élevage.

Au-delà de la prise en compte du cadre réglementaire (sites d'épandage, doses, enregistrement des pratiques...) et des contraintes propres à chaque système d'élevage (bâtiments, parcellaire, matériel, type d'effluent...), l'agronomie apparaît être le premier facteur mobilisé par l'agriculteur pour mettre en place les pratiques de gestion des effluents d'élevage et les faire évoluer. Par ailleurs, l'agriculteur modifie ou aménage ces pratiques selon des facteurs sociaux et territoriaux trop souvent négligés. L'étude souligne son rôle fondamental de synthèse et de conciliation des attentes et recommandations de tous les intervenants concernés.

Mots-clés : effluents d'élevage, pratiques de gestion, système d'élevage, suivi, enquête, expérimentation, modèle conceptuel

Title: Practical management of manure in mountain areas. The example of the Massif Central.

Abstract: The management of manure has been essential in the history of agriculture. With the emergence of synthetic mineral fertilizers and mechanization, management has been neglected and dramatically modified. The renewed attention given to waste and the problems that can be correlated imply a better knowledge of management practices, especially in mountain areas seldom studied. The Massif Central was chosen as the study area because of the diversity of soil and climate conditions and existing farming systems. An analysis of available concepts and models has resulted in a conceptual model for managing manure suitable for this study.

A comprehensive approach to management practices was made at the farm level with three complementary methods. The monitoring of actual practices in three farms shows how important is the amount of time dedicated to this management. Surveys carried out in 30 farms spread over three territories (Aubrac, Millavois and Sancy) show a wide variety of manure management practices, which however allows to distinguish 12 types of management. The following experiments on 11 sites in the Massif Central, in partnership with the relevant Agriculture Chambers, stressed the long-term agronomic impact of manure.

Beyond the consideration of the rules (land application sites, quantities, practice's registration...) and constraints of each livestock farming system (buildings, field pattern, equipment, manure's type...), the agronomy is the first factor called up by farmers to implement and evolve manure's management practices. Furthermore, the farmer modifies or changes his practices according to social and territorial factors too often neglected. This study emphasizes the conciliation role of the farmer who has to synthesize recommendations and expectations of all stakeholders.

Keywords: manure, management practices, farmer, livestock farming system, monitoring, surveys, experiments, conceptual model