



Normes : quelle influence sur les choix techniques dans les domaines de l'assainissement et de l'épuration ? Comparaison France / Allemagne

Jean-Marc Berland

► To cite this version:

Jean-Marc Berland. Normes : quelle influence sur les choix techniques dans les domaines de l'assainissement et de l'épuration ? Comparaison France / Allemagne. Géographie. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1994. Français. \langle NNT : \rangle . \langle tel-00178532 \rangle

HAL Id: tel-00178532

<https://pastel.hal.science/tel-00178532v1>

Submitted on 11 Oct 2007

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.



HAL Authorization



Doctorat de l'École Nationale des Ponts et Chaussées

Spécialité : Sciences et Techniques de l'Environnement

**Normes : quelle influence sur les choix techniques dans
les domaines de l'assainissement et de l'épuration ?**

Comparaison France / Allemagne.

Jean-Marc BERLAND

Laboratoire Techniques, Territoires et Sociétés

Thèse soutenue le 9 décembre 1994 à Noisy-le-Grand.

Membres du jury :

Mr. Denis BALLAY, Directeur de l'ENGREF,

Mr. Bernard BARRAQUÉ, Chargé de Recherche au CNRS,

Mr. Gabriel DUPUY, Professeur à l'ENPC et l'Université Paris X, Directeur du PIR-Villes,

Mr. Volkmar HARTJE, Professeur à l'Université Technique de Berlin - rapporteur,

Mr. Pierre Frédéric TENIÈRE-BUCHOT, Professeur au CNAM, Directeur de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie - rapporteur.

Mr. Bernard TISSIER, Professeur à l'Université Rennes II - Directeur de Thèse.

*Venez, ô mes amis, dans le matin clair, chanter
les voyelles du ruisseau ! Où est notre première
souffrance ? C'est que nous avons hésité à dire...
Elle est née dans les heures où nous avons
entassé en nous des choses tues. Le ruisseau
vous apprendra à parler quand même, malgré
les peines et les souvenirs, il vous apprendra
l'euphorie par l'euphuisme, l'énergie par le
poème. Il vous redira, à chaque instant, quelque
beau mot tout rond qui roule sur des pierres.*

Gaston BACHELARD, 1941.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier vivement Bernard BARRAQUÉ, Chargé de Recherche au C.N.R.S. Il a été à l'origine de cette recherche en me proposant de travailler sur le sujet dans le cadre du D.E.A. Sciences et Techniques de l'Environnement. Il a ensuite encadré et suivi cette thèse avec passion et patience. Je tiens à souligner ici combien j'apprécie les relations de collaboration qu'il sait développer avec ses étudiants.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur Bernard TISSIER, Professeur des Universités, qui a bien voulu accepter d'être mon Directeur de Thèse. Ses conseils judicieux m'ont été essentiels pour progresser dans ce travail.

Le regard sur les anciens *Länder* n'aurait pu avoir la place qu'il tient dans ce travail sans la précieuse collaboration de Mademoiselle Émanuèle FRITSCH, qui a organisé la tournée de terrain en Allemagne, assuré la traduction de documents, aidé à la compréhension parfois difficile d'entretiens au fort contenu technique, et relu une partie de ce rapport. Qu'elle soit chaleureusement remerciée pour son aide.

Il est toujours des compagnons de fortune (et d'infortune) auxquels on tient plus qu'à d'autres. Mesdemoiselles Sophie CAMBON, Édith FLORET-MIGUET ainsi que Madame Annick GALLART rimeront toujours avec amitié. Qu'elles soient ici assurées de ma profonde gratitude pour la gentillesse et la patience dont elles font preuve.

Différentes personnes, dont les préoccupations sont parfois éloignées de l'objet de recherche choisi, ont accepté de relire une partie ou la totalité de ce travail au cours de sa rédaction et, par leurs remarques et questions pertinentes, m'ont permis de progresser. Je tiens à remercier ces personnes qui ont accepté de m'aider : Mesdames Laetitia DABLANC, Geneviève GUINARD, Fabienne MARGAIL, Agnès SANDER et Messieurs Denis BALLAY, Kostas CHATZIS, Gabriel DUPUY et Vaclav STRANSKY.

Je souhaite, par ailleurs, souligner combien j'ai apprécié la gentillesse et l'enthousiasme avec lesquels Mesdames Édith FRUGIER et Claude TU, assurent leur mission de suivi et d'aide aux doctorants de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

Je tiens enfin à saluer mes ami(e)s présents au L.A.T.T.S. et sur le site de Noisy-Le-Grand. En particulier Annie CANEL et Alice PEREIRA, dont l'amitié et la force morale exemplaire m'ont été d'un grand secours lors de baisses, parfois spectaculaires, de mon niveau d'optimisme ainsi que Séraphin KAPROS et Vaclav STRANSKY, avec lesquels j'avoue avoir participé à des quarts d'heure de "petite délinquance post-juvénile" vis-à-vis du "bon goût" et du "bien parler". Ces bons moments ont constitué des soupapes de sécurité d'une efficacité remarquable.

Ce travail est dédié à ma proche famille dont le soutien m'a permis d'opter pour les études longues.

RÉSUMÉ.

Cette thèse a pour objectif de faire progresser la connaissance des mécanismes d'évolution des pratiques en matière d'assainissement. Sa finalité est de répondre à la question suivante : "**Quels sont les impacts des normes sur les choix techniques en matière d'assainissement et d'épuration ?**".

Nous recherchons en quoi les normes mobilisées dans le monde de l'eau arrivent à canaliser les processus de jugements et de choix techniques de façon extrêmement contraignante et peuvent aboutir parfois à des choix inadaptés à certaines conditions locales particulières.

Pour cela, nous retraçons l'histoire des normes écrites avant d'analyser l'évolution du parc technologique d'assainissement. L'ampleur des changements survenus suite à une évolution des normes écrites nous permet de caractériser l'impact de ces dernières sur les choix techniques. En cas d'absence de changement au niveau technique alors que les normes écrites ont évolué, nous recherchons en quoi ce phénomène est lié à l'influence des normes non écrites, indicateurs et "évidences techniques" ayant cours dans le groupe constitué par les acteurs de l'eau.

Nous appliquons cette méthodologie aux trois objets techniques constituant le système technique d'assainissement : les réseaux publics d'assainissement, les stations d'épuration communales et les dispositifs d'assainissement autonome.

A chaque étape de notre recherche, nous enrichissons notre analyse par une comparaison avec la situation dans les *Länder* de l'ex-Allemagne de l'Ouest. Ce pays a été choisi pour sa structure fédérale et l'ancienneté de son savoir-faire en assainissement. Les normes y sont élaborées à un niveau bien plus local qu'en France. L'enjeu de ce point de comparaison est de répondre à la question : par rapport à la situation française, l'organisation fédérale de l'Allemagne a-t-elle entraîné des différences en ce qui concerne l'influence des normes écrites sur les pratiques ?

Le lien entre les normes écrites et les choix techniques est relativement évident et direct en Allemagne. D'une manière générale, il apparaît que l'application très stricte des normes relatives à l'assainissement et à l'épuration est intimement liée à la structure de l'État fédéral allemand. Les administrations couvrent une circonscription de faible superficie, elles détiennent, du fait de la structure de l'État, un pouvoir de contrôle très fort. Le contrôle des infrastructures d'assainissement est toujours effectué non seulement *a priori*, mais aussi *a posteriori*. Ainsi, une technique, bien que réputée excellente sur le papier mais ne pouvant convenir **pratiquement** à certaines situations locales ne peut passer au travers des mailles de ce système de contrôle. *A contrario*, l'État centralisé "à la française" est caractérisé par la faiblesse des moyens des administrations pour le contrôle *a posteriori* des infrastructures. Cela n'a pas permis aux normes écrites françaises d'avoir la même influence sur les choix techniques que celles produites en Allemagne. Ce constat n'est cependant validé que sur les législations et les réglementations nationales, l'influence des textes européens n'étant pas plus forte en Allemagne qu'en France. On ne peut donc pas généraliser et affirmer, dans l'absolu, que les normes écrites seront obligatoirement mieux appliquées dans l'État fédéral allemand que dans l'État centralisé français.

La faiblesse des normes écrites françaises a été compensée par l'action des Agences de l'Eau. Le taux de collecte et le taux de dépollution, créés à l'origine pour calculer la redevance assainissement collectée par ces organismes, sont devenus des indicateurs servant à décrire une réalité physique, bien qu'ils soient en réalité des agrégats d'estimations, affectées de coefficients à vocation fiscale, qui, de plus, ignorent l'apport des dispositifs d'assainissement autonome. Ils ont acquis la force d'une norme non écrite à laquelle se réfère la majorité des acteurs de l'eau pour affirmer que la France est en retard en matière d'équipement et qu'une augmentation significative du parc de réseaux et de stations est nécessaire.

Par ailleurs en France comme en Allemagne, existent des normes non écrites, des "évidences techniques" qui, loin d'être nécessairement des lois techniques scientifiquement

validées, sont, en fait, des usages en vigueur dans le groupe constitué par les différents acteurs de l'eau. Elles favorisent la solution "réseau + station" quelle que soit la sensibilité du milieu et la densité de l'habitat.

Cette thèse, après avoir permis de tirer certaines conclusions relatives aux normes et pratiques, débouche sur de nouvelles questions de recherche relatives au génie de l'environnement et à la formation des techniciens de l'environnement.

MOTS CLEFS : environnement, normes, choix techniques, indicateurs, réseaux d'assainissement, stations d'épuration, assainissement autonome, comparaison France-Allemagne.

ABRÉVIATIONS UTILISÉES / USED ABBREVIATIONS.

BA = BOUES-ACT : boues activées, activated sludge

AP : aération prolongée, extended aeration

MC : moyenne charge, average load

FC : forte charge, heavy load

fC : faible charge, extended aeration

CHEN D'OX: chenal d'oxydation, oxidation ditch

BC : bassins combinés, sequencing batch reactors

STAB : stabilisation des boues, sludge equalization

TP = MECH : traitement primaire constitué, en général, d'un décanteur primaire (Dp) et d'un digesteur de boues (Dg), primary treatment : generally a settling basin (Dp) plus a sludge digestion tank (Dg).

DB = DISQ-BIO : disques biologiques, rotating biological contactors

LB = LITS BACT : lits bactériens, trickling filters

LAG : lagune, lagoon

LA = LAG Aé : lagune aérée, aerated lagoon

LN = LAG NAT : lagune naturelle, natural lagoon

PC = PHY-CHI : physico-chimique, physico-chemical treatment

CHIM : chimique, chemical treatment

DIV : divers, miscellaneous

NITR-DENITR : nitrification dénitrification, nitrification denitrification

LB + BA = MIXTE : lits bactériens + boues activées, trickling filters + activated sludge

INCON : inconnu, unknown

R-M-C : Rhône-Méditerranée-Corse

INTRODUCTION GÉNÉRALE

- Une nécessaire analyse de l'impact des normes sur les choix techniques.

La gestion et la protection de l'environnement sont justifiées par une logique patrimoniale. L'environnement est considéré comme un bien que la génération actuelle se doit de transmettre sans dégradation irréversible aux générations futures.

Dans cette logique, la gestion du cycle de l'eau occupe une place de choix. C'est sur cet élément vital que se cristallise la majorité des débats relatifs aux ressources naturelles. L'actuelle controverse sur la nécessité ou non d'un doublement du prix de l'eau en offre un bel exemple.

La gestion du cycle de l'eau nécessite l'emploi de techniques spécifiques telles que barrages-réservoirs, usines de production et réseaux d'eau potable, systèmes d'assainissement... C'est ce dernier objet technique que nous avons choisi pour mener notre recherche.

Il est possible de discerner trois grandes phases dans l'histoire des équipements en assainissement. Après une première phase d'équipement massif en réseaux d'assainissement, qui atteint son apogée dans l'immédiat après-guerre, se déroule une seconde phase caractérisée par la construction massive de stations d'épuration communales. Les services de l'État, les ensembleurs et les services techniques municipaux cherchaient alors à réaliser des infrastructures dont le fonctionnement ne devait souffrir que d'une seule crise dont le risque était jugé acceptable : la pluie décennale.

La complexité des mécanismes entrant en jeu dans la gestion de l'eau a fait que cette pratique, axée sur une réponse unique : le réseau physique, a atteint certaines limites engendrant une troisième phase. En effet, l'urbanisation non maîtrisée, l'imperméabilisation des sols, la vétusté de certaines installations, ont engendré de sérieux dysfonctionnements des réseaux d'assainissement dans différentes villes. Par ailleurs, son coût prohibitif rend impossible le raccordement au réseau d'assainissement de certaines habitations situées en périphérie lointaine. Enfin, l'utilisation de stations d'épuration trop complexes pour être entretenues correctement par de petites collectivités locales aux faibles moyens financiers, techniques et en personnels compétents, a conduit à des déboires préjudiciables pour l'environnement, les dysfonctionnements engendrés par le manque d'entretien étant cause de rejets polluants.

Cette nouvelle phase n'est plus caractérisée par la seule focalisation sur l'équipement. En effet, suite au constat des limites évoquées ci-dessus, trois changements notables sont survenus au niveau des pratiques. Le premier réside dans la remise en cause de l'évacuation immédiate de toutes les eaux pluviales. L'option stockage et contrôle des eaux pluviales a été mise à l'ordre du jour par la construction de plus de 3 000 bassins de retenue¹ et plus récemment par la recherche de techniques alternatives à la collecte en réseau souterrain. Par ailleurs, on cherche à optimiser le fonctionnement du réseau à l'aide de systèmes de conduite immédiate faisant appel à la télégestion. La deuxième évolution, qui a débuté dans la seconde moitié des années 1970, est la réhabilitation de techniques d'épuration rustiques mais adaptées aux petites collectivités locales. Ce changement fait suite aux difficultés rencontrées par les communes rurales équipées de stations dont la conduite est complexe. Le dernier changement réside dans le regain d'intérêt pour l'assainissement autonome. Ce phénomène s'est manifesté à travers l'émergence de nouveaux textes qui offrent à cette technique une place à part entière. Le dernier texte en date est la loi du 3 janvier 1992 qui donne la possibilité aux collectivités locales de contrôler, et éventuellement, de gérer les installations individuelles.

Il s'agit d'évolution et non de révolution. *"Si l'on parle d'assainissement individuel ou d'assainissement autonome à partir de 1966 ce n'est pas soit remis en cause une organisation collective publique en réseau du service d'assainissement. Ce qui est évoqué, testé - et des expériences récentes comme celle d'Amfreville-la-Campagne le montrent parfaitement - c'est toujours une organisation collective publique en réseau du service d'assainissement. Simplement, on renonce à la mise en œuvre de flux hydrauliques pour l'évacuation, au profit d'autres dispositifs répartis localement à*

¹ d'après dépouillement des Communosopes, contenant les résultats bruts pour chaque département de l'inventaire communal de 1988.

proximité des sources de déchets, mais faisant toujours l'objet d'un contrôle public organisé, allant éventuellement jusqu'à la maintenance des installations privées. Le réseau d'égouts est remplacé par un réseau de réparation et d'inspection" (Dupuy G., 1983).

Cependant, s'il y a bien eu changement de pratiques de la part des acteurs, il est indéniable, comme nous le verrons plus en détail, qu'une certaine focalisation sur les travaux de génie civil et qu'une certaine réticence face aux techniques alternatives soient toujours de mise.

Différentes analyses, souvent très critiques envers les professionnels de l'eau, ont été mises en avant pour expliquer cette situation. On peut ainsi noter quatre grands types de mises en cause de l'organisation des acteurs de l'eau français :

1°) Certaines explications mettent en avant l'existence de deux grands groupes de l'eau qui se partagent la presque totalité du marché français. Cette structure de l'industrie française de l'eau empêcherait, selon cette analyse, l'existence d'une réelle concurrence et les deux groupes auraient ainsi le pouvoir de freiner, voire de bloquer, la diffusion de techniques rustiques non génératrices de bénéfices. De plus, leur intérêt serait de vendre la technique la plus sophistiquée possible pour que seuls les techniciens des compagnies privées, en général mieux formés que le personnel municipal, puissent maîtriser l'installation. Une telle stratégie pousserait les municipalités à abandonner le système de régie directe pour concéder le service assainissement.

2°) D'autres analyses mettent l'accent sur les ingénieurs et techniciens de l'État qui travaillent dans les Directions Départementales de l'Équipement et Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt. Ce sont ces acteurs qui, le plus souvent, assurent la maîtrise d'oeuvre des ouvrages publics d'assainissement. Ils sont formés principalement aux techniques de génie civil où ils excellent. De par leur formation, ils seraient donc plus enclins à privilégier les techniques les plus génératrices de génie civil. De plus, l'impact des décisions de ces ingénieurs et techniciens est d'autant plus fort qu'il n'existe pas en France de contre-expertise indépendante.

3°) Un troisième type d'explications met en avant le système de rémunération de la maîtrise d'oeuvre des ouvrages publics que celle-ci soit assurée par un bureau d'études privé ou par un service déconcentré de l'État¹ (une D.D.E. ou une D.D.A.F.). La rémunération étant proportionnelle au montant des travaux et à la complexité de la conception, les maîtres d'oeuvre ont intérêt à privilégier les techniques les plus complexes et les plus génératrices de génie civil. Par ailleurs, la D.D.E. et la D.D.A.F. assurent la police des eaux respectivement sur les cours d'eau domaniaux et sur les cours d'eau non domaniaux ; elles possèdent donc un outil juridique leur permettant d'inciter les communes à se doter d'installations de dépollution. Elles sont ainsi dans une situation de juge et partie.

4°) Enfin le dernier grand type d'analyse met l'accent sur le comportement de certains élus qui, pour des raisons d'image de marque, rejettent le recours à des techniques rustiques qui ne bénéficient pas d'une aura de modernisme.

Ces quatre types d'explication sont présents sous une forme plus modérée et nuancée dans l'ouvrage de Daniel Faudry sur "L'évolution des techniques de l'eau dans la ville" (Faudry D., 1985), ainsi que dans mon mémoire de D.E.A. en Sciences et Techniques de l'Environnement sur "Les innovations technologiques en matière de stations d'épuration" (Berland J.M 1990). Elles ont, selon toute vraisemblance, toutes une part de vérité. Cependant, un reproche peut leur être fait : elles "pointent du doigt" certains acteurs de l'eau et les "mettent en accusation" sans pour autant mettre en évidence, ni analyser, les mécanismes plus profonds qui régissent la gestion de l'eau et qui peuvent avoir un impact réel et déterminant sur les choix techniques. C'est pourquoi cette thèse, qui se rattache à la sociologie de l'innovation, a pour objectif de faire progresser la connaissance des mécanismes d'évolution des pratiques en matière d'assainissement. Sa finalité est de répondre à la question suivante : "Quels sont les impacts des normes sur les choix techniques en matière d'assainissement et d'épuration ?".

Nous posons, en effet, comme hypothèse préalable que les normes constituent **un des facteurs** qui a une influence déterminante sur l'évolution, ou la non évolution, des pratiques. Il ne s'agit pas, ici, de négliger les autres paramètres pouvant influencer sur les pratiques, mais d'isoler autant que possible un des éléments pour en analyser l'importance. Cependant, nous serons amenés à décrire les autres facteurs (économiques, politiques...) pour évaluer l'importance relative des normes par rapport à ces paramètres.

Par normes, nous entendons en premier lieu les normes écrites, c'est-à-dire les données de référence résultant d'un choix collectif raisonné, en vue de servir de base d'entente pour la solution de problèmes répétitifs. En ce qui concerne les domaines de l'assainissement et de l'épuration, ce sont les

¹ Dans ce dernier cas, la commune verse des honoraires au Directeur Départemental de l'Équipement ou de l'Agriculture. Ces honoraires sont ensuite répartis entre les différents fonctionnaires de la Direction Départementale sous forme de primes appelées aussi "rémunérations accessoires".

textes de lois, les décrets, les arrêtés, les circulaires et instructions techniques... édictés sous l'impulsion, en général, des administrations de la santé publique, de l'équipement, de l'agriculture et, plus récemment, de l'environnement. Cependant, nous ne nous limiterons pas aux seules normes écrites et nous analyserons aussi l'influence des normes non écrites, à savoir les règles et critères régissant la conduite des acteurs intervenant dans les choix techniques. Nous nous focaliserons en particulier sur les indicateurs utilisés (taux de raccordement, taux de collecte, taux de dépollution...) et sur les "évidences techniques qui s'imposent" aux protagonistes. Ces dernières, loin d'être nécessairement des lois techniques scientifiquement validées, sont, en fait, des usages en vigueur dans le groupe constitué par les différents acteurs de l'eau.

Nous rechercherons donc en quoi les normes mobilisées dans le monde de l'eau arrivent à canaliser les processus de jugement et de choix techniques de façon extrêmement contraignante et peuvent aboutir parfois à des choix inadaptés à certaines conditions locales particulières.

- Organisation de la recherche.

Nous allons, dans un premier temps, retracer l'histoire des normes écrites. Ensuite nous analyserons l'évolution du parc technologique d'assainissement en recherchant les liens entre l'évolution des normes et les changements survenus au niveau de la morphologie de ce parc. Ainsi, l'ampleur des changements survenus suite à une évolution des normes écrites nous permettra de caractériser l'impact de ces dernières sur les choix techniques. En cas d'absence de changement au niveau technique alors que les normes écrites ont évolué, nous rechercherons en quoi ce phénomène est lié à l'influence des normes non écrites, indicateurs et "évidences techniques" ayant cours dans le groupe constitué par les acteurs de l'eau.

Nous appliquerons cette méthodologie aux trois objets techniques constituant le système technique d'assainissement : les réseaux publics d'assainissement, les stations d'épuration communales et les dispositifs d'assainissement autonome.

A chaque étape de notre recherche, nous enrichirons notre analyse par une comparaison avec la situation dans les *Länder* de l'ex-Allemagne de l'Ouest. Ce pays a été choisi pour sa structure fédérale et l'ancienneté de son savoir-faire en assainissement. L'Allemagne offre de bonnes conditions pour une telle comparaison car il s'agit d'un pays très proche de la France en ce qui concerne le développement économique et technique. La différence par rapport à la France réside avant tout dans l'organisation des institutions qui, au contraire de la France, est fédérale. Les normes y sont élaborées à un niveau bien plus local qu'en France. L'enjeu de ce point de comparaison est de permettre d'apporter des éléments de réponse à la question : par rapport à la situation française, l'organisation fédérale de l'Allemagne a-t-elle entraîné des différences en ce qui concerne l'influence des normes écrites sur les pratiques ?

Nous n'étudierons pas la situation des nouveaux *Länder*. En effet, l'ex-République Démocratique d'Allemagne a mené une politique de l'eau toute autre que celle de l'ex-République Fédérale d'Allemagne. Fondée sur le centralisme, cette gestion a été abolie après la réunification pour être remplacée par un système calqué strictement sur le modèle de la R.F.A. avant la réunification. Étudier l'ex-R.D.A. équivaldrait, en fait, à analyser un troisième pays. Par ailleurs, les données ne sont pas encore complètement disponibles.

- Bibliographie et techniques d'enquête utilisées.

Notre recherche bibliographique s'est orientée vers :

- différents ouvrages d'histoire des techniques axés sur les services techniques urbains,
- des ouvrages techniques sur l'assainissement,
- les textes de lois, textes réglementaires et para-réglementaires français et allemands,
- des ouvrages d'évaluation des politiques publiques appliquées au service urbain,
- des analyses comparatives France-Allemagne axées sur l'évaluation des politiques publiques.

En dehors de cette recherche bibliographique, la méthodologie repose d'une part sur l'analyse de listings fournis par les six Agences de l'Eau françaises et par Abwassertechnische Vereinigung eV (A.T.V.) ainsi que sur l'exploitation de questionnaires (cf. Annexes 1 à 8) concernant l'assainissement et

l'épuration envoyés à différents professionnels et élus français et allemands.

L'analyse des fichiers.

Les statistiques relatives aux stations d'épuration ont été obtenues grâce au traitement des fichiers des Agences de l'Eau comportant divers renseignements techniques sur chaque station d'épuration d'un bassin couvert par une Agence.

Les fichiers des agences contiennent les renseignements suivants :

- commune "propriétaire" de la station,
- date de mise en service (sauf pour le bassin Seine-Normandie),
- la technique employée,
- le maître d'ouvrage,
- le maître d'oeuvre,
- la capacité nominale exprimée en équivalent-habitant.

Nous avons procédé à un comptage du nombre de stations communales en fonction de la filière technique choisie, de la date de mise en service indiquée par le catalogue et de la tranche de capacité nominale. Les différentes tranches de capacité choisies sont les suivantes :

- de 0 à 250 équivalents-habitants,
- de 251 à 500 équivalents-habitants,
- de 501 à 1.000 équivalents-habitants,
- de 1.001 à 2.500 équivalents-habitants,
- de 2.501 à 5.000 équivalents-habitants,
- de 5.001 à 10.000 équivalents-habitants,
- de 10.001 à 20.000 équivalents-habitants,
- plus de 20.000 équivalents-habitants.

Nous avons ainsi établi une série de courbes (cf. Annexes 14 et 15) et de cartes (cf. Annexe 16). Celles-ci ne sont valables que pour une date donnée; il s'agit, en quelque sorte, de "photographies" de parcs prises un peu avant la parution des *listings* en question.

Avant toute analyse des courbes et des chiffres obtenus, il convient d'apporter quelques précisions concernant la méthode utilisée pour les obtenir et de s'interroger sur la représentativité du parc ainsi recensé.

Les limites.

A l'exception du bassin Seine-Normandie, les courbes ont été construites à l'aide d'un seul état du parc datant de début 1989. Pour ces bassins, nous ne disposons donc, en réalité, que d'une évolution des filières d'épuration choisies en fonction de leur âge pour un parc donné et à une date donnée. Il ne s'agit en aucun cas d'une représentation rigoureusement fidèle de l'évolution des filières et du parc. Afin de parvenir à un tel résultat, il serait nécessaire de disposer de "photographies" (des états exacts) du parc de stations d'épuration prises à intervalles réguliers. Ces données n'ont hélas pas été rassemblées de manière régulière par d'autres organismes que les S.A.T.E.S.E¹ ; rassembler les rapports d'activités de ces services départementaux pour chaque année et les dépouiller sont des tâches que nous n'avons pas pu réaliser en raison de contraintes de temps.

Le principal inconvénient de la méthode est de ne pas montrer le niveau maximum, en nombre d'unités, atteint par une filière de durée de vie courte. Par cette démarche, le niveau maximum d'une filière est atteint à la date de collecte des données.

¹ Services départementaux d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Épuration.

* L'exemple des lits bactériens.

On perçoit mieux l'importance de la limite évoquée ci-dessus en examinant le cas du bassin Seine-Normandie. L'historique des techniques employées dans ce bassin a été réalisé à l'aide de trois catalogues datés respectivement de 1981, 1986, 1989 (cf. annexes 14 et 15). Grâce à ces "photographies", nous disposons de l'état exact du parc pour les stations communales au premier janvier de ces trois années. Les points précédant 1981 sont obtenus grâce aux années de mises en service données par le catalogue de 1981.

Un phénomène spectaculaire concernant les lits bactériens est visible sur cette courbe. Cette filière a compté 110 unités fin 1980, elle chute à 67 unités fin 1986 et à 50 unités début 1989, ces stations étant, le plus généralement, cassées au profit de boues activées.

Si nous nous étions fondés sur les années de mise en service données par un catalogue édité début 1989, comme nous avons été obligé de le faire pour les autres bassins, nous n'aurions pas vu ce chiffre dépasser les cinquante unités.

Il nous faut donc rester prudent quant à la précision de ces courbes. Il est nécessaire de bien garder à l'esprit que la méthodologie appliquée a pour conséquence une sous-estimation de la pénétration d'une filière si celle-ci a été abandonnée par la suite au profit d'une autre filière.

Ces courbes restent néanmoins un bon indicateur des dates de début de pénétration pour les filières et sont très fiables pour celles qui, ayant réalisé une percée récemment, n'ont pas remplacé une filière plus ancienne. C'est le cas, par exemple, des lagunes.

Autre limite de ces courbes : le total des filières est légèrement supérieur au nombre réel de stations communales. Deux filières peuvent, en effet, cohabiter dans une même station. Ces cas sont cependant relativement rares contrairement à la situation observée aux U.S.A. (Barraqué B. et Touzé N., 1990.)

* Rhône-Méditerranée-Corse : des données moins précises.

Le listing utilisé pour le bassin Rhône-Méditerranée-Corse ne permet pas de différencier les boues activées-aération prolongée des fortes charges et moyennes charges. De plus, les disques biologiques sont considérés comme faisant partie de la filière lits bactériens/cultures fixées. Nous disposons donc de données plus difficilement exploitables pour ce bassin.

La démarche d'enquête

* Les acteurs contactés.

Nous avons choisi de nous adresser à différents acteurs qui de par leur fonction occupent une place prépondérante lorsque s'opèrent les choix techniques en matière d'assainissement. Nous avons adopté cette démarche d'enquête dans un double but : premièrement, collecter des données physiques et factuelles (pourcentage de la population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome, longueur des conduites unitaires, d'eaux pluviales ou d'eaux usées...); deuxièmement rechercher les principales "évidences techniques qui s'imposent" aux différents acteurs. Des questionnaires ont donc été adressés (cf. Annexes 1 à 8) aux ingénieurs en charge du dossier assainissement au niveau de différents services départementaux, des services techniques des communes importantes (plus de 10.000 habitants) ainsi qu'aux élus des communes rurales¹ pour les raisons suivantes :

- les Services de l'Hygiène du Milieu des Directions Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales (D.D.A.S.S) ont été, avant les lois de décentralisation, chargés de la gestion de tous les dossiers de demande d'autorisation d'installation de dispositif d'assainissement autonome. La plupart des D.D.A.S.S. ont poursuivi une action de contrôle. Elles sont toujours chargées du contrôle des rejets ;

¹ Notre définition de la commune rurale n'est pas la définition officielle. Il s'agit des communes de moins de 10.000 habitants. Néanmoins l'essentiel de notre échantillon est constitué de collectivités de moins de 2.000 habitants.

- les Services Assainissement des Directions Départementales de l'Équipement (D.D.E.) sont généralement les maîtres d'oeuvre des travaux liés aux réseaux d'assainissement et aux stations d'épuration communales en milieu urbain ;
- les Services des Équipements et Aménagements Ruraux des Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt (D.D.A.F.) sont les homologues des D.D.E. pour les milieux ruraux ;
- les Conseils Départementaux d'Hygiène (C.D.H.) sont des organismes consultatifs constitués d'experts locaux (médecins, techniciens, représentants de l'État, élus). Leur "secrétariat" est assuré, en général, par les Services de l'Hygiène du Milieu des D.D.A.S.S. Ils sont obligatoirement saisis pour tout projet concernant l'assainissement d'une commune. Avant les lois de décentralisation et la montée en puissance des Agences de l'Eau, un avis défavorable de ce conseil entraînait très souvent un refus des subventions de l'État. Ces organismes, bien qu'ayant perdu beaucoup de pouvoirs, sont encore très influents ;
- les Services d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Épuration observent le fonctionnement des installations communales et industrielles de traitements des eaux usées et aident à leur gestion ;
- les communes, enfin, ont la responsabilité de l'assainissement et l'hygiène sur leur territoire. En raison de la faiblesse des services techniques au niveau des communes rurales, nous avons contacté les élus chargés de l'environnement et non les techniciens.

Un questionnaire a été envoyé à chaque ingénieur chargé de l'assainissement des 96¹ services métropolitains. Les adresses des ingénieurs des 640 communes de plus de 10 000 habitants sont celles contenues dans l'annuaire des Ingénieurs des Villes de France². Les questionnaires ont été adressés au Directeur des Services Techniques ou au Chef du Service Assainissement si ce dernier existe. Les adresses des élus des communes rurales ont, quant à elles, été choisies au hasard dans un *Botin des communes*. Toutefois tous les départements (sauf Paris et les départements de la petite couronne) ont été couverts.

Enfin, un questionnaire a été envoyé à certains professionnels de l'eau allemands et un déplacement sur le terrain a été effectué.

Les questions posées varient selon la compétence de l'acteur. Les enquêtes sont axées sur :

- l'assainissement autonome pour les techniciens des D.D.A.S.S.,
- l'assainissement des petites collectivités territoriales pour les techniciens des D.D.A.F.,
- l'assainissement des milieux urbains pour les techniciens des D.D.E.,
- les questionnaires adressés aux techniciens appartenant aux services techniques des villes, aux Conseils Départementaux d'Hygiène et aux S.A.T.E.S.E. sont beaucoup plus étoffés et comportent diverses questions concernant les réseaux, les stations et les dispositifs d'assainissement autonome.

Un seul et même questionnaire très fourni a été envoyé aux différents acteurs de l'eau allemands. Devant la faiblesse du taux de réponse, nous avons reformulé notre questionnaire et réalisé une deuxième enquête axée sur les services d'assainissement des villes. Par ailleurs, nous avons envoyé un second questionnaire aux ingénieurs des D.D.E et des D.D.A.F., les premières versions présentant certaines lacunes. Mis à part les communes de moins de 10.000 habitants et les acteurs allemands lors de la deuxième enquête, nous avons relancé une fois les acteurs qui ont tardé à répondre.

Un taux de réponse satisfaisant.

Cette enquête a rencontré un certains succès, comme l'indique le tableau ci-dessous puisque, en moyenne, près de 27,7% des personnes contactées ont retourné un questionnaire exploitable.

¹ Dans le cas de Paris les services de la Préfecture de Police de Paris ont été contactés et non pas la D.D.A.S.S.

² Annuaire des Ingénieurs des Villes de France, A.I.V.F., Paris, 1991, 512 pages.

Tableau 1 : Retours des questionnaires

Organisme d'appartenance des acteurs contactés	Nombre d'organismes contactés	Date du premier envoi	Date de la relance	Nb de retours (% par rapport au Nb d'organismes contactés)	Nb de retours exploitables (% par rapport au Nb d'organismes contactés)	% de retours inexploitable (Nb de retours inexploitable/Nb de retours)
D.D.A.S.S.	96	07/06/91	04/09/91	75 (78,1%)	73 (76%)	2 (2,7%)
D.D.A.F.	96	19/06/91	04/09/91	70 (72,9%)	66 (68,75%)	4 (5,7%)
D.D.E.	96	19/06/91	04/09/91	65 (67,7%)	63 (65,6%)	2 (3,1%)
S.A.T.E.S.E.	96	17/09/91	20/11/91	81 (84,4%)	81 (84,4%)	0
Communes de + de 10 000 hab.	640	14/01/92	24/03/92	307 (48%)	258 (40,3%)	49 (16%)
Communes rurales	1.150	10/03/92	Pas de relance	215 (18,7%)	163 (14,2%)	52 (24,2%)
C.D.H. <i>Membres C.D.H.</i>	96 dépt	06/01/92	06/04/92	37 dépt (38,5%) 48	31 dépt (32,3%) 42	6 (16,2%)
Professionnels de l'eau allemands	556	15/12/92	20/05/92	112 (20,1%)	72 (12,9%)	40 (35,7%)
D.D.A.F. (2eme enquête)	96	04/03/92	05/05/92	78 (81,25%)	75 (78,1%)	3 (3,8)
Communes de + de 10 000 hab. (2eme enquête)	640	30/10/92	11/01/93	248 (38,75%)	157 (24,5%)	91 (36,7%)
Professionnels de l'eau allemands (2eme enquête)	256	5/04/93	Pas de relance	27 (10,5%)	19 (7,4%)	8 (29,6)

Ce sont les ingénieurs et techniciens des services départementaux qui ont le mieux répondu aux questionnaires. Ce sont eux qui, il est vrai, ont reçu les questionnaires les plus courts. L'enquête menée auprès des élus des communes rurales comme la deuxième enquête menée auprès des professionnels de l'eau allemands présente un faible taux de réponse, mais elles n'ont pas fait l'objet d'une relance.

Le taux de réponse le plus décevant est, en fait, celui des Conseils Départementaux d'Hygiène. Il est lié à plusieurs facteurs. Premièrement, cet organisme ne fonctionne pas en permanence, ce qui signifie une moins grande disponibilité de ses membres pour répondre à un questionnaire par ailleurs très long. De plus le "secrétariat" de ces organismes est assuré, en général, par les Ingénieurs Sanitaires Départementaux au niveau desquels nous avons pu constater une pratique de rétention de l'information. En effet, seulement deux ingénieurs de D.D.A.S.S. ont distribué le questionnaire aux membres du Conseil de leur département. Dans les autres cas, ce sont les ingénieurs eux même qui les ont rempli. Trois ingénieurs sanitaires départementaux ont téléphoné pour "souligner l'inutilité de cette démarche", les membres des Conseils étant selon eux de "piètres techniciens"¹. Les ingénieurs sanitaires départementaux détiennent donc un pouvoir sur le fonctionnement des Conseils leur permettant de constituer un obstacle sérieux à l'enquête. Par ailleurs, les ingénieurs sanitaires avaient déjà rempli le questionnaire relatif à l'assainissement autonome; beaucoup ont alors jugé que le questionnaire adressé aux C.D.H. faisait double emploi et qu'il n'était pas nécessaire d'y répondre.

Certains techniciens communaux de France métropolitaine et certains professionnels allemands ont retourné un courrier ou un questionnaire non rempli en exposant les motifs de leur non réponse. Ceci permet de dresser un inventaire des différents facteurs induisant une absence de réponse.

¹ "Ils ne savent même pas ce qu'est une boue activée" a ironisé l'un d'eux. Ce que démentent les réponses des membres des C.D.H. des deux départements où le questionnaire a été distribué.

Tableau 2 : Causes des absences de réponse.

Motifs	Nb de techniciens des communes rurales qui n'ont pas répondu pour ces motifs	Nb de techniciens des communes de + de 10 000 hab qui n'ont pas répondu pour ces motifs	Nb de professionnels allemands qui n'ont pas répondu pour ces motifs
L'assainissement étant en affermage les acteurs jugent que c'est à la société fermière de répondre à ce questionnaire.	4	10	/
Les acteurs jugent que c'est à la Communauté Urbaine dont ils font partie de répondre à ce questionnaire.	1	28	/
Les acteurs jugent que c'est au Syndicat Intercommunal dont ils font partie de répondre à ce questionnaire.	6	36	/
Les acteurs jugent que c'est au District Urbain dont ils font partie de répondre.	3	14	/
Incompréhension des termes techniques.	6	2	
Manque de temps pour collecter les données.	/	10	/
La totalité de la commune est desservie par des dispositifs d'assainissement autonome.	17	0	/
Les questions d'assainissement ne sont pas traitées par la mairie.	12	0	/
La ville contactée juge que c'est à l'administration du <i>Land</i> de répondre.	/	/	27
L'acteur ne dispose pas de données.	/	25	10
L'acteur appartenant au privé juge que c'est à l'administration de répondre.	/	/	6
Le ministère du Land contacté juge que c'est à un autre ministère de répondre.	/	/	5

On voit, à la lecture de ce tableau, un effet de l'intercommunalité. 88 techniciens n'ont pas répondu jugeant que c'est à l'organisme intercommunal dont leur commune fait partie de répondre. L'intercommunalité ne présente-t-elle pas alors le risque d'affaiblir la capacité d'expertise de la part des ingénieurs des services de la mairie ?

Un phénomène similaire de déresponsabilisation existe aussi en Allemagne puisque 27 "techniciens municipaux" n'ont pas répondu jugeant que c'est au *Land* de le faire.

On notera enfin que 17 élus et techniciens de communes rurales ont jugé ne pas être concernés par le questionnaire, le territoire de leur commune étant entièrement desservi par l'assainissement autonome. On ne peut que le regretter car cette voie alternative est l'une des grandes préoccupations de cette enquête. 21 techniciens ou élus de communes entièrement desservies par l'assainissement autonome ont, par ailleurs, répondu au questionnaire.

Malgré ces quelques difficultés, les communes auxquelles appartiennent les techniciens et élus qui ont répondu représentent un échantillon relativement satisfaisant comme le montrent les tableaux ci-dessous.

Tableau 3 : Échantillon de communes de moins de 10.000 habitants auxquelles appartiennent les techniciens et élus qui ont répondu.

Strate démographique	Nb de communes appartenant à la métropole	Nb de communes qui ont retourné un questionnaire exploitable
0 à 699	25.249 (70,7%)	84 (51,5%)
700 à 1999	6.908 (19,3%)	50 (30,7%)
2.000 à 4.999	2.655 (7,4%)	24 (14,7%)
5.000 à 9.999	898 (2,5%)	5 (3,1%)
Total	3.5710 (100%)	163 (100%)

Tableau 4 : Échantillon de communes de plus de 10 000 habitants auxquelles appartiennent les techniciens et élus qui ont répondu lors du premier questionnaire.

Strate démographique	Nb de communes appartenant à la métropole	Nb de communes qui ont retourné un questionnaire exploitable
10.000 à 19.999	445 (53%)	101 (39,1%)
20.000 à 49.999	293 (34,9%)	92 (35,7%)
50.000 à 99.999	67 (8%)	42 (16,3%)
100.000 à 299.999	31 (3,7%)	20 (7,8%)
+ de 300.000	5 (0,6%)	3 (1,2%)
Total	839 (100%)	258 (100%)

Tableau 5 : Échantillon de communes de plus de 10.000 habitants auxquelles appartiennent les techniciens et élus qui ont répondu lors du second questionnaire.

Strate démographique	Nb de communes appartenant à la métropole	Nb de communes qui ont retourné un questionnaire exploitable
10.000 à 19.999	445 (53%)	57 (36,3%)
20.000 à 49.999	293 (34,9%)	56 (35,7%)
50.000 à 99.999	67 (8%)	23 (14,6%)
100.000 à 299.999	31 (3,7%)	19 (12,1%)
+ de 300.000	5 (0,6%)	2 (1,3%)
Total	839 (100%)	157 (100%)

On peut, certes, regretter le fait que seulement 163 communes de moins de 10.000 habitants aient retourné un questionnaire dûment complété. Cela ne représente que 0,46% des communes de cette taille. L'investissement nécessaire, en temps et en moyens, pour les obtenir a cependant été important puisque 11.500 communes ont été contactées. Chercher à obtenir un échantillon significativement plus élevé (plus de 1.000 communes) aurait nécessité des moyens dont nous ne pouvions disposer.

Hormis cette remarque, nous pouvons juger que nos enquêtes ont été bien accueillies et ont suscité l'intérêt des différents acteurs. Elles vont constituer une des références pour nos argumentations futures.

CHAPITRE 1 : LES INSTITUTIONS ET LEURS RÔLES.

SCHEMA 1 : INSTITUTIONS DE L'EAU EN FRANCE

Niveau national : Etat Central

Comité interministériel pour l'environnement.

définition, coordination et animation de la politique du gouvernement en matière d'amélioration de la qualité de l'environnement, examen des questions nécessitant une coordination interministérielle en matière d'eau, présidé par le premier ministre, il comprend 24 ministres, la direction chargée de la qualité de la vie du ministère de l'environnement prépare les décisions de ce comité et veille à leur exécution.

Mission interministérielle de l'eau.

examine les programmes d'équipement, la répartition des ressources et des moyens des différents ministères intéressés par la gestion de l'eau, examine tous les projets de loi, décret, arrêté, instructions et circulaires portant sur les problèmes de l'eau, examine de même les projets d'instruction, adressés par le ministre de l'environnement aux organismes de coordination et aux agences de l'eau, composée de représentants des différents ministères exerçant des responsabilités en matière d'eau, secrétariat assuré par la direction de l'eau du ministère de l'environnement.

Institut Français de l'Environnement.

établissement public à caractère administratif sous tutelle du ministère de l'environnement, assure et coordonne la collecte et le traitement des données relatives à l'environnement.

Ministère de l'environnement.

gestion et police des eaux, travail de réglementation, coordination des actions des « ministères, tutelle des agences de l'eau et de l'EFEN.

Ministère de l'industrie.

usage du BCRH, contrôle de la pollution de la qualité des eaux par les secteurs industriels.

Ministère de l'intérieur.

attribution des subventions ou desifications d'usages du Fonds national d'aménagement foncier et d'équipement (F.N.A.E.), action en cas de pollution accidentelle de grande ampleur => application du plan ORSEC et plan POLMAR (Protection Civile).

Ministère de l'agriculture.

préparation et mise en œuvre de la politique d'aménagement relative à l'irrigation, la distribution d'eau potable, et l'assainissement en milieu rural, tutelle du CEMAGREF.

Ministère de la défense.

contrôle des infractions commises en mer en matière de pollution (marine nationale), participation au plan POLMAR.

Ministère de la santé.

préparation et mise en œuvre de la politique relative à l'hygiène publique, suivi et contrôle de la qualité de l'eau potable.

Ministère de l'équipement.

préparation et mise en œuvre de la politique de la réglementation relative aux infrastructures d'assainissement et de distribution d'eau potable, dans une optique de régulation de l'occupation des sols, de l'habitat et de la construction.

Niveau national : organismes consultatifs

Haut comité de l'environnement.

dégage des orientations pour la politique de l'environnement, propose au Gouvernement des études et actions à mener pour lutter contre la pollution des eaux, secrétariat assuré par la direction chargée de la qualité de la vie du ministère de l'environnement.

Comité national de l'eau.

sauf de toutes questions sur lesquelles le ministre de l'environnement doit donner son avis en application de la loi de 1964, secrétariat assuré par la direction de l'eau du ministère de l'environnement.

Conseil supérieur de la pêche.

centralisation des avis pisciculteurs et redistribution du produit, donne avis aux pouvoirs publics sur les mesures visant à assurer la protection des poissons, sous tutelle de la direction de l'eau du ministère de l'environnement.

Conseil supérieur des installations classées.

comité par le ministère de l'environnement sur tout projet relatif à la législation des installations classées.

Conseil national des services publics départementaux et communaux.

rattaché à la D.G. des collectivités locales du ministère de l'intérieur, consulté sur les modèles de règlements types et de cahiers des charges types, donne son avis sur les problèmes relatifs au fonctionnement des services publics départementaux et communaux.

Assemblée permanente des chambres d'agriculture.

établissement public doté de la personnalité civile, réunit des présidents de chambre d'agriculture, représente les intérêts de l'agriculture métropolitaine.

Conseil supérieur d'hygiène publique de France.

placé auprès du ministère de la santé, peut être consulté par les ministères et services préfectoraux sur toute question intéressant l'hygiène publique, assiste obligatoire en ce qui concerne certains projets de distribution d'eau potable ou d'assainissement, secrétariat assuré par les services de la direction générale de la santé du ministère de la santé.

Comité technique permanent des barrages.

comité par le ministère de l'équipement lors de l'élaboration de la réglementation relative aux barrages, comité obligatoire sur les projets de barrage de plus de 20 mètres de hauteur.

Niveau régional

Préfet de région.

Le préfet du département où se trouve le chef lieu de la région assure et contrôle les activités des autres préfets, des organismes publics et des sociétés d'économie mixtes dont l'action porte sur plusieurs départements de la région. Il participe en tant que tel aux travaux du comité de bassin et préside le comité technique de l'eau. Il est le coordonnateur des actions de l'Etat dans le domaine de l'eau. Les SAGE doivent être approuvés par lui.

Conseil régional.

aides aux investissements des collectivités locales.

Direction régionale de l'environnement.

mise en œuvre de la loi sur l'eau de 30/11/1992 et des directives de la CEE en ce domaine, police en matière de gestion et d'aménagement des eaux, élaboration des SAGE en collaboration avec les agences de l'eau et les collectivités locales, proposition en matière de protection et de restauration des milieux aquatiques, développement des banques de données sur l'eau.

Direction régionale de l'industrie, de la recherche, et de l'environnement.

coordination des inspections des installations classées.

Direction régionale de l'équipement.

préparation de la programmation de la tranche régionale aux investissements, préparation de la programmation de la tranche régionale aux cahiers d'études.

Direction régionale des affaires sanitaires et sociales.

veille à la cohérence et à l'efficacité des actions qui se développent dans la région en matière de protection sanitaire.

Direction régionale de l'agriculture et de la forêt.

application, sous l'autorité du préfet, de la politique d'aménagement rural arrêtée par le gouvernement (> distribution d'eau potable et assainissement en milieu rural), formation en matière d'eau.

Comité technique de l'eau.

Il est composé de représentants des administrations, de l'université et de personnes compétentes. Il assiste, intensifie ou coordonne les études nécessaires à l'établissement de l'inventaire des ressources en eau, ainsi que de la connaissance des phénomènes de la pollution. Il suit l'exécution des programmes, provoque la confrontation des programmes d'aménagement des ressources et d'utilisation des eaux et éventuellement les harmonise. Il apporte son concours pour la préparation des tranches opérationnelles du plan de modernisation et d'équipement en matière d'eau. Il est présidé par le préfet de région et le directeur régional de l'environnement exerce les fonctions de secrétaire général.

Niveau Départemental

Préfet.

Il assure et coordonne la politique de l'Etat en matière de police et de gestion des eaux. Il exerce un pouvoir de police générale et certains pouvoirs de police spéciales. Il est compétent pour toutes les mesures relatives à la dépollution, au libre écoulement et à la conservation des eaux. Il a la possibilité de prescrire à une personne responsable d'une pollution les mesures à prendre.

Services extérieurs de l'Etat

Inspection des installations classées, surveillance des établissements industriels, incitation à mener des travaux de pollution, répression éventuellement (mise en demeure, amendes...).

Direction départementale de l'agriculture et de la forêt.

exerce la police des eaux sur les cours d'eau non domaniaux, peut assurer la maîtrise d'œuvre pour le compte des collectivités locales sur tout projet d'adduction d'eau potable ou d'assainissement.

Direction départementale de l'équipement.

exerce la police des eaux sur les cours d'eau domaniaux, peut assurer la maîtrise d'œuvre pour le compte des collectivités locales sur tout projet d'adduction d'eau potable ou d'assainissement.

Direction départementale de l'action sanitaire et sociale.

pour mission de recenser les moyens existants, déterminer les besoins et d'établir les propositions d'investissement en matière d'équipement sanitaire, surveillance sanitaire des eaux potables, des stations d'épuration et des fosses septiques.

Conseil Général.

aides aux investissements des collectivités locales.

Expertise technique de conseil

Géologue agréé (par le ministère de la santé), étude des eaux destinées à l'alimentation avant leur captage.

Service d'assistance technique aux exploitants de stations d'épuration.

conseil technique auprès de l'exploitant pour améliorer le fonctionnement des ouvrages d'épuration, peut fournir des informations à tous les services qui ont à connaître les conditions de fonctionnement de ces ouvrages.

Organismes consultatifs

Chambre départementale d'agriculture.

Cet établissement public de caractère corporatif peut formuler des vœux sur toutes les matières concernant les problèmes de l'eau liés aux activités agricoles.

Conseil départemental d'hygiène.

étudie les précautions qui doivent être prises en vue de prévenir la pollution des eaux, assiste obligatoirement lors de l'instruction de tout dossier soumis à autorisation ou à la police des eaux, assiste obligatoirement lors de l'instruction préalable à l'autorisation d'une installation classée, présidé par le préfet, secrétariat assuré par les services de la DDASS.

Fédération départementale de pêche et de pisciculture.

représentation du braconnage, mesures visant à la protection et à la reproduction du poisson d'eau douce, mise en valeur des eaux douces, peut agir en justice lorsqu'une pollution détermine ou nuit à la vie ou à la reproduction du poisson.

Bassin

Délégués à l'aménagement des grands bassins.

Ces Ingénieurs Généralistes du Génie Rural des Eaux et Forêts assurent, dans le cadre du bassin, les missions suivantes : inspection générale et coordination des activités des services des eaux et des milieux aquatiques (services appartenant aux DIREN), promotion des solutions d'ensemble pour l'aménagement hydraulique des bassins, conseil technique en matière d'hydraulique auprès de l'administration centrale.

Agence de l'eau : sous tutelle du ministère de l'environnement, mais possédant la personnalité civile et l'autonomie financière, elle contribue à l'exécution des travaux d'intérêt commun par des prêts et des subventions. Elle est habilitée à entreprendre des études et recherches dans le cadre du bassin. En contrepartie, elle perçoit des redevances assises sur le volume du prélèvement et sur la "quantité de la pollution rejetée".

Comité de bassin : cet organisme réunit des représentants des collectivités locales, des usagers et personnes compétentes et de l'administration. Le Président du Conseil d'Administration de l'Agence de l'eau le consulte sur le taux et l'assiette des redevances. Il élabore les SDAGE à l'initiative du préfet coordinateur de bassin. Il assure l'harmonisation des SAGE élaborés par la commission locale de l'eau.

Sous-bassin

Commission locale de l'eau : cet organe de concertation entre différents acteurs de l'eau est mis en place par le préfet. Il définit, suit et supervise la mise en œuvre du SAGE. Il s'agit d'une assemblée délibérante, qui ne dispose pas en propre de moyens financiers, ni de capacité à assurer une maîtrise d'ouvrage.

Communauté locale de l'eau : cette association de collectivités locales peut être mise en place pour faciliter la réalisation des objectifs arrêtés dans un SAGE. Il s'agit d'un établissement public. Il établit et adopte un programme pluriannuel d'intervention après avis conforme de la commission locale.

Niveau communal

Le maire.

Il est titulaire de certains pouvoirs de police afin d'assurer la salubrité publique, de prévenir ou de faire cesser les accidents ou fléaux calamiteux. Il peut prendre toutes les mesures nécessaires à la police des eaux. En cas de danger grave ou imminent, il peut prescrire l'exécution de mesures de sûreté, à charge d'en informer le préfet et de lui faire connaître les mesures prescrites. Par ailleurs, il reçoit régulièrement du préfet des données relatives à la qualité de l'eau distribuée et doit les faire afficher en mairie.

Les services d'eau et services d'assainissement.

La loi du 30/11/1992 impose aux communes la création d'un service d'assainissement, distinct du service des eaux avant le 31/12/2005. Ces services sont chargés, sous l'autorité du maire, de l'application du règlement sanitaire départemental. Ils exercent la surveillance des eaux d'alimentation, des eaux de baignades et doivent procéder à l'examen des projets de captage et de traitement des eaux destinées à l'alimentation, des projets d'évacuation et d'épuration des eaux usées. Ils ont pour mission le contrôle des installations existantes et de leur fonctionnement.

Le préalable à toute analyse de l'évolution des normes et pratiques en matière d'assainissement dans les deux pays est la description des institutions de l'eau et l'analyse de leurs rôles.

La description de la situation métropolitaine est cependant plus succincte que celle effectuée pour les anciens *Länder* de l'Allemagne, la littérature en langue française sur les institutions françaises étant abondante (cf. bibliographie).

I) LA SITUATION FRANCAISE.

I-1) Le cadre institutionnel et les acteurs.

Le schéma 1 ci-contre rappelle les rôles des principales institutions intervenant dans la construction, la réhabilitation et la gestion du parc technologique d'assainissement.

L'administration centrale, composée de différents ministères et organismes de coordination assure, avant tout, un rôle de préparation des normes. Elle est aidée dans cette mission par de nombreux organismes consultatifs constitués d'experts. Il est à noter que, à l'exception de l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture¹, l'autonomie de ces organismes est limitée. En effet, les secrétariats préparant les dossiers à présenter devant ces organismes sont toujours assurés par des services ministériels. Le Conseil Supérieur de la Pêche est, lui, sous tutelle du ministère de l'environnement.

Les institutions situées au niveau régional assurent, elles, une mission de planification, de financement et de collecte des données. Pour l'eau et l'assainissement, il n'existe pas d'organismes consultatifs à ce niveau.

Le niveau du bassin hydrologique a pris une très grande importance depuis sa création suite à la loi sur l'eau du 16 décembre 1964. En particulier, les Agences de l'Eau constituent un très puissant instrument d'incitation auprès des collectivités locales et des industriels. Elles ont permis, notamment, l'équipement massif en stations d'épuration communales et industrielles. Le niveau du sous bassin est plus récent et son impact sur les choix techniques n'est pas encore réellement décelable.

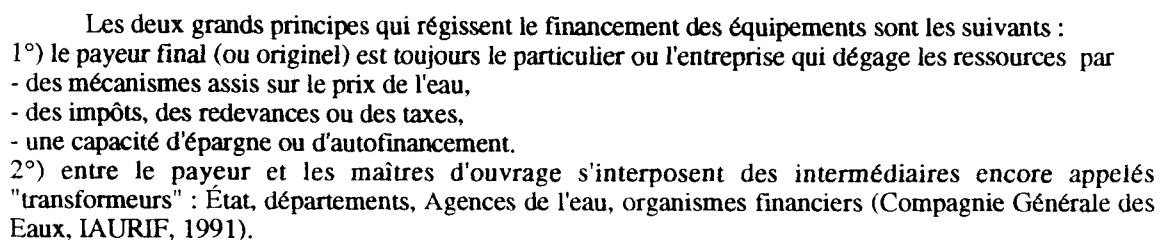
Le département est le siège de services extérieurs de l'État jouissant de plus larges pouvoirs que ceux existant au niveau régional. Ils ont un certain pouvoir de contrôle et les Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt (D.D.A.F.) et Directions Départementales de l'Équipement (D.D.E.) ont aussi la possibilité d'assurer la maîtrise d'oeuvre pour le compte des communes sur tout projet d'assainissement et d'épuration. Par ailleurs, depuis les lois de décentralisation, le rôle de financeur du Conseil Général s'est fortement accru.

Par définition, c'est au niveau communal que revient le pouvoir de décision en ce qui concerne la construction, la réhabilitation et la gestion des équipements communaux d'assainissement. Cependant, si les plus grandes des 36.700 communes françaises ont une réelle expertise locale leur permettant d'assurer ces missions, il n'en n'est pas forcément de même pour les collectivités locales de taille modeste. Quel que soit le niveau d'expertise de la commune, les interventions des experts appartenant aux Agences de l'Eau, aux services extérieurs de l'État (niveau départemental ou régional) et aux entreprises spécialisées ont une influence souvent déterminante sur le choix technique final. En ce qui concerne les acteurs appartenant aux organismes publics, cette influence est encore renforcée par les pouvoirs qu'ils détiennent souvent sur l'allocation de subventions pour équipement. Les évolutions des normes et des choix techniques ont eu lieu en relation avec ce jeu d'acteurs. C'est pourquoi, après cette présentation rapide des institutions, une analyse des différents mécanismes de financement des équipements en France est nécessaire.

I-2) Le financement des équipements d'assainissement.

Le schéma suivant montre la complexité des circuits de financement des équipements d'assainissement.

¹ qui est dotée de la personnalité civile.



I-2-1) L'autofinancement par les maîtres d'ouvrages.

Pour constituer les ressources nécessaires à l'autofinancement des travaux relatifs à l'assainissement, les collectivités locales disposent des mécanismes d'amortissement et de recettes d'investissement non-spécifiques.

*** Les amortissements.**

Ils constituent une ressource spécifique affectée à l'eau. Des instructions comptables du ministère du budget prévoient, avec une certaine souplesse, des mécanismes d'amortissement dont la durée varie en fonction des équipements. Pour l'assainissement, l'amortissement est intégré à la redevance d'assainissement.

Les collectivités (ou leur groupement) pratiquent souvent un amortissement incomplet soit par méconnaissance des coûts d'amortissement soit parce qu'elles se refusent à grever trop lourdement le prix de l'eau. Les déficits d'amortissement sont de fait compensés par des subventions ou des transferts à partir des budgets généraux des communes.

Le financement de l'évacuation des eaux pluviales est un cas particulier :

- lorsque le système d'assainissement est séparatif, la réglementation stipule que les coûts d'équipements et les coûts de fonctionnement relatifs aux eaux pluviales sont imputés au budget général de la commune,
- en cas de réseau unitaire, une quote-part des coûts de fonctionnement et d'investissement peut-être couverte par le budget général.

*** Les recettes d'investissement non spécifiques.**

Parallèlement aux amortissements, les collectivités peuvent faire appel à d'autres recettes d'investissement non spécifiques affectées à leur budget général :

- la dotation globale d'équipement, créée par la loi n°83-8 du 07/01/83, qui a remplacé certaines subventions spécifiques ;
- le fond de compensation de la T.V.A., créé le 1er janvier 1978 qui permet le remboursement aux collectivités locales de la T.V.A. qu'elles payent sur leurs investissements ;
- la taxe locale d'équipement.

Par ailleurs, lorsque des opérations immobilières privées induisent pour la collectivité des dépenses d'infrastructures excédant les charges normalement couvertes par la taxe locale d'équipement, la collectivité peut demander au maître d'ouvrage de ces opérations une participation spécifique¹ qui entre alors dans les recettes d'investissement correspondantes.

I-2-2) Les interventions de l'État central.

Ces dernières années ont été marquées par la forte diminution relative et absolue, de l'intervention de l'État central qui n'a laissé en place qu'un seul outil, le Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau (F.N.D.A.E.), dont il partage la maîtrise avec les départements. Le F.N.D.A.E. est un compte d'affectation spécial du Trésor Public créé par une loi du 14 août 1954. La politique de ce Fonds est définie et contrôlée par un comité auquel participent des élus. La gestion est, elle, assurée au niveau central par le ministère chargé de l'agriculture et au niveau local par les services départementaux de ce ministère, les D.D.A.F.. En revanche, ce sont les Conseils Généraux qui établissent, dans chaque département, les programmes² d'affectation des crédits du F.N.D.A.E.

Chaque année, le comité du F.N.D.A.E. détermine les enveloppes départementales d'engagement. Une proportion de 60% de cette masse financière est destinée aux travaux visant à répondre aux besoins en alimentation en eau potable et 40% vont aux travaux d'assainissement.

Les ressources du F.N.D.A.E. proviennent d'une redevance sur la consommation d'eau (9,5 centimes/m³ pour 1990) et d'un prélèvement réalisé sur les recettes du P.M.U. d'environ 2,5%. Pour 1988, ces ressources ont représenté au total 671 millions de francs dont 259 millions de francs (38,5%) pour la redevance et 412 millions de francs (61,5%) pour le P.M.U. (CGE - IAURIF, 1991). Les emplois

¹ Cette participation est libératoire de la taxe.

² Chaque programme doit être notifié au préfet. Ce dernier vérifie que le programme ne viole pas les lois et règlements.

du F.N.D.A.E. sont essentiellement des subventions aux investissements (635 millions de francs en 1988, soit 98,2% du Fonds) et des actions d'étude, de diffusion et de formation (6,5 millions de francs en 1988 soit 1% du Fonds).

I-2-3) Les subventions des départements et des régions.

*** Les départements.**

Les départements ont complété puis relayé l'intervention de l'État en matière d'aides aux investissements. Les lois de décentralisation, et en particulier celle du 7 janvier 1983, ont assez profondément modifié les systèmes antérieurs pour donner un rôle prééminent au département. D'une part, ces lois posent le principe de la responsabilité du département dans l'élaboration du programme d'aide à l'équipement rural. D'autre part, les crédits destinés à l'alimentation en eau potable et à l'assainissement des communes rurales, gérés antérieurement par le ministère de l'agriculture sont transférés au département dans le cadre de la dotation globale d'équipement. Enfin, la programmation des affectations des crédits du F.N.D.A.E. étant du ressort du département, les interventions du Conseil Général sont devenues de plus en plus importantes pour les collectivités.

Les modalités d'aides aux investissements peuvent varier fortement d'un département à l'autre. Certains Conseils Généraux globalisent dans une même programmation leurs crédits et ceux du F.N.D.A.E., d'autres établissent des programmations distinctes. Par ailleurs, certains départements font transiter une partie de leur financement par des institutions *ad hoc* comme les Directions de l'Eau et de l'Assainissement dans certains départements de la petite couronne parisienne.

Les départements assurent donc un arbitrage sur, d'une part, les volumes globaux de financement et les taux de subvention et, d'autre part, la répartition entre les fonds destinés aux travaux d'alimentation en eau potable et ceux destinés aux travaux d'assainissement.

*** Les régions.**

Les aides des régions aux investissements gardent un volume modeste (une centaine de millions de francs pour l'ensemble des régions en 1988) et elles ont lieu principalement dans le cadre des programmes pluriannuels cofinancés par d'autres partenaires (État, C.E.E....).

I-2-4) Les aides des Agences de l'Eau.

La nature des investissements aides par les six agences et les modalités d'intervention de ces dernières sont fixées par les conseils d'administration de chaque agence et sont donc variables dans l'ensemble du territoire métropolitain.

En matière d'épuration et d'assainissement toutes les agences subventionnent les stations d'épuration, tant lors de l'investissement initial que lors des améliorations. La politique des agences vis-à-vis des réseaux est plus diversifiée. Hors prime d'épuration, les aides aux collectivités locales se répartissaient en 1987-1988 à raison de 55% pour les réseaux et 45% pour les stations d'épuration. Néanmoins, ce dernier pourcentage a dépassé plus de 75% en Artois-Picardie alors qu'il était de 27% en Loire-Bretagne sur la période 1982-1984 (CGE - IAURIF, 1991).

Les aides des agences aux collectivités locales peuvent prendre des formes diverses : subventions, subventions conditionnelles, avances remboursables sans intérêts, prêts, etc.

Actuellement, les agences privilégient de plus en plus la voie de la contractualisation, les contrats d'agglomération pluriannuels leur permettant de s'assurer de la cohérence des investissements pour les stations d'épuration et les réseaux. A travers ces formules contractuelles ou d'autres aides plus incitatives ou conditionnelles, les agences développent des politiques techniques visant à la meilleure efficacité des investissements aidés : études préalables, diagnostics de réseaux d'assainissement, essais de réception, aides liées au rendement global d'épuration, valorisation agricole des boues, etc.

Enfin, pour les communes rurales, plusieurs agences se sont engagées dans des formules expérimentales associant les départements, et recherchant des modalités de globalisation et de cohérence entre les divers programmes (département, F.N.D.A.E...).

I-2-5) Les aides de la C.E.E.

La Communauté Economique Européenne, en particulier à travers le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER), peut aider les collectivités locales dans des projets de mobilisation de la ressource en eau ou de lutte contre la pollution. Ces interventions sont toutefois réservées à des programmes d'ensemble pluriannuels (3 à 5 ans) - les cadres communautaires d'appui - présentés par les États membres. En France, elles concernent prioritairement la Corse, les départements d'Outre-mer, les régions industrielles en déclin et la promotion du développement rural. Les zones éligibles représentent 37% du territoire métropolitain. Les aides de la Communauté Européenne peuvent représenter entre 30% et 55% des investissements.

I-2-6) Les emprunts et le rôle des organismes financiers.

Pour boucler le financement global de leurs investissements, les maîtres d'ouvrages publics peuvent recourir aux emprunts.

Les administrations publiques locales ont longtemps bénéficié d'un système spécifique pour leurs emprunts, mais des évolutions importantes¹ se sont produites ces dernières années. Les faits majeurs ont été :

- le découplage entre emprunt et subvention spécifique de l'État (les prêts ne sont plus conditionnés à l'obtention de subventions spécifiques de l'État),
- la diminution de la couverture des dépenses par l'emprunt, avec l'accroissement des taux d'autofinancement,
- la diversification et la sophistication des produits offerts par les organismes financiers et la concurrence accrue entre ceux-ci.

I-2-7) Le financement par des entreprises privées.

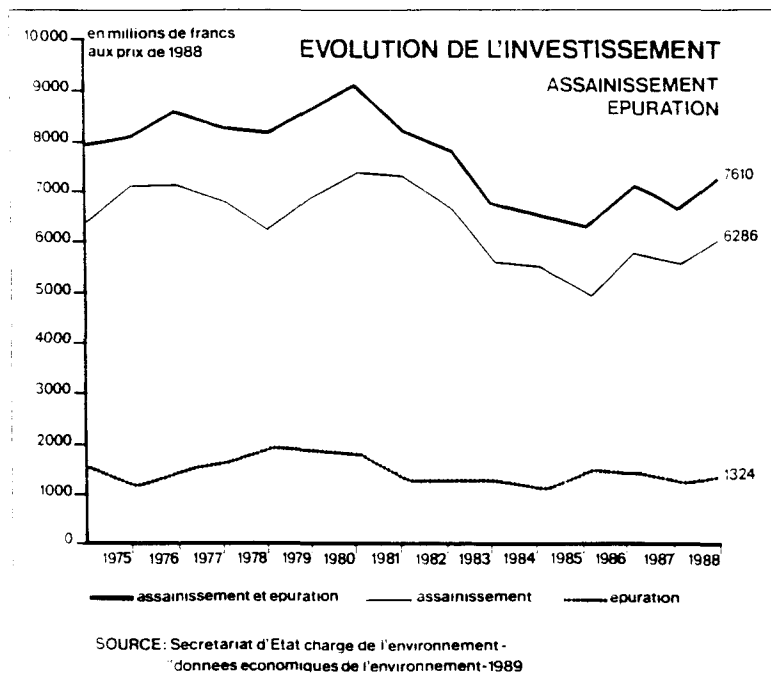
Dans le régime de la concession classique, le financement des investissements nécessaires à l'exercice du service public délégué est supporté par l'entreprise privée concessionnaire. Celle-ci, pour financer ses investissements, peut faire appel, en fonction de sa situation, à de multiples moyens financiers internes ou externes : la marge brute d'autofinancement (MBA), résultat de l'exploitation de l'entreprise (ressource interne), l'augmentation de capital par émission d'actions, les emprunts, obligataires ou non. Ces outils se sont diversifiés et complexifiés ces dernières années. Les collectivités locales sont de plus en plus amenées à recourir à cette ingénierie financière, à travers des contrats qui combinent les formules classiques de l'affermage ou de la concession pour aboutir à ce que le Conseil d'État appelle les contrats "innommés".

I-2-8) Évolution de l'investissement.

Le schéma ci-après montre que les dépenses d'assainissement et d'épuration ont légèrement remonté après une chute sensible au début des années 1980.

¹ Ces évolutions ne sont pas spécifiques au domaine de l'eau.

Schéma 3 : Évolution des investissements.



I-3) Les principes auxquels doivent répondre les actions publiques et les affectations des sources de financement.

Les actions des acteurs appartenant aux institutions présentées précédemment, comme l'affectation des différentes sources de financement, doivent être conformes aux grands principes des politiques de lutte contre la pollution des eaux institués par la loi du 16 décembre 1964. Les articles 3 à 6 de cette loi énoncent les principes pour une démarche d'objectifs de qualité.

Un inventaire dressant le degré de pollution des cours d'eau, canaux, lacs et étangs, devait être établi (art. 3). Le décret n°69-50 du 10 janvier 1969 en fixe la procédure. Ensuite, les propriétaires d'installations de rejets devaient prendre toute disposition pour satisfaire, dans un délai fixé par décret, aux différentes conditions qui devaient être respectées par leurs effluents (art. 4). Par ailleurs, les prélèvements et déversements par des installations nouvelles érigées postérieurement à l'inventaire devaient être subordonnés :

- à une approbation préalable par le préfet du projet technique des dispositifs d'épuration correspondant aux dites installations.
- à une autorisation de mise en service délivrée par le préfet après construction effective des installations (art. 5).

En fait, la démarche des objectifs de qualité n'a été mise en œuvre qu'une seule fois, dans le cas de la Vire. De plus, elle n'a pu avoir lieu que suite à la mise en place d'une contrainte forte par le préfet : l'interdiction de la consommation des coquillages élevés dans l'estuaire. Cette décision avait été motivée par le fait que la santé publique était en jeu. Ce type de démarche est depuis resté très rare et le fait que la pollution ne soit pas considérée comme un délit en France a constitué un obstacle à une accélération du processus d'application des objectifs de qualité. Après la décentralisation, il y a eu une timide reprise de ce type d'approche avec la réalisation de cartes départementales de qualité. En fait, nous le verrons plus en détail dans l'analyse de l'évolution des normes, c'est la logique des normes de procédés et des obligations de moyens qui a prévalu (Barraqué B. et alii, 1990).

Le jeu des acteurs qui a abouti aux évolutions des normes et des choix techniques que nous nous proposons d'analyser a pris place à l'intérieur d'un ensemble d'institutions caractérisé par un État central qui reste fort même s'il semble se désengager en ce qui concerne l'aide aux investissements. C'est l'une des raisons pour lesquelles nous avons choisi comme point de comparaison un pays dont les institutions fonctionnent selon des mécanismes de type fédéral : les anciens *Länder* de l'Allemagne.

II) LA SITUATION ALLEMANDE.

L'Allemagne réunifiée présente une superficie de 357.050 km² (0,65 fois la France) et compte 79,2 millions d'habitants (1,4 fois la population française)¹. La superficie des anciens *Länder* est de 249.147 km² (0,45 fois la France). En 1980, ils comptaient 61,6 millions d'habitants². Ainsi, avec une densité de 247,2 habitants/km², les problèmes de pollution se sont posés de manière plus cruciale et plus tôt qu'en France dont la densité n'est que de 103,5 habitants/km². A certains endroits de très forte densité, la ressource a même posé un problème quantitatif.

Les anciens *Länder* de l'Allemagne sont au nombre de 10 auxquels s'ajoutait le *Land* de Berlin-Ouest. Il existe une très grande inégalité territoriale et démographique entre les *Länder* ainsi qu'une forte disparité des ressources. Cependant, différents faits historiques (politiques menées par Bismarck ou par les différents *Reich* par exemple) ont engendré une certaine centralisation et uniformisation du pays au profit de la grande industrie et des grandes banques berlinoises. Par conséquent, les grandes villes allemandes abritent des organisations industrielles et financières conçues initialement pour une *Großraumwirtschaft*, une économie à l'échelle de l'Europe.

Les facteurs décrits précédemment (forte densité, industrie puissante...) ont engendré une forte pression sur l'environnement. La demande en eau est cependant satisfaite. La moyenne annuelle des ressources en eau est de 161 milliards de m³. L'apport par les précipitations est de 208 km³. 82 milliards de m³ proviennent de l'amont (pays voisins et nouveaux *Länder*). 129 milliards de m³ s'évaporent annuellement. Le volume d'eau disponible exploitable est d'environ 65 milliards de m³ par an et la demande totale représente 42 milliards de m³ par an répartie comme suit (Gurtler F., 1985) :

- agriculture	0,3 km ³ ,
- industrie	11,3 km ³ ,
- refroidissement des centrales	25,8 km ³ ,
- réseau public	5,0 km ³ .

Si la demande peut être satisfaite par les ressources disponibles, il existe des difficultés liées à l'inégalité de leur répartition géographique et de leur qualité. Les principaux problèmes de qualité des eaux sont liés à la pression de l'industrie. Plusieurs demeurent cruciaux :

* certains sont spécifiques :

- la salinité excessive du Rhin, pollué, entre autres, par les mines de potasse d'Alsace,
- la salinité excessive de la Weser, contaminée par le sel provenant à 90% des mines de potasse de Thüringen,

* d'autres ne sont pas propres au bassin du Rhin :

- l'augmentation de la pollution causée par les composés organiques halogénés provenant de solvants et agents nettoyants. Ces composés nuisent au bon fonctionnement des stations d'épuration,
- l'augmentation du taux de nitrates suite à l'utilisation croissante de fertilisants par l'agriculture,
- la pollution par des anciens dépôts de déchets plus ou moins clandestins,
- la pollution due à la circulation routière. Les eaux pluviales, tombant sur les chaussées, entraînent carburants, huiles, particules de pneus, amiante et sel en hiver.

En revanche les accidents de déversements d'hydrocarbures, très fréquents dans les années 1960, ont sensiblement diminué.

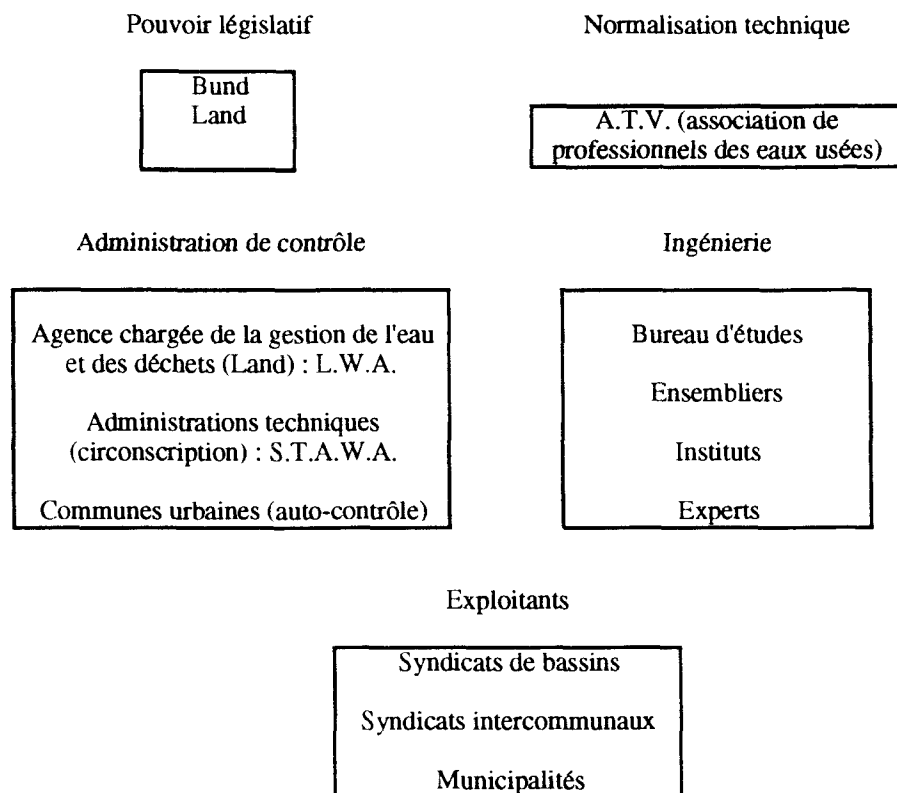
¹ D'après *Etat du monde - Edition 1993*, annuaire économique et géopolitique mondial, éditions La Découverte, Mame imprimeurs, Tours, septembre 1992.

² D'après *Etat du monde - Edition 1988-1989*, annuaire économique et géopolitique mondial, éditions La Découverte, Mame imprimeurs, Tours, août 1988.

II-1) Acteurs et institutions de l'eau en Allemagne.

II-1-1) Les acteurs.

Schéma 4 : Les acteurs de l'eau en Allemagne.



Les différents acteurs (cf. Schéma ci-dessus) tiennent des rôles dont on ne peut réellement comprendre l'impact que si l'on appréhende de manière correcte la structure fédérale de l'État Allemand. Une description préalable du fédéralisme à l'allemande est donc nécessaire.

II-1-2) *Bund* et *Länder*.

La constitution allemande prévoit que le *Bund* (la fédération) a une compétence législative exclusive dans les domaines où les *Länder* n'ont aucune compétence. L'État par excellence en Allemagne n'est pas le *Bund* mais le *Land* (État membre). En ce qui concerne l'environnement, le *Bund* et les *Länder* ont une compétence législative dite "concurrente" : tant que le *Bund* ne fait pas usage de sa compétence, les *Länder* sont libres d'exercer la leur. La fédération est donc prioritaire. Elle a le droit d'édicter des dispositions-cadres sur l'eau. Ce droit ne lui permet cependant pas de couvrir complètement un domaine. Les *Länder* gardent une liberté de réglementation, à condition de respecter les règles établies par la fédération. Au niveau fédéral, le *Bundestag*, constitué de députés élus au suffrage universel direct, vote les lois. Le *Bundesrat*, qui représente les *Länder* et comprend des membres de leurs gouvernements, est saisi de tout projet de loi et de tout texte voté par le *Bundestag*.

Au niveau des *Länder* le pouvoir exécutif est exercé par un gouvernement composé du "Ministre-Président", élu par le parlement du *Land*, et des ministres. L'administration de l'Environnement est maintenant confiée, dans la plupart des *Länder*, à un ministre chargé nommément de l'Environnement. Ces ministères ont également, en général, la responsabilité de l'agriculture et de l'aménagement du territoire. Les premiers *Länder* à avoir créé un ministère de l'Environnement furent le Bade-Wurtemberg, la Hesse et la Sarre. Les instances administratives territoriales de l'Environnement sont organisées par les lois des *Länder* et sont généralement réparties sur trois niveaux administratifs : l'échelon communal, celui

du *Kreis* (canton regroupant les communes rurales), celui intermédiaire entre les collectivités locales et le *Land*, le *Bezirk* (entre arrondissement et département en France). Le *Regierungsbezirk*, circonscription territoriale, est administré par le *Regierungspräsident*, un fonctionnaire qui ressemble au préfet français.

Le *Bund* n'a pas d'administration territoriale. Il peut cependant créer les organes fédéraux déconcentrés qu'il estime nécessaires à la réalisation de tâches dans les domaines où il dispose d'une compétence législative. C'est en vertu de ce droit que l'*Umweltbundesamt* (agence¹ fédérale pour l'Environnement) a été créée auprès du ministère de l'Intérieur. Elle a été récemment rattachée au ministère de l'Environnement créé en 1986. Cet organisme a un rôle de conseil, de collecte et de gestion de l'information et des documents sur l'Environnement.

La coopération entre *Bund* et *Länder* se fait, dans le domaine de l'Environnement, par le biais d'une conférence des ministres du *Bund* et des *Länder* compétents et d'un comité permanent des directeurs généraux des administrations compétentes.

Enfin, pour terminer ce rapide tour d'horizon de l'administration en République Fédérale d'Allemagne, il convient de citer le conseil d'experts pour les questions d'Environnement. Institué par un décret du ministère fédéral de l'Intérieur daté du 28 décembre 1971, ce conseil a pour mission première de réaliser une évaluation périodique de l'état de l'Environnement. L'autre mission de cet organisme est de faciliter la prise de position de l'opinion publique et de toutes les instances responsables de la politique de l'Environnement. Il est indépendant et ne fait partie d'aucun ministère. Cependant les douze membres, représentant les principaux domaines de l'Environnement, qui constituent ce conseil, sont nommés pour une durée de trois ans par le ministère de l'Intérieur en accord avec les ministres siégeant à la commission pour les questions d'Environnement.

Les organismes situés au niveau du *Bund* sont très jeunes et ont des pouvoirs limités, mais lorsque la fédération a une compétence prioritaire, comme c'est le cas pour l'eau, elle ne renonce jamais à ce droit. Elle utilise sa compétence de législation-cadre de manière à ne laisser aucune marge de manoeuvre décisive au *Land* et règle même des questions d'importance mineure (Armbruster J., 1990). Cependant, si l'influence des *Länder* a diminué par le mécanisme décrit précédemment, elle a augmenté à un autre niveau. En effet, pour qu'une loi fédérale soit promulguée, la deuxième chambre de législation (*Bundesrat*) qui représente les États membres, doit donner son accord. Ainsi, chaque État, pris séparément, a peu de compétence législative en matière de gestion des eaux, mais l'ensemble des États membres en a énormément. Par ailleurs, dès 1956, une structure de coopération entre *Länder* et *Bund* a été créée, le "groupe de travail des Länder en matière d'eau" : *Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (La. Wa.)*. Les travaux de cette structure sont relatifs à la recherche, au conseil technique, à l'harmonisation technique et juridique, ainsi qu'à l'élaboration de prescriptions, de standards ou de procédures. Les activités de cette structure sont supportées par tous les *Länder*, chacun assure la présidence à tour de rôle tous les deux ans. Le *Bund* y envoie des observateurs. Le *Länderarbeitsgemeinschaft Wasser* a créé des commissions chargées de problèmes spécifiques. Un représentant de ce groupe de travail fait partie de la délégation allemande à Bruxelles lors des négociations des directives.

Le tableau ci-après présente la liste des autorités responsables en matière d'eau. Ces autorités sont presque partout organisées sur trois niveaux : "supérieur", "intermédiaire" et "local". Seuls les ministères ayant la plus grande part de responsabilité sont cités.

¹ Dans ce cas, c'est le sens de *amt*. En général, il s'agit cependant plutôt d'un service.

Tableau 6 : Liste des autorités responsables en matière d'eau.

LAND	Niveau supérieur	Niveau intermédiaire	Niveau local
Bade Wurtemberg	Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de l'Environnement	<i>Regierungsbezirk</i>	Commune et <i>Kreis</i>
Bavière	Ministère de l'Intérieur	<i>Regierungsbezirk</i>	<i>Kreis</i>
Brême	Sénateur ayant l'eau dans ses attributions	- service de la gestion des eaux de la ville de Brême - Maire de Bremerhaven	service de la construction des ports de Brême et Bremerhaven pour les zones portuaires
Hambourg	- Administration de la construction - Administration de l'économie, des transports et de l'agriculture		Services compétents des arrondissements
Hesse	Ministère du Développement du territoire, de l'Environnement, de l'Agriculture et de la Forêt	<i>Regierungsbezirk</i>	- <i>Landrat (Kreis)</i> - Villes indépendantes des <i>Kreise</i>
Basse Saxe	Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt	<i>Regierungsbezirk</i>	- <i>Kreis</i> - Villes indépendantes des <i>Kreise</i>
Rhénanie du Nord-Westphalie	Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt	<i>Regierungsbezirk</i>	- <i>Kreis</i> - Villes indépendantes des <i>Kreise</i>
Rhénanie-Palatinat	Ministère de l'Alimentation, des Vignobles et de la Forêt	<i>Regierungsbezirk</i>	- <i>Kreis</i> - Villes indépendantes des <i>Kreise</i>
Sarre	Ministère de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de la Construction		- <i>Landrat (Kreis)</i> - Villes indépendantes des <i>Kreise</i>
Schleswig-Holstein	Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt		- <i>Landrat (Kreis)</i> - Villes indépendantes des <i>Kreise</i>

II-1-3) Structure du monde de l'ingénierie.

Les entreprises communales des grandes villes disposent de leur propre service d'ingénierie. Les autres font appel à des sociétés extérieures. Les grandes villes ont également recours à ces sociétés pour la conception de projets spécifiques. Ce marché de l'ingénierie urbaine est occupé par les bureaux d'études indépendants, les filiales des groupes industriels et les départements des ensembleurs (Drouet D., 1985).

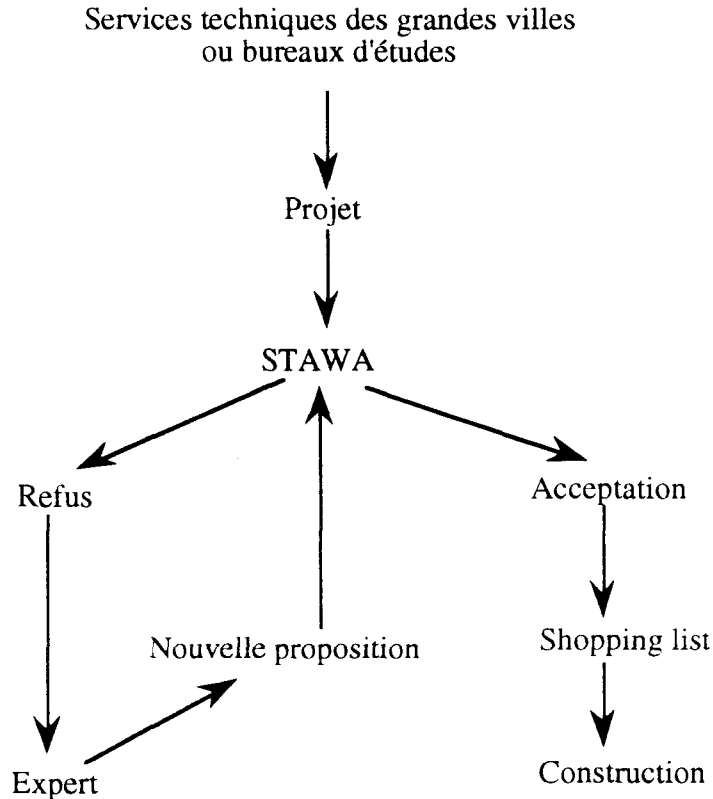
Les bureaux d'études sont caractérisés par leur tradition d'indépendance, comparable à celle des "Consulting Engineers" anglo-saxons. Ils sont regroupés dans une association d'ingénieurs-conseils, la *Verband Beratender Ingenieure*. La plupart sont des petits bureaux spécialisés à vocation locale. En revanche les plus importants d'entre eux, tels que Dorsch Consult de Munich ou CITEC Consult de Düsseldorf pour l'assainissement, sont comparables aux premières sociétés d'ingénierie britanniques ou américaines en terme d'antennes locales, de diversité de spécialistes et de succès sur les marchés extérieurs.

UHDE, filiale du groupe de la chimie Hoeschst, et, Lurgi du groupe Metallgesellschaft, sont les deux **filiales de groupes industriels** les plus renommées. Présentes dans plusieurs pays dont la France, elles emploient des milliers d'ingénieurs et de techniciens. Bien que leurs activités se situent plutôt dans l'ingénierie industrielle, ces entreprises interviennent fréquemment sur les équipements intéressant le traitement des eaux et des déchets.

Les ensembleurs et entreprises du secteur Bâtiment et Travaux Publics disposent, du moins pour les premières firmes allemandes, d'une triple capacité d'ingénierie, d'ensembleur et de construction. Ils tiennent une place importante en R.F.A. comme sur les grands chantiers internationaux. C'est dans le domaine des ensembleurs que la société Degremont a percé par l'intermédiaire de sa filiale Philipp Muller. Cette entreprise transversale présente une compétence qui s'étend de la conception à l'entretien en passant par la construction. Son chiffre d'affaires est comparable à celui de Degremont-France. Tourné auparavant vers le traitement des eaux usées industrielles (papeteries, aciéries, alimentation...), Philipp Muller travaille de plus en plus sur le traitement des eaux résiduaires urbaines. Il s'agit cependant d'une exception, le marché de l'ingénierie urbaine étant en R.F.A. très peu ouvert aux entreprises étrangères.

Le déroulement général de la genèse d'un équipement d'assainissement en Allemagne est présenté dans le schéma ci-après.

Schéma 5 : Genèse d'un équipement d'assainissement, cas général.



Lorsqu'une ville veut construire un ouvrage d'assainissement (tronçon d'égout, station d'épuration...), elle confie le dossier à ses propres services techniques. Ces derniers déterminent les besoins. Lorsqu'ils ne résolvent pas le problème eux-mêmes, les services des grandes villes font comme ceux des communes de taille plus modeste : ils consultent un bureau d'étude privé ou un institut qui établit le projet. Un appel d'offre doit, dans ce cas, être lancé.

Le projet est présenté à l'administration technique chargée du contrôle au niveau de la circonscription. En effet, chaque *Land* est doté d'une administration (L.W.A. : **Landesamt für Wasser und Abfall**) s'occupant de l'eau et des déchets. Elle est secondée par des administrations techniques à l'échelon des subdivisions administratives du *Land*. Ces administrations techniques sont appelées S.T.A.W.A. (Staatliche Ämter für Wasser und Abfall) ou **Wasserwirtschaftsämer** selon les *Länder*. Les Agences fixent et font appliquer les normes de rejet et publient des statistiques annuelles pour chaque *Land*. Les administrations techniques gèrent concrètement les "permis de polluer", assistent les pétitionnaires et les orientent dans le choix de leur assainissement, contrôlent les rejets, autorisent ou opposent leur veto à toute initiative dans les domaines de l'eau. Leurs actions de contrôle de plus en plus importantes font que le pouvoir de décision en matière d'épuration échappe de plus en plus aux simples régies municipales. Nous pouvons faire un parallèle entre ces organismes et le rôle de police des eaux assuré par des fonctionnaires français des D.D.A.F. et D.D.E. pour les collectivités locales et des D.R.I.R.E. pour les industries, bien que le pouvoir de contrôle de ces derniers soit beaucoup plus faible.

Si l'administration technique refuse la proposition, les services techniques ou le bureau d'étude font appel à un expert qui va modifier le projet ou proposer un autre projet. Les S.T.A.W.A. décident en dernier ressort.

Le projet est ensuite souvent confié à un bureau d'étude qui conçoit les plans de l'installation dans les moindres détails. Il n'y a pas d'appel d'offre général portant sur l'ensemble du procédé, comme c'est le cas en France. L'appel d'offre se fait selon la procédure du "shopping-list" : le procédé est arrêté et l'appel d'offre est lancé sur chaque pièce de l'ouvrage. Les travaux sont réalisés soit par les services techniques des municipalités¹ (pose de petites canalisations...), soit par des sociétés privées de B.T.P. (travaux de plus grande envergure). Il n'existe pas, en Allemagne, de puissants ensembliers tels que les filiales de la Compagnie Générale des Eaux ou la Lyonnaise des Eaux pour de tels travaux.

¹ Les services techniques des grandes villes peuvent réaliser les travaux de petites villes voisines.

Ces travaux sont financés par les municipalités elles-mêmes dont la puissance financière est bien plus forte qu'en France car elles ont le droit de créer et mobiliser des caisses d'épargne locales, le *Land* (collecteur de la redevance prévue par la loi fédérale sur l'eau de 1976), le *Bund*.

Le processus français de décision relatif à la construction d'une station d'épuration peut reposer, lui, sur un appel d'offre général allant de la conception à la construction et mettant en concurrence différents constructeurs. Il permet une discussion sur le procédé à utiliser. La situation française semble donc *a priori* plus ouverte ; il est possible pour un constructeur d'enlever un marché en s'appuyant sur une innovation remarquable.

En Allemagne, en cas de difficultés lors de la conception de la station, les bureaux d'ingénieurs-conseils peuvent faire appel à des instituts ou des experts. **Les instituts** sont des centres de recherche et d'enseignement spécialisés dépendant des universités ou des écoles techniques. Indépendants financièrement et politiquement de tout pouvoir, ils sont considérés comme objectifs, autonomes, et donc, dignes de confiance. Ils sont rattachés, le plus souvent, au nom d'un chef de file renommé. Ces instituts peuvent, s'ils sont propriétaires d'un procédé technique particulier, le vendre. Ce lien étroit entre l'Université et les bureaux d'études est inexistant en France. **Les experts** sont des ingénieurs des instituts, des villes, des agences de bassin ou des professeurs d'université reconnus comme compétents grâce à leurs travaux. Ils sont en général, soit à l'origine, soit promoteurs d'un ou plusieurs procédés. Ils sont employés par les instituts dont ils deviennent les enseignants, ou encore par les syndicats de bassin. Bureaux d'ingénieurs-conseils, experts et instituts jouent donc un rôle prédominant dans la prise de décision concernant le procédé d'assainissement ou d'épuration. Or l'intérêt évident des experts et instituts est de promouvoir le procédé qui leur appartient, ce qui a un impact certain sur la "morphologie" du parc : on risque de retrouver souvent le procédé de monsieur X dans la région de son institut.

L'exploitation des stations d'épuration est soumise au contrôle des S.T.A.W.A. mais l'auto-contrôle a aussi une large place. Dans le *Land* de Bade-Wurtemberg, par exemple, le Ministère de l'Environnement a contraint les exploitants de stations et de réseaux d'assainissement à de vastes opérations de contrôle (décret relatif à l'auto-contrôle du 9 août 1989). Il est obligatoire de tenir un journal d'exploitation dans lequel sont transcrits les contrôles et les mesures. Selon la taille de la station, les opérations d'auto-contrôle sont à effectuer quotidiennement, hebdomadairement ou mensuellement. Des tests d'étanchéité doivent être régulièrement effectués sur les réseaux d'égouts. Les mesures effectuées lors d'opérations d'auto-contrôle ou de contrôle par les S.T.A.W.A. servent aussi pour le calcul de la redevance prévue par la loi fédérale sur l'eau de 1976.

Le monde de l'ingénierie n'est pas dominé par les "corps" comme en France, mais les ingénieurs de l'eau sont regroupés au sein d'une même association de professionnels **Abwassertechnische Vereinigung eV (A.T.V.)**. Il s'agit d'un organisme privé mais d'intérêt public. Sans but lucratif, il est financé par ses membres. Il regroupe tous les techniciens d'Allemagne, de Suisse et d'Autriche intervenant sur les questions ayant trait aux eaux usées et à l'Environnement (enseignants, gestionnaires municipaux, entreprises, ingénieurs conseil...). Sa mission est de développer les connaissances techniques d'ingénierie (génie civil). Il s'agit de la branche allemande de E.W.P.C.A.. Cet organisme publie un mensuel : *Korrespondenz Abwasser*, le plus grand tirage de journaux allemands traitant d'eau usée. Il assure également la formation initiale et continue du personnel des stations d'épuration. A.T.V. est ainsi responsable d'un diplôme sanctionnant une formation spécialisée en trois ans du personnel non cadre des stations. Cette qualification officielle des ouvriers de l'eau usée est récente ; jusqu'en 1984, les travaux en station étaient confiés à des ouvriers ayant une formation classique d'électricien ou de mécanicien. Par ailleurs, A.T.V. a souvent un rôle consultatif auprès des autorités. Il émet un avis sur toutes les normes techniques et textes réglementaires ayant un rapport avec son activité. Enfin, et surtout, A.T.V. joue un rôle de normalisation très important. Il émet des "feuilles de travail" *Arbeitsblätter*. Il s'agit, nous le verrons plus en détail dans les chapitres relatifs aux réseaux et stations allemands, de textes pararéglementaires qui n'ont, en aucun cas, force de loi. Ils servent de textes de référence pour les techniciens qui restent libres de ne pas les utiliser. En réalité, les "feuilles de travail" les plus importantes sont appliquées par l'ensemble des professionnels. Le Professeur Klauss Imhoff, président de cette association est l'auteur du livre de référence utilisé par tous les techniciens d'épuration. Son père, le Docteur Karl Imhoff, avait joué ce premier rôle fédérateur en matière de choix technique. C'est pourquoi nous serons amenés à évoquer leurs travaux.

II-1-4) Acteurs et institutions chargés de la gestion des services.

- Une tradition de gestion publique locale des services urbains plus forte qu'en France.

La loi fondamentale de la République fédérale garantit l'autonomie des communes : "tout ce qui n'est pas défendu est permis". Les municipalités peuvent donc, au nom de la poursuite du bien-être de leurs habitants, intervenir dans de très nombreux domaines (culture, santé, etc.). L'intervention municipale dans les services urbains a été historiquement facilitée par le droit des villes à mobiliser des caisses d'épargne locales.

La formule la plus répandue regroupe au sein d'une même entreprise municipale plusieurs réseaux urbains (Messenger R., 1984 - Barraqué B., 1993). Ce rassemblement de services n'implique pas, en général, une intégration technique mais répond à l'idée de pouvoir compenser les pertes d'un secteur d'activité grâce aux excédents dégagés par un autre. Ces entreprises municipales sont à capitaux publics ou mixtes, la commune détenant toujours la majorité et souvent la totalité des parts. La tradition cristallisée dans la pratique générale des entreprises municipales est d'avoir un personnel qualifié et nombreux au service des collectivités locales. La concession ou l'affermage à la française sont rares.

Certains organismes régionaux d'assainissement font exception à la règle de la gestion municipale directe. En effet, recouvrant chacune le bassin d'un affluent du Rhin, la *Ruhrverband*, la *Lippeverband*, la *Wupperverband* et l'*Emchergenossenschaft* ignorent les limites communales et desservent chacune plus d'un million d'habitants. Ces associations d'acteurs par bassin ont été les premières en Europe. L'*Emchergenossenschaft*, créée en 1904 a servi de modèle lors de la mise en place des agences financières de bassin en France. Venant en réponse aux effets de la révolution industrielle, cette coopération entre communes ne s'est cependant pas développée dans les autres *Länder* où les problèmes étaient moins cruciaux. Il est à remarquer que les dispositions légales (ordonnances datant de 1937), qui incitaient à la concentration de la gestion des services en la rendant possible, n'ont guère été appliquées au delà de syndicats intercommunaux d'agglomération (comme en France), et, en tout cas, pas dans un esprit de solidarité de bassin.

- Relations entreprise-collectivité.

Les relations entre entreprise et collectivité diffèrent fortement de celles connues en France. Malgré la dissolution des *Konzernen* et des cartels décidée par les alliés à Potsdam en 1945, c'est la concentration des capacités au sein de grands groupes qui caractérise l'industrie allemande. La fourniture des produits et des services du secteur assainissement n'échappe pas à cette règle. Il est donc bien difficile, pour une ville, d'opter pour d'autres matériels que ceux des grands groupes.

Sur le marché des équipements lourds, la concurrence est particulièrement âpre puisque trois des meilleures entreprises européennes sont implantées en Allemagne : Sulzer Gebrüder (Suisse), E.S.M.I.L. (Hollande), Philipp Muller, filiale de Degremont (France). En revanche, l'instrumentation est dominée par S.I.E.M.E.N.S..

Le marché du génie civil est occupé, lui, par des entreprises privées de B.T.P. ou des services techniques de villes qui, comme nous l'avons déjà évoqué, peuvent intervenir sur des communes voisines.

Cependant, la fabrication d'équipements de traitement des eaux reste, pour les industriels allemands, une activité secondaire. L'eau n'est pas appelée à devenir, à la différence de la France, l'axe d'une stratégie de grand groupe industriel. Il n'existe pas de firmes correspondant à la Lyonnaise des Eaux-Dumez ou à la Compagnie Générale des Eaux.

II-2) Le financement des équipements d'assainissement.

II-2-1) La redevance "ABWAG".

La législation cadre de 1976 instaure un système mixte de redevances et de normes. La redevance

est facturée par unité de nocivité.

Le financement des travaux d'assainissement est effectué par les communes, qui peuvent emprunter à des caisses d'épargne locales, et par le *Land*. Ce dernier perçoit les recettes d'une redevance "eau usée". C'est au niveau du *Land* que se définit le détail des modalités de calcul de la redevance, mais pour tout le territoire allemand, la base de calcul du montant reste l'unité de Pollution "SCHADEINHEIT". La redevance est égale à la quantité d'eau usée multipliée par le nombre d'unités de pollution.

Tableau 7 : Valeur d'une unité de pollution.

Polluants et classes de polluants mesurés	Une Unité de Pollution est égale à la quantité suivante	Seuil à ne pas dépasser exprimé en concentration et en charge annuelle
Matière Solide Précipitable avec + de 10% de particules organiques - de 10% de particules organiques	1 m ³ 10 m ³	
Demande Chimique en Oxygène	50 kg oxygène	20 mg/l et 250 kg/an
Phosphore (ajouté en 1990)	3 kg	20 mg/l et 15 kg/an
Nitrate (ajouté en 1990)	25 kg	5 mg/l et 125 kg/an
Composés Organo-Halogénés	2 kg	100 µg et 100 g/an
Mercuré	20 g	1 µg et 100 g/an
Cadmium	100 g	5 µg et 500 g/an
Chrome	500 g	50 µg et 2,5 kg/an
Nickel	500 g	50 µg et 2,5 kg/an
Plomb	500 g	50 µg et 2,5 kg/an
Cuivre	1.000 g	100 µg et 5 kg/an
Toxicité ¹	3.000 m ³ d'effluents/Gf	Gf=2

Gf est le facteur de dilution pour lequel l'effluent n'est plus toxique.

Le taux de la redevance évolue au cours du temps et doit atteindre le taux de 90 DM par Unité de Pollution au 1^{er} janvier 1999. L'évolution a lieu de la manière suivante :

Tableau 8 : Assiette de la redevance "ABWAG".

Date d'entrée en vigueur	Assiette
1981	12,00 DM
1982	18,00 DM
1983	24,00 DM
1984	30,00 DM
1985	36,00 DM
1986	40,00 DM
1991	50,00 DM
1993	60,00 DM
1995	70,00 DM
1997	80,00 DM
1999	90,00 DM

Pour calculer le montant de la redevance, la première opération consiste à déterminer le nombre d'unités de pollution contenues dans les rejets annuels d'un redevable en fonction de chacun des paramètres cités ci-dessus. Ensuite, pour chacun des paramètres pris en compte pour calculer la redevance, des "valeurs de surveillance" (*Überwachungswerte*) sont fixées dans l'arrêté d'autorisation. Il s'agit de concentrations maximales exprimées en fonction d'une analyse effectuée pendant un intervalle de deux ou vingt-quatre heures. La tendance va au raccourcissement de cette durée. Si ces valeurs sont dépassées il y a augmentation du nombre d'unités de pollution, en proportion du pourcentage de dépassements évalué par rapport à la valeur de surveillance. Si le dépassement ne se produit qu'une fois, le pourcentage de dépassement est divisé par deux. S'il se produit plusieurs fois, le pourcentage n'est pas réduit. Ce dernier est calculé par rapport au dépassement le plus élevé de la période prise en considération (les cinq dernières mesures de l'administration). Par exemple, sur la série suivante de mesures : 80, 90,

¹ Elle est déterminée par rapport aux réactions d'une espèce de poisson : *Leuciscus Idus Melanatus*.

70, 75, 120, la valeur de surveillance étant 100 le nombre des unités de pollution va être augmenté de 10% puisque le pourcentage de dépassement est de 20% et qu'il ne s'est produit qu'une seule fois.

La redevance peut aussi être réduite si le pollueur est à 25% en dessous des valeurs de l'autorisation.

Dans les cas où il n'existe pas d'autorisation administrative de rejets, ou bien si l'acte d'autorisation ne contient pas de valeurs de surveillance mais seulement des prescriptions de dépôts ou d'enfouissement par exemple, une redevance doit néanmoins être payée. Sa détermination se fait alors selon d'autres méthodes. Le responsable du rejet peut déclarer lui-même quelle valeur de surveillance il est en mesure de respecter sur une année. C'est alors cette valeur qui servira à déterminer le nombre d'unités de pollution. Si le responsable des rejets ne fait pas cette déclaration ou s'il n'est pas en mesure de la faire, la valeur retenue sera celle qui résulte du contrôle effectué par l'administration. Une seule valeur de contrôle suffit. En l'absence de valeur déclarée ou de valeur établie sur la base d'un contrôle, on procède par estimation de la charge polluante.

La plupart des fonctionnaires du Ministère de l'Environnement souhaitent que la redevance atteigne le niveau d'incitation selon la théorie marginaliste du principe "pollueur-payeur". L'objectif était de remplacer le permis de polluer. Il faut bien reconnaître que leur point de vue n'a pas prévalu. Non seulement le taux de la redevance est loin d'être incitatif, mais la loi prévoit des exceptions dans les délais d'application selon les branches d'activités et les régions. Par ailleurs, il y a eu, et il y a encore, beaucoup de contestations locales sur l'évaluation de son assiette et les tribunaux autorisent à ne pas payer tant que le jugement n'est pas rendu (Gurtler F., 1985).

Plus incitatif et plus efficace est le système de réductions de taxe s'il y a création d'une nouvelle station d'épuration permettant de réduire les unités de pollution d'au moins 20%.

D'une manière plus générale il convient de noter une incompatibilité entre la redevance et la tradition de cinq cents ans de permis de polluer renouvelée et renforcée par la loi fédérale sur l'eau de 1957. Les organisations de contrôle des rejets utilisent plutôt les valeurs maxima que le pollueur est autorisé à rejeter d'après son permit que les unités de pollution, base officielle de calcul de la redevance. Les "exigences minima" sont appliquées avec une telle force que l'effet de la redevance s'en trouve restreint de manière significative. En fait, la redevance n'est payée que par ceux qui ne satisfont pas aux "exigences minima", les autres ne payent que la moitié de la redevance (Gurtler F., 1985).

La redevance est collectée par les *Länder* et versée au budget général. Il n'existe pas, en la matière, de budget annexe. Cependant, la loi "ABWAG" prévoit que l'intégralité des ressources dégagée par cette redevance soit redistribuée à des investissements relatifs à l'eau. Cette organisation est donc assez différente de celle de la France où la redevance prélevée par les Agences de l'Eau ne passe pas par l'État.

Par ailleurs, à la différence de la France, la redevance est payée par le "pollueur final", celui qui rejette directement. Autrement dit 90% des firmes allemandes ne payent pas, car elles sont raccordées aux égouts publics ou sont membres d'associations d'eaux usées. Elles ne sont donc pas directement concernées par les factures locales. En effet, au niveau de la facturation de l'eau, on pratique un prix moyen (comme cela se fait aux U.S.A.) puis le coût de l'assainissement est inclus dans le coût de l'eau potable. Par conséquent, si une entreprise consomme très peu d'eau, mais pollue énormément, il se produit un transfert de charge financière sur les consommateurs. Cependant, les communes savent se retourner contre les industriels et leur imposer des normes plus sévères, ou les faire payer.

Cette redevance, dont le prélèvement nécessite des mesures de rejets, a eu cependant une conséquence très positive : la compétence technique de l'administration de l'eau s'est accrue, les mesures et le suivi se sont améliorés de manière notable.

La redevance doit, en général, comptabiliser les frais engendrés par la collecte et le traitement des eaux pluviales : l'article premier du chapitre 7 de la loi sur la taxation du rejet des eaux usées dans le milieu aquatique précise que, pour chaque habitant dont le réseau d'égout n'est pas équipé d'un bassin d'orage, la redevance payée par la municipalité est augmentée de 12%. Cependant, les lois d'application de la loi cadre, prises à l'échelon du *Land*, peuvent exempter des villes du forfait des eaux pluviales. En effet, l'article 2 permet un assouplissement de la réglementation par les *Länder*, fait exceptionnel en droit constitutionnel allemand. Cet article précise que "*les Länder peuvent décider dans quelles conditions le rejet d'eaux de pluie restera entièrement ou en partie exempt de taxe*".

II-2-2) Le prix de l'eau.

Depuis 1959, le prix de l'eau est libre dans les anciens *Länder* de l'Allemagne. Les autorités publiques sont obligées d'opérer sur une base commerciale et donc chargées d'évaluer un prix de l'eau, correspondant aux coûts du moment. L'entreprise communale doit ainsi réaliser un excédent dans le but d'assurer les investissements productifs nécessaires. Néanmoins, dans les zones où les désavantages structurels requièrent des compensations (habitat dispersé, alimentation supra-régionale à longue distance...), des fonds publics sont disponibles pour l'approvisionnement en eau.

La facture d'eau allemande repose sur le même principe que la facture française puisque c'est le paiement au m³ d'eau potable consommé qui est en vigueur. Comme en France, l'eau doit être vendue au consommateur après mesure du volume consommé au compteur. Consommateurs et installateurs sont tenus d'observer les règles de l'art reconnues pour la mise en oeuvre et l'utilisation des installations de comptage. La principale différence par rapport à la France réside dans le fait que la plupart des citoyens allemands reçoivent une seule facture pour l'eau, le gaz, l'électricité, et, parfois, le téléphone et la redevance télévision. La facture d'eau regroupe l'eau potable et l'assainissement, plus la répercussion de la redevance-pollution.

L'eau potable est vendue en moyenne une fois et demi plus cher qu'en France, avec de grandes variations d'un endroit à l'autre. Ce prix plus élevé s'explique par la plus grande difficulté à potabiliser la ressource, mais aussi et surtout, par l'effort d'assainissement et d'épuration qui représente près des 2/3 de la facture en Allemagne contre 40% de la facture en France.

L'usager paye :

- pour l'eau potable : le prix de l'eau, un prix de base mensuel, équivalent à un abonnement ainsi que la TVA de 7%,
- pour les eaux usées, la redevance communale d'assainissement qui, à la différence de la redevance "ABWAG" n'est pas payée par le pollueur final mais par les usagers des réseaux publics. Cette redevance comprend : une partie pour l'épuration et une partie pour les précipitations tombant sur chaque terrain. La partie relative aux eaux de pluie est calculée selon des critères variant en fonction des villes (longueur du terrain en bordure de rue, superficie du terrain, profondeur).

Enfin, dans le *land* du Bade Wurtemberg, a été institué le *Wasserpfennig*. Il s'agit en principe d'un prélèvement supplémentaire par m³ d'eau potable consommé. En réalité, il est payé directement par les compagnies des eaux qui le font, en retour, payer par les consommateurs. Le montant peut donc varier d'une commune à l'autre mais il a été estimé en 1992 à 16 DM (56 Fr.) par an pour une famille moyenne. Il est destiné à alimenter un fond pour la lutte contre les nitrates et les pesticides de l'agriculture. Dans les périmètres de captage (qui représentent 20% de la surface du *Land*), il ne doit pas rester plus de 80 kg de nitrates à l'hectare en fin de saison culturale. Si ce reste atteint moins de 40 kg par hectare, l'agriculteur reçoit une compensation de 300 DM/ha provenant de ce fonds. Ce système est cependant menacé par les dispositions des accords du G.A.T.T. qui visent à supprimer les "subventions déguisées" aux agriculteurs.

II-3) Les principes auxquels doivent répondre les actions publiques et affectations des sources de financement.

Tableau 9 : Principaux textes relatifs aux eaux usées.

Niveau	Textes réglementaires	Principales dispositions	Textes para-réglementaires	Caractéristiques
<i>Bund</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Ordonnances de 1937 sur les associations de gestion des eaux (Wasserverbände) - Loi fédérale sur l'aménagement des eaux de 1957 (WHG) - Loi fédérale sur les redevances eaux usées de 1976 (ABWAG) - Dispositions cadres du 8/11/1989 fixant de nouvelles concentrations maximales admissibles (entrées en vigueur le 1/1/90) 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigences minima - Permis - Redevance 	<ul style="list-style-type: none"> - Textes émis par <i>La. Wa.</i> - LA. WA. 2000 	<ul style="list-style-type: none"> - Normes techniques
<i>Land</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Lois du <i>Land</i> précisant les lois fédérales - Ordonnance sur les agences de bassins rarement utilisée 	<ul style="list-style-type: none"> - Variables selon les <i>Länder</i> - Renforcement de la sévérité des dispositions possibles - Allègement impossible 	<ul style="list-style-type: none"> - Les dispositions de ces textes sont intégrées aux conditions nécessaires pour la délivrance d'un permis de polluer 	<ul style="list-style-type: none"> - Variables selon les <i>Länder</i> - Appliquées par administrations techniques.

La base juridique de la gestion de l'eau en Allemagne est constituée par les lois fédérales sur l'eau de 1957 et 1976 (cf. tableau ci-dessus). Le droit de l'eau, en tant que domaine juridique particulier, était inconnu en Allemagne jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle. Certains aspects précis, tels que le droit des cours d'eau privés, des digues et des associations de gestion des eaux étaient couverts par des lois spécifiques. Les dispositions concernant les autres domaines étaient dispersées dans une multitude de lois.

La loi fédérale du 27/07/57 et ses amendements se rapportent avant tout à la protection et à la gestion de la ressource en eau potable. Son principe fondamental énoncé en article 2 est le suivant : "l'utilisation de l'eau est subordonnée à la délivrance d'un permis ou d'une licence par les autorités. Un permis ou une licence ne constitue pas un **droit** à une alimentation en eau d'une quantité ou d'une qualité déterminée."

En ce qui concerne la gestion de l'eau dans son ensemble, la première pièce maîtresse de la législation à être adoptée fut l'ordonnance sur les Syndicats de Bassin de 1937. Elle est demeurée en vigueur après 1945 et des Associations d'acteurs par Bassins peuvent toujours être créées dans le cadre de ce texte qui incitait les communes à se réorganiser pour leur gestion de l'eau sur le modèle des grandes associations de la Ruhr. En fait, les associations sont créées en vertu de lois votées spécialement par les *länder* ou encore en vertu de textes relatifs aux droits des autorités locales et à la coopération entre ces autorités.

L'arsenal des outils de lutte contre la pollution a évolué. La traditionnelle réglementation de rejet fondée sur les autorisations de déversement, appelées encore "permis de polluer", a été complétée avec la loi de 1976 par des mesures d'incitation économique.

Avant 1976, il existait déjà deux types de normes relatives au contrôle des rejets :

- les textes émis par le D.V.G.W., l'association des professionnels de l'eau potable,
- les normes de traitement, mises au point par la commission des *Länder* pour la qualité de l'eau (*Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, La. Wa.*) correspondant aux concentrations d'effluents pouvant être obtenues par les meilleures technologies de traitement disponibles.

Ces deux types de textes, qui sont toujours utilisés, n'ont pas de valeur légale opposable au tiers mais les administrations techniques (S.T.A.W.A. ou *Wasserwirtschaftämter*) les appliquent, une fois approuvés par les *Länder*, en les intégrant dans les conditions nécessaires pour la délivrance d'un permis de polluer. Ces autorisations de rejets peuvent être retirées à tout moment, sans dédommagement.

II-3-1) Les lois fédérales.

Depuis 1976, deux textes fédéraux régissent les rejets d'eaux usées :

- la loi fédérale sur l'eau, dite loi WHG (*Wasserhaushaltgesetz*). Elle décrit le régime des permis de rejets ou "exigences minima" ;
- la loi fédérale de redevance sur les rejets, dite loi ABWAG (*Abwasserabgabengesetz*). Elle définit le principe de la taxation.

Cette réglementation cadre est entrée en application en janvier 1981.

L'objectif de la loi fédérale sur l'eau dite loi WHG (*Wasserhaushaltgesetz*) est la gestion des eaux de surface, des eaux souterraines et des eaux côtières. La loi se place dans une perspective générale de préservation des ressources en eau tant en ce qui concerne sa quantité que sa qualité. L'approche générale de ce texte est axée sur les usages de l'eau, le droit de propriété est limité sur différents plans : les propriétaires sont tenus de tolérer que les tiers utilisent les eaux qui coulent sur leurs propriétés sans avoir droit à une indemnisation et ils ne peuvent prétendre utiliser ces eaux comme ils l'entendent.

Le principe qui régit l'utilisation de l'eau est donc celui de l'autorisation préalable à tout usage. Le principe d'interdiction sous réserve d'autorisation a été très critiqué lors de l'adoption de la loi car l'industrie souhaitait que soit retenu le principe selon lequel toute utilisation de l'eau non nocive pour le bien commun devait être exemptée d'autorisation. L'échec de sa tentative montre que la tradition communautaire du droit de l'eau a prévalu.

Les critères de délivrance des autorisations sont riches en enseignement sur les priorités allemandes en matière de gestion des eaux. Ils sont énoncés par les articles 6 et 7 de la loi. L'article 6 crée le cadre dans lequel l'autorité d'autorisation prend sa décision. Elle a de larges pouvoirs d'appréciation puisque l'article prévoit que l'autorisation doit être refusée si l'on peut s'attendre à ce que l'utilisation envisagée conduise à une atteinte au bien de la collectivité, en particulier à une mise en danger de l'approvisionnement en eau qui ne peut pas être évitée ou compensée par des obligations imposées à l'utilisateur ou par des mesures prises par l'administration ou les syndicats des eaux (*Verbände*). Ce principe institue une protection minimale de l'élément eau, sans pour autant permettre d'interdire des rejets dans des eaux déjà fortement polluées. L'article 7a contient les autres critères que doit respecter l'administration pour autoriser des utilisations de l'eau. Il est limité aux rejets d'eaux usées : "Une autorisation de rejet des eaux usées ne peut être accordée que si la quantité et la nocivité de ces eaux sont aussi réduites que le permet l'application des procédés possibles en fonction des règles de la technique généralement reconnues". Le caractère générale de cette clause risque de constituer un sérieux obstacle à une approche différenciée selon la fragilité du milieu. Le respect de l'article 7a s'impose donc, même dans le cas où la qualité du cours d'eau concerné ne le rend pas nécessaire. Cette approche est justifiée par les juristes allemands par le fait que la loi donne la priorité au principe de prévention et au principe pollueur payeur et que "l'expérience montre que seules les exigences identiques pour tous les utilisateurs sont vraiment réalisables".

Le concept de "règles de la technique généralement reconnues" (*allgemein anerkannte Regeln der Technik-aarTdT*), se distingue d'autres formulations du droit allemand telles que "l'état de la technique" (*Stand der technik-Sdt*) ou l'état de la science et de la technique. Il est moins sévère que ces dernières expressions et correspond aux connaissances techniques décrites dans les magazines, les manuels, les comités des normalisations... La connaissance générale résulte de l'utilisation pratique qui a démontré que ces règles sont praticables. **Ce principe incite fortement les professionnels de l'eau allemands à utiliser les "feuilles de travail" d'A.T.V. même si, dans l'absolu, elles n'ont aucun caractère obligatoire.**

L'autre principe important édicté par l'article 7a est celui des exigences minima. La loi WHG stipule, rappelons-le, "qu'une autorisation de rejet des eaux usées ne peut être accordée que si la quantité et la nocivité de ces eaux sont aussi réduites que le permet l'application des procédés possibles en fonction des règles de la technique généralement reconnues". Ces exigences sur une quantité et une toxicité d'effluent aussi basses que possible sont appelées "exigences minima". Dans un but d'uniformisation de ces exigences, le gouvernement fédéral est autorisé à édicter des règles administratives générales qui déterminent clairement le sens des termes "en application des procédures fondées sur les règles généralement admises de la technologie". Ces règlements doivent recevoir l'accord du *Bundesrat*. Au niveau du *Land*, les exigences peuvent être renforcées, mais en aucun cas l'État membre ne peut être plus permissif que l'exigence fixée par le *Bund*. Ces exigences minima sont appliquées sur tout le territoire des anciens Landers de l'Allemagne, et ce, sans prise en compte de la fragilité plus ou moins grande du milieu récepteur. Elles se traduisent par des normes d'émission exprimées sous forme de concentration et/ou de charge en polluants. Elles diffèrent selon les catégories

d'eaux usées domestiques et industrielles.

Les exigences minima applicables aux villes allemandes ont été modifiées par une disposition cadre en date du 8 novembre 1989. Elles ont posé, d'ailleurs, certains problèmes. En effet, lors d'un premier entretien en avril 1990, le docteur Klaus Imhoff¹, nous a expliqué que le *Bund*, sans doute par peur du mouvement vert le plus puissant d'Europe, a édicté une disposition-cadre relative aux effluents rejetés par les collectivités locales très sévère (cf. tableau ci-après).

Tableau 10 : Valeurs maximales admises,
Rahmen-Abwasser VwV, Anhang 1, 1989.

	D.C.O mg/l	D.B.O mg/l	NH ₄ -N mg/l	P mg/l
moins de 1.000 éq hab	150	40	/	/
de 1.000 à 5.000 éq hab	110	25	/	/
de 5.000 à 20.000 éq hab	90	20	10	/
de 20.000 à 100.000 éq hab	90	20	10	2
plus de 100.000 éq hab	75	15	10	1

Cette mesure, qui avait pour but premier d'éviter les critiques des écologistes a, en fait, été très mal acceptée par les *Länder*. Par sa sévérité, ce texte ne leur laisse aucune marge de manoeuvre et revient à une centralisation de fait des compétences en matière d'épuration. Le fait que cette norme concerne les installations existantes a eu de grandes conséquences en matière de pratiques. En effet, les limites imposées par ce texte condamnent explicitement tous les lits bactériens d'une capacité supérieure à 5.000 équivalents-habitants au profit de boues activées permettant la dénitrification biologique. Nous verrons plus loin quel impact cette norme a sur les choix techniques.

II-3-2) La planification.

La loi cadre de 1976 (WHG) prévoit par son article 36 que des plans-cadres de gestion doivent être établis pour un cours d'eau, un bassin, un espace économique, dans leur totalité ou en partie, afin d'y assurer les conditions de gestion des eaux nécessaires au développement de la vie et de l'économie. Le maintien des ressources en eau, la lutte contre la pollution, la protection contre les crues et l'aménagement du territoire sont les buts de ces plans. Ils doivent être établis dans chaque *Land* selon les règles fédérales. L'objectif de ces plans est de permettre le maximum de fonctions possibles des eaux, dans le respect des nécessités de l'aménagement du territoire et des données de l'environnement. Les différentes utilisations doivent être prévues, ainsi que la qualité que devront avoir les cours d'eau et les mesures à prendre pour atteindre cette qualité. En 1981, seuls 18% de la surface de la R.F.A. étaient concernés par ces plans, mais fin 1989 la totalité des anciens *Länder* de l'Allemagne avait réalisé le classement de leurs cours d'eau et la plupart avaient publié un plan. Les critères de qualité pour le classement des cours d'eau sont définis dans un décret fédéral de 1978. Y sont définies sept classes d'eau courante :

- classe de qualité I : pour les cours d'eau non ou à peine pollués qui peuvent être considérés comme des eaux de ponte pour les poissons nobles,
- classe de qualité I/II : pour des cours d'eau propres à l'habitat piscicole,
- classe de qualité II : pour des cours d'eau moyennement pollués mais qui restent néanmoins des eaux piscicoles,
- classe de qualité II/III et III : pour des cours d'eau où le manque d'oxygène conduit occasionnellement ou périodiquement à de fortes pertes de poissons,
- classe de qualité III/IV et IV : pour des cours d'eau où la pollution est si forte qu'il n'y a plus de vie piscicole.

Outre ces sept classes, existent quatre classes trophiques pour les eaux stagnantes et des critères physiques et chimiques sont établis. Les eaux courantes doivent être répertoriées selon les classes de qualité, la température, la teneur en oxygène, la teneur en D.C.O.. Pour les eaux stagnantes, il faut en outre indiquer la teneur en phosphates et en nitrates.

¹ Directeur de "l'association de bassin de la Rhur" (*Rhurverband*) et aujourd'hui président d'ATV. Il fait autorité outre Rhin et a acquis une notoriété internationale en matière de gestion de l'eau.

Selon l'article 36b alinéa 6, les autorisations de rejets ne peuvent être données lorsqu'il n'existe pas de plan de gestion, que si le bien commun l'exige. Il y a obligation d'établir des plans lorsque les utilisations peuvent porter atteinte à l'approvisionnement en eau ou lorsque ceci est nécessaire pour l'exécution d'accords interétatiques ou en cas de décision contraignante de la Communauté Européenne.

II-3-3) *La. Wa. 2000*, un texte para-réglementaire important.

En dehors des textes de loi fédéraux décrits précédemment, existent des textes para-réglementaires élaborés par la commission des *Länder* pour la qualité de l'eau (*La.Wa.*) comme nous l'avons précisé en introduction du chapitre II.

Le texte dit *La.Wa. 2000* paru en mars 1990 fixe "les exigences de la gestion de l'eau pour une politique progressiste de protection des eaux". Ces exigences restent très générales, mais ce texte réaffirme le système des "exigences minima" mis en place par la loi *W. H.G.* de 1976. Il réaffirme le droit à l'information en matière de pollution. En effet, l'article 6 des principes généraux stipule que "les données concernant l'environnement doivent être publiées sous une forme appropriée, en fonction des besoins de l'information."

Ce texte définit les relations entre législation communautaire et législation de la fédération. Il place ni plus ni moins la législation de l'eau allemande sous la tutelle de la Commission Européenne puisque l'article 5 des principes généraux précise que "cette Commission est tenue de veiller à ce que les objectifs pour lesquels la politique communautaire de protection des eaux est engagée, soient réalisés dans les États membres. Il devra ressortir des rapports que les États membres sont tenus de fournir dans ce cadre que les législations nationales respectent la législation communautaire. Cet aspect sera cautionné par des mémoires techniques qui permettent à la Commission de juger de l'opportunité et de l'efficacité de la législation communautaire pour la protection des systèmes aquatiques et d'édicter, s'il y a lieu, les directives pour les modifications et les avis de rectification".

CONCLUSION DU CHAPITRE 1.

Les différences d'organisation des institutions entre France et Allemagne sont donc radicales. Le jeu des acteurs y est fort différent. En Allemagne, malgré une certaine centralisation, l'échelon local reste bien plus fort pour tout ce qui concerne la construction des normes écrites et les choix techniques. Cela a-t-il entraîné une différence au niveau de l'impact de ces normes sur les pratiques ? Les normes ont-elles plus d'influence en Allemagne ?

Nous allons donc, dans les trois parties suivantes, retracer l'évolution des normes et des choix techniques dans les deux pays en ce qui concerne les réseaux, les stations d'épuration, et les dispositifs d'assainissement autonome.

CHAPITRE 2 : LES RÉSEAUX.

D'un point de vue purement technique, le modèle de réseau utilisé dans le monde industrialisé est un ensemble de conduites, liées entre elles. Ces tuyaux, installés sous terre dans les zones urbanisées, communiquent avec la surface par les branchements, les bouches, les avaloirs et les exutoires. Avaloirs et bouches assurent la liaison avec la surface libre alors que les branchements assurent l'évacuation de l'eau des bâtiments. Les conduites communiquent avec le "milieu naturel" par des déversoirs d'orage, des bassins de pollutions et les exutoires.

Les canalisations, de type secondaire ou primaire, ainsi que les émissaires ne constituent pas un réseau d'assainissement à eux seuls. Les regards de visite et d'accès, les stations de pompage, les bassins de décantation, les bassins de retenue, les stations d'épuration constituent autant de points singulier du réseau.

L'ensemble des collecteurs, c'est-à-dire le corps central du réseau, présente une structure physique dépendant de :

- sa localisation géographique par rapport au milieu urbain ou aux infrastructures. Les canalisations se situent, en général à une profondeur moyenne allant de 2 à 2,5 mètres.
- la géométrie et l'aspect physique des différentes parties composant le réseau. La section des canalisations est, la plupart du temps, de forme ovoïde ou circulaire. Les diamètres des tuyaux, directement déterminés par le débit des effluents transportés, vont de 150 millimètres pour les branchements, à 2.000 voire 4.000 millimètres pour les grands émissaires.
- les liaisons et relations existant entre les différentes canalisations et les différents points de réseau précités, qui s'y interposent (Triantafillou C., 1987).

Les adeptes de la doctrine des miasmes élaborée par le mouvement hygiéniste ont affecté au réseau d'assainissement urbain le but premier de recueillir les effluents produits dans la ville et de les déverser dans le milieu récepteur après traitement éventuel des eaux usées en station d'épuration. Le milieu récepteur est principalement le réseau hydrographique de surface et la mer, parfois aussi du sol et des nappes souterraines.

Le réseau public d'assainissement recueille les différents effluents urbains, les eaux pluviales ou de ruissellement, les eaux usées ménagères, les excréments humains, et certaines eaux industrielles ayant subi ou non un prétraitement.

Trois systèmes de collecte sont utilisés actuellement, le séparatif, l'unitaire et le pseudo-séparatif. Le système séparatif consiste à réserver un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques auxquelles viennent parfois s'ajouter des effluents industriels. L'évacuation des eaux pluviales est assurée par un autre réseau. Ce dernier peut être constitué de canalisations, de fossés ou de caniveaux..., l'écoulement superficiel est aussi utilisé. Le système unitaire permet, lui, d'évacuer les eaux usées et pluviales par un seul réseau. Ces réseaux sont pourvus de déversoirs permettant, en cas d'orage, le rejet direct par surverse d'une partie des eaux dans le milieu récepteur. Le réseau pseudo-séparatif n'est utilisé qu'exceptionnellement. C'est un réseau séparatif particulier puisque le réseau d'évacuation des eaux usées reçoit certaines eaux pluviales provenant des propriétés riveraines telles que les eaux des toitures, des caves... Dans ce dernier cas, la fonction du réseau d'évacuation des eaux pluviales est réduite à la collecte et à l'évacuation des eaux ruisselant sur les chaussées et les trottoirs. Ce sont là les trois seules variantes existantes du réseau d'assainissement.

C'est la voie gravitaire qui est utilisée, en général, pour le transport par réseau. Une pente des collecteurs est donc nécessaire. L'eau est utilisée pour la propagation des matières solides. L'utilisation des W.C. à chasse d'eau est donc obligatoire pour une évacuation satisfaisante des excréments. Des stations de relèvement sont cependant fréquemment mises en place dans le cas de terrains plats ou accidentés. De manière très marginale, des réseaux sous pression ou dépression sont installés en cas de terrains très plats et difficiles à assainir (Poujol T., 1990).

D) LA SITUATION FRANÇAISE.

I-1) Évolution des normes écrites.

La lutte contre les inondations est, historiquement, la première fonction qui a été attribuée au

réseau d'assainissement. Les fossés, qui sont en fait des canalisations dans leur forme la plus primitive, visaient à débarrasser les centres urbains des eaux de pluie. Ces dernières menaçaient les habitants et perturbaient les activités commerciales des villes, freinant ainsi leur développement (Dupuy G., 1978). L'installation du réseau d'égouts de Paris correspond à d'autres motivations s'ajoutant à celle-ci. La mise en place, au milieu du XIX^{ème} siècle, du réseau parisien avait pour but premier de servir au lavage des rues pour la concrétisation de l'image de la belle ville dans l'ordre bourgeois (Knaebel G. et Dupuy G., 1982). Ceci est évident lorsque l'on regarde un plan du réseau d'égouts parisien dans les années 1860. Le dispositif d'assainissement a été réalisé presque exclusivement dans les quartiers du centre et de l'ouest de la ville. A l'opposé, dans les quartiers périphériques nord-est et sud-est, seules les lignes principales destinées à écouler les eaux pluviales d'un quartier ont été installées.

La protection de la santé publique est devenue une fonction du réseau grâce au triomphe du mouvement hygiéniste à la fin du XIX^{ème} siècle. L'instauration du tout-à-l'égout et du W.C. à chasse d'eau constitue une solution radicale en matière d'assainissement. Elle coïncide avec l'imposition des nouveaux principes d'hygiène au rang des plus grandes valeurs par la nouvelle classe dominante (Goubert J.P., 1990). Les épidémies du XIX^{ème} siècle, dont la ville a été le théâtre, ont joué un rôle de catalyseur dans ce processus social.

Paris, la première ville française à être équipée de canalisations de manière systématique, constitue alors une référence essentielle dès que l'on envisage, vers la fin du XIX^{ème} siècle, l'équipement d'autres villes. Certains projets tendaient à transférer purement et simplement ce modèle, mais, devant l'impossibilité pour les autres villes de mobiliser des ressources financières du même ordre de grandeur que la capitale, le modèle original a subi des modifications : les réseaux construits n'abritent plus d'autres réseaux (eau, gaz...) et ils évacuent uniquement les eaux usées et les eaux pluviales. Les conduites visitables ne sont plus employées et le produit du balayage des chaussées ne peut plus être évacué par les égouts. L'enjeu est alors de concevoir des réseaux selon le double critère de l'économie et de l'hygiène, en les dimensionnant au plus juste et en limitant uniquement à leur rôle à l'évacuation hydraulique.

La prise en compte des facteurs influençant les débits réels à recueillir dans les canalisations reste très floue au début du XX^{ème} siècle. En l'absence de règle de calcul précise, les opérations d'assainissement souffrent alors de fluctuations importantes allant de la sous-estimation des données par souci d'économie à la surestimation par souci de sécurité.

En se fondant sur des mesures effectuées sur des réseaux existants, et plus particulièrement sur celui de Paris, l'ingénieur Pierre Koch propose, en 1930, un premier essai de formalisation de la question des eaux pluviales (Chatzis K, 1993). Il raisonne selon la *méthode rationnelle*¹ et adopte, en conséquence la formule $Q = CIA$ avec Q = débit des eaux pluviales à recueillir en l/h/s, C = coefficient de ruissellement, I = intensité de la pluie de projet et A = superficie du bassin versant.

Le principe de la méthode rationnelle est de séparer les différents moments du processus d'écoulement des eaux pluviales, puis de procéder à l'étude systématique de chacun d'eux et de leur influence sur le déroulement du phénomène. Pierre Koch propose de prendre en compte les variations de cadence des précipitations en fonction de la durée de la pluie, de nombre de jours pluvieux par an mais surtout de la direction des orages, de la répartition et la distribution de la pluie dans l'espace. Afin de tenir compte des degrés d'imperméabilisation des surfaces qui influencent le ruissellement des eaux précipitées, Koch utilise des coefficients de rétention variant selon la nature de la surface (toit, voirie, jardins...). Il utilise aussi un coefficient de retard résultant du niveau de la précipitation et du remplissage des ouvrages avant que soit atteinte la vitesse d'écoulement maximale. Enfin, la détermination de l'aire d'apport est susceptible d'être corrigée par un coefficient d'apport tenant compte du rapport entre la surface contribuant effectivement à la formation de pointes d'écoulement et la surface totale du bassin versant.

Cette démarche a été fortement influencée par celle des experts allemands qui constituent alors la référence en matière d'assainissement : le docteur Karl Imhoff et le docteur Mahr, respectivement présidents de la *Ruhrverband* et de la *Wuppverband*, deux syndicats de bassins. P. Koch a d'ailleurs été, après Fontaines, le traducteur de l'ouvrage de Karl Imhoff : *Taschenbuch der Stadtentwässerung* (livre de référence pour l'assainissement des villes).

Après cette première étape, la tendance à une normalisation nationale relativement radicale des pratiques s'est amplifiée. Elle est justifiée par les problèmes financiers des collectivités locales. Les

¹ Méthode mise au point aux Etats-Unis et importée en Europe par des ingénieurs allemands.

communes n'avaient pas les moyens de financer les travaux d'assainissement rendus obligatoires par les lois d'urbanisme de 1919 et de 1924. Cette carence ne pouvait qu'entraîner une prise en charge par l'État central du financement des études et des travaux de manière complète ou partielle. La contrepartie à cette participation a été une extension du contrôle de l'État par la voie d'une normalisation des procédures. C'est dans cette optique que la loi du 15 juin 1943 mettait à la charge de l'État les dépenses générées par la rédaction des programmes d'aménagement et des avant-projets sanitaires qui doivent les accompagner. Cette procédure avait pour but principal de *"décharger les collectivités locales de tout souci d'ordre financier à l'égard de ces opérations et de leur ôter du même coup le prétexte d'une défaillance dans le respect de leurs obligations"* (Koch P., 1967). Cette loi, comme ces propos, sont révélateurs de la volonté centralisatrice des représentants de l'État et de leur défiance envers les collectivités locales. Ce type de mesures ne pouvait aller que dans le sens d'une confiscation plus ou moins complète de l'expertise locale et accroître celle, déjà très forte des ingénieurs et techniciens des services de l'État. Ce mouvement de centralisation se trouve renforcé et accéléré lors de la reconstruction. Le ministère de la reconstruction et de l'urbanisme met en place dès 1942 la commission dite "Caquot" chargée de reprendre et de synthétiser les différents travaux réglementaires déjà effectués. Bien que l'on ait donné à cette commission le nom de l'ingénieur général des Ponts et Chaussées qui a mené les travaux les plus théoriques sur l'assainissement, elle est présidée en fait par P. Koch. Les travaux de cette commission aboutissent à la publication de la circulaire CG 1333 dite circulaire "Caquot", le 22 février 1949.

La circulaire "Caquot" constitue le premier texte réglementaire qui rassemble en une seule brochure tous les problèmes rencontrés lors d'une opération d'assainissement, de la phase de conception au dimensionnement des ouvrages. Sur la plupart des aspects, elle reprend les acquis du passé, en poussant plus loin l'effort de rationalisation. Cependant, on observe toujours les mêmes approximations empiriques qu'auparavant pour la détermination du seuil des déversoirs d'orage, ou pour le calcul du débit des eaux usées (Knaebel G. et Dupuy G., 1982). C'est pour la détermination des débits des eaux pluviales que l'effort de rationalisation a été le plus poussé. Différents paramètres tels que les pertes par évaporation et par infiltration, la capacité de remplissage du réseau, la non-simultanéité du début de la pluie sur divers points du bassin versant, et l'étalement de l'écoulement dans le réseau de l'amont vers l'aval donnaient lieu à l'emploi de coefficients dont les valeurs étaient fixées très approximativement. Afin de pallier ces incertitudes, le groupe de travail a élaboré une formule dans laquelle certains de ces paramètres étaient introduits sous une forme raisonnée et quantifiée dont voici l'expression :

$$Q = \left(\frac{a \cdot \mu}{6(\beta + \delta)} \right)^b \cdot \frac{1}{1 - bf} \cdot 1^{\frac{bc}{1 - bf}} \cdot (1 - \gamma)^{\frac{1}{1 - bf}} \cdot A^{\frac{bd \cdot e + 1}{1 - bf}}$$

Avec :

Q = débit recherché

A = superficie du bassin versant

(1-γ) = coefficient de ruissellement C (γ désigne la fraction évaporée ou infiltrée des pluies, inférieure à 1)

En simplifiant on peut faire correspondre aux différents coefficients les facteurs suivants : pour A³, l'inégale répartition de la pluie dans l'espace; pour μ, la forme du bassin; pour β et δ, la capacité du réseau. μ, c, d, f, interviennent dans le calcul du temps de concentration. a et b sont les paramètres de l'intensité moyenne des précipitations enregistrées dans la région considérée.

Cependant, cette rationalisation ne venait pas de la seule recherche d'une plus grande rigueur scientifique. Le but recherché, qui imprègne toute la circulaire, était aussi de réduire l'utilisation des coefficients personnels des ingénieurs de terrain dans les opérations de calcul. Ainsi pour le dimensionnement des canalisations, les techniciens n'avaient qu'à définir les données les plus simples puis se reporter à des abaques annexés à la circulaire, pour déterminer la valeur du débit Q. Un autre abaque livre la section des canalisations, en fonction de la pente et du débit : tout au plus les coefficients a et b pouvaient-ils être rectifiés pour des régions à pluviométrie très différente de celle de la région parisienne. Néanmoins, la rectification devait être justifiée par l'existence de séries statistiques portant sur des périodes étendues. Cela est donc resté exceptionnel puisque seule la région de Montpellier a utilisé des coefficients différents. En fait, cette formule ne laissait pas de marge de manoeuvre aux techniciens sanitaires sauf sur le choix d'une autre période de retour de l'insuffisance du réseau et la correction de la formule pour un bassin versant d'une forme sensiblement différente de la forme canonique.

Comme l'ont noté G. Knaebel et G. Dupuy : *"La circulaire de 1949 qui présente, en un certain*

sens, une continuité par rapport aux schémas de pensée précédents, rompt cependant avec le passé en ce qu'elle normalise et induit un contrôle des pratiques sanitaires à l'échelle nationale. Des justifications sont développées à cet égard. En particulier les formules de débit des eaux pluviales bénéficient d'une présomption de scientificité. Pourtant cette justification par la science ne doit pas abuser. Il faut bien voir que la volonté normalisatrice a été le fil directeur du travail d'A. Caquot, puis de l'élaboration de la circulaire. La CG 1333 n'est pas un exposé de résultats scientifiques dont on proposerait par la suite que l'application en soit généralisée. Les formules "scientifiques" elles-mêmes ont été conçues dans le but d'aboutir à un outil technique simple, indiscutable et indiscuté. Pour qu'il ne pût être discuté, on fit appel à une personnalité scientifique éminente, A. Caquot, membre de l'Académie des sciences, ingénieur et savant au sommet de la gloire technico-scientifique de l'époque. Pour qu'il ne pût être discutable, on aura recours à une formulation monolithique souvent elliptique, à des sources non citées, à des données hors d'atteinte du technicien de province. Pour qu'il fût simple, notamment dans sa version linéaire, on a opéré des approximations, des raccourcis, des équivalences rapides, des choix de formules souvent peu ou mal fondés et qui, lorsqu'on les analyse en profondeur, font douter de la validité de la formule proposée" (Knaebel G. et Dupuy G., 1982).

Cette volonté de normalisation n'a pas touché que la question spécifique des eaux pluviales. Chasses d'eau, branchements, regards, déversoirs, dispositifs divers expérimentés par P. Koch à Paris depuis de longues années, ont été recommandés par la circulaire.

Le réseau d'égouts est donc consacré comme le seul procédé acceptable pour l'évacuation en commun des eaux pluviales, eaux ménagères et eaux vannes dans les zones urbaines. Il est même recommandé dans les zones rurales si les conditions financières et techniques ne sont pas défavorables et la méfiance envers les dispositifs d'assainissement individuel est telle que la recommandation suivante est faite : *"le coût d'installations individuelles pourrait être moindre, mais on ne doit pas perdre de vue qu'elles sont toujours d'une exploitation précaire et d'une surveillance précaire de sorte qu'elles sont loin d'apporter du point de vue de l'hygiène publique les satisfactions ou les assurances dont s'assortit l'assainissement collectif par la voie du tout-à-l'égout"*. De fait, les techniques étaient alors loin d'être fiables puisque la plupart des dispositifs étaient de simples puisards ou, dans le meilleur des cas, des fosses d'accumulation plus ou moins étanches.

Par ailleurs, contrairement aux experts allemands, les rédacteurs de la circulaire Caquot rejettent l'idée de construction de bassins de retenue dans le corps du réseau. Cette décision est motivée principalement par la volonté d'appliquer strictement le principe de l'évacuation immédiate et continue des effluents.

Pour avoir une image plus complète de la doctrine générale de l'assainissement appliquée lors de la reconstruction, la circulaire "Caquot" doit être associée à la circulaire du 12 mai 1950 relative à l'assainissement des agglomérations. La note préliminaire de ce texte rappelle, elle aussi, la nécessité de l'écoulement immédiat en énonçant que le Conseil Supérieur d'Hygiène pose en principe qu'un travail d'assainissement urbain ne mérite vraiment ce nom et n'apporte les satisfactions attendues que si les matières fécales ne séjournent pas, même temporairement, dans le sous-sol à proximité des habitations. L'accent est donc mis sur l'intérêt du principe d'évacuation complète et immédiate qui est justifié par le fait que la suppression des fosses fixes s'accompagne toujours d'un abaissement de la mortalité. Le chapitre II relatif à la construction des égouts ne fait aucune place à l'utilisation de bassins de retenue ou de bassins d'orage.

Ce texte, appliqué conjointement avec la circulaire CG 1333 guide les différents travaux d'assainissement de 1949 à 1977.

La circulaire "Caquot" a été diffusée à trente mille exemplaires. Elle est rapidement devenue l'outil indispensable non seulement des projeteurs des Ponts et Chaussées et des services techniques municipaux mais aussi des bureaux d'études semi-publics ou privés. Il serait imprudent d'affirmer qu'un tel succès trouve ses causes premières dans une quelconque force intrinsèque des circulaires liée à la tradition juridique et institutionnelle française. En réalité, sa diffusion répond à un besoin car cette norme constitue, avec la circulaire du 12 mai 1950, un ensemble doctrinal complet permettant de faire face au problème de l'assainissement urbain. Pour ces raisons, la circulaire CG 1333 a été surnommée la "bible de l'assainissement". Au cours de la période 1949-1977, le seul correctif officiellement apporté à ce texte fut l'adoption de la "formule de Montpellier". Il s'agit d'une transformation des données pluviométriques de Paris-Monsouris qui entraîne une modification au niveau des coefficients de la formule "Caquot" permettant de prendre en compte le caractère violent des orages de la région languedocienne (Knaebel G. et Dupuy G., 1982).

Au début des années 1960, la circulaire CG 1333 constitue donc la référence unique et officielle,

années 1960, cette "bible de l'assainissement" est critiquée sur quatre grands points.

1°) La question de la nature et du traitement des effluents est réglée de façon sommaire. De plus, elle n'est envisagée que sous l'angle sanitaire de la protection des populations. Or, c'est à cette période que cette question commence à se poser de plus en plus en terme d'environnement, comme le montre la rédaction de l'article premier de la loi sur l'eau N 64/1245 du 16 décembre 1964. Il est, en effet, précisé que les dispositions de lutte contre la pollution des eaux et leur régénération ont pour but de satisfaire non seulement les exigences de l'alimentation en eau potable des populations et de la santé publique, de l'agriculture, de l'industrie, des transports et, plus généralement de toute autre activité humaine d'intérêt général mais aussi celles de la vie biologique du milieu récepteur et de la conservation et de l'écoulement des eaux. Ce principe régit les dispositions qui s'appliquent aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matière de toute nature susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux¹ en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques.

2°) La méthode de calcul des débits semble dépassée par certains côtés. Elle n'est pas adaptée aux formes d'urbanisation nouvelles dans lesquelles l'îlot bordé de rues est remplacé par de grands ensembles situés au milieu d'espaces collectifs libres, mais imperméabilisés. De plus, l'application simpliste de la formule conduit à surestimer les dimensions des ouvrages.

3°) Certains choix technologiques préconisés apparaissent, à l'expérience, peu judicieux. La disposition des regards et les systèmes de chasse inspirés de l'exemple parisien sont finalement mal adaptés aux nouveaux réseaux. Il en résulte généralement un coût élevé des projets d'assainissement. Par ailleurs, la C.G. 1333 déconseille formellement l'utilisation du système séparatif dans les communes rurales. Il est précisé clairement que "si un réseau général d'évacuation est financièrement réalisable, il relèvera du système unitaire ou pseudo-séparatif". Les rédacteurs de la circulaire justifient ce rejet du système séparatif en mettant en avant le fait que celui-ci écarte de la collecte les eaux de ruissellement largement souillées en provenance des arrière-fonds, tels que les cours de fermes. L'emploi du réseau unitaire dans des zones à faibles densités a cependant conduit à des surcoûts économiquement inacceptables par rapport au système séparatif.

4°) Certaines dispositions de la circulaire, telles que l'impossibilité de construire les bassins de retenue dans le corps du réseau en application du principe d'évacuation continue et immédiate, "excluent la possibilité de toute extension un tant soit peu importante de l'habitat à l'amont du réseau" selon les propres termes d'un rapport du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme (Knaebel G. et Dupuy G., 1982).

Cette remise en cause aboutit à la publication de deux circulaires : l'une émane du ministère de la santé et est datée du 10 juin 1976, l'autre est interministérielle (n° 77.284/INT) et date du 22 juin 1977. C'est cette dernière qui abroge et remplace la C.G. 1333. Les changements qu'elle apporte sont relativement conséquents.

Le principe de l'évacuation immédiate n'est plus érigé en dogme pour toutes les eaux. Il est précisé, dans le chapitre sur les contraintes générales, que les eaux pluviales doivent être évacuées de manière à limiter la submersion des zones urbanisées. Seules les eaux usées doivent être évacuées sans stagnation loin des habitations pour des raisons d'hygiène. Par ailleurs, la création de bassins de retenue assurant le stockage des eaux d'orage est recommandée dans un but de diminution de la dimension des ouvrages de transport afin de minorer le coût des relèvements quand ils s'avèrent indispensables. Cette recommandation s'accompagne de tout un chapitre sur la conception de ces bassins alors que la circulaire C.G. 1333 n'évoquait pas cette solution.

L'emploi du système séparatif est recommandé de manière bien plus claire dans les zones où, la population étant dispersée, le ruissellement peut être évacué par voie superficielle dans une large mesure. L'équipement séparatif est recommandé non seulement parce qu'il permet de réduire le kilométrage des tuyaux de grandes sections, mais aussi parce qu'il permet d'éviter le recours à des postes de pompage, les eaux usées s'accommodant de pentes limites nettement plus faibles que celle des réseaux unitaires. Lorsque les relèvements d'eaux usées sont inévitables, il est alors recommandé de rejeter gravitairement les eaux de ruissellement dans les milieux naturels par l'intermédiaire de réseaux pluviaux partiels. Le traitement de ces eaux n'est cependant pas prévu. C'est là le signe d'une "croyance" en l'innocuité des eaux pluviales pour le milieu, aujourd'hui fortement remise en question (Société Hydrotechnique de France, 1993). Le réseau séparatif est d'ailleurs recommandé lorsque le cours d'eau desservant l'agglomération est d'une importance si réduite que sa pollution par les déversoirs d'orage en unitaire risque d'être inadmissible.

Quand les caractères décrits précédemment ne s'appliquent qu'à certaines parties de l'agglomération considérée dans son ensemble, l'équipement en réseau mixte est recommandé. L'unitaire

¹ Les eaux superficielles souterraines et les eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales sont concernées.

a été, en général, utilisé dans les quartiers centraux présentant une certaine dénivellation, et le séparatif dans les zones périphériques et, le cas échéant, dans certaines zones plates. Cette voie est particulièrement recommandée lorsqu'il s'agit de rattacher des localités de banlieue à la ville principale. En effet, l'opération n'est économiquement justifiée que si l'on dote les collectivités de banlieue de réseaux pluviaux simplifiés en se bornant à faire transiter les eaux usées par des égouts séparatifs vers le collecteur urbain le plus proche¹.

Les considérations de la circulaire du 22 juin 1977 favorables au réseau séparatif n'ont pas une justification uniquement économique. Ce système repose sur l'utilisation de l'écoulement naturel dans les caniveaux des voies où la circulation est faible, ce qui permet, certes, de limiter le kilométrage des tuyaux de grandes sections (qui sont les plus coûteux à l'investissement) mais aussi d'éviter la pollution du milieu naturel par les déversoirs d'orage, et de concourir à l'amélioration du fonctionnement des stations d'épuration moins soumises à de brutales variations de charge.

L'emploi du système unitaire reste, lui, recommandé dans les cas où la population est relativement dense et où la dénivellation assez marquée.

L'autre évolution importante visible dans la circulaire du 22 juin 1977 est relative au risque à accepter en matière d'insuffisance du réseau entraînant une submersion. Il devient variable selon les situations alors qu'il était souvent admis *a priori* qu'il était de bonne gestion de se protéger du risque de fréquence décennale². Un degré de protection moindre est recommandé dans les zones modérément urbanisées et dans les zones où la pente limite strictement la durée des submersions. Ainsi est mis en avant le système suivant : en tête de réseau on s'accommode de l'absence d'un égout pluvial, au delà, sur de faibles distances on se contente éventuellement d'évacuer souterrainement le flot de période de retour de deux ou cinq ans. *A contrario*, dans les quartiers fortement urbanisés et dépourvus de relief, le maître d'ouvrage ne doit pas hésiter à calculer les collecteurs principaux en vue d'absorber les débits de période de retour de vingt ans voire cinquante ans. En l'absence de statistiques suffisamment complètes pour apprécier de manière fiable l'intensité des précipitations tout-à-fait exceptionnelles, la circulaire du 22 juin 1977 propose, pour obtenir un ordre de grandeur du débit correspondant à une période de retour T supérieure à dix ans, de multiplier le débit Q de la période de retour égale à dix ans par un facteur f dont les valeurs sont les suivantes : f = 1.25 pour T = 20 ans, f = 1.6 pour T = 50 ans, f = 2 pour T = 100 ans. Les facteurs retenus entraînent alors un certain surdimensionnement des ouvrages.

La formule "Caquot" reste la base de la circulaire avec non plus deux zones de pluviométrie homogène mais trois. Néanmoins la circulaire de 1977 laisse une plus grande liberté d'initiative aux concepteurs en matière de détermination des débits à écouler, en leur recommandant l'utilisation de programmes de calcul. Différentes simulations peuvent être envisagées et le choix entre les différents scénarios calculés devient alors possible.

Dans quelle mesure cette évolution des textes a-t-elle induit une modification des choix techniques ?

I-2) Évolution des pratiques.

I-2-1) Évolution du nombre de logements raccordés à un réseau d'assainissement.

A la fin de la seconde guerre mondiale, seulement 20% de la population bénéficiait du tout-à-l'égout (Valiron F. et alii, 1990). La politique d'équipement massif initiée lors de la phase de reconstruction a permis de gros progrès en terme de raccordement (cf. tableaux ci-après)³.

¹ Ce dernier faisant partie d'un réseau unitaire.

² Il s'agissait plus d'une coutume que d'une réelle norme technique car cela n'était pas précisé dans la circulaire "Caquot".

³ Ces données nous ont été transmises par Monsieur J. Bréas, de l'Institut Français de l'Environnement. Source : Inventaires communaux et recensements généraux de la population réalisés par l'I.N.S.E.E.

Tableau 11 : Évolution du nombre de logements appartenant à un immeuble à usage principal d'habitation¹ raccordés à l'égout (Sources : recensements généraux de la population - I.N.S.E.E.).

Nb de logements dont...	1962		1968		1982	
	Nb de logements	% des logements	Nb de logements	% des logements	Nb de logements	% des logements
les W.C. sont raccordés à l'égout	5.354.000	40,6	7.599.000	49,2	15.602.000	71,2
les eaux ménagères vont à l'égout	6.523.000	49,4	9.498.000	61,5	19.532.000	75,5

Tableau 12 : Évolution du nombre de logements appartenant à un immeuble présentant au moins un logement d'habitation raccordés à l'égout (Sources : recensements généraux de la population - I.N.S.E.E.).

Nb de logements dont...	1968		1975		1982	
	Nb de logements	% des logements	Nb de logements	% des logements	Nb de logements	% des logements
les W.C. sont raccordés à l'égout	8.254.000	45,2	12.771.000	60,6	16.272.000	68,6
les eaux ménagères vont à l'égout	10.441.000	57,2	13.982.000	66,3	17.290.000	72,9

Le dépouillement des inventaires communaux indique, lui, que le taux de raccordement des résidences principales et secondaires est passé de 75,5% en 1980 à 79,5% en 1988. Une extrapolation réalisée par J. Bréas de l'Institut Français de l'Environnement nous a été communiquée. Elle permet d'affirmer que ce taux se situe autour de 82,5% début 1994. Les logements non desservis appartenant à une commune équipée d'un réseau public d'assainissement étaient au nombre de 2,59 millions (11,9%) en 1980 et de 2,8 millions (11,3%) en 1988. Le nombre total de logements non desservis par un réseau est donc passé de 5,35 millions (24,5%) à 4,98 millions (20,5%). Il faut cependant garder un minimum de prudence face à ces résultats car le sens donné au mot "desservis" par les statisticiens lors du recensement ne correspond pas forcément à un raccordement réel au réseau. En effet, les habitations principales ou secondaires non desservies mais pouvant l'être ont été considérées par les enquêteurs comme desservies, sur instruction de l'I.N.S.E.E., lorsque le branchement des habitations était possible sans modification importante du réseau. C'est l'offre de service qui a été évaluée et non le taux réel de raccordement. En fait, pour répondre à ce questionnaire, les enquêteurs se sont fondés sur le nombre de logements assujettis à la redevance assainissement qui est prélevée non seulement auprès des propriétaires de logements réellement raccordés, mais aussi, à titre d'incitation au raccordement, auprès des propriétaires de logements non raccordés alors qu'ils pourraient et devraient l'être. Néanmoins, il est vraisemblable que la proportion de logements non raccordés à un réseau passant à proximité soit faible. L'effort d'équipement en terme de réseau public d'assainissement a donc été important.

I-2-2) Le linéaire de réseau.

Aucun rapport ministériel ne fournit de renseignements concernant le linéaire de réseau. Seul un rapport du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (C.S.T.B.) et de l'Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux (A.G.H.T.M.) donne l'estimation de 160 000 kilomètres de canalisations, tous types de conduites confondus (C.S.T.B., A.G.H.T.M., 1989). Ce chiffre a été obtenu à partir des réponses à une enquête menée en 1988 par le C.S.T.B. et l'A.G.H.T.M. auprès de structures gérant, ou susceptibles de gérer, un réseau d'assainissement, à savoir : les sociétés d'exploitation, les communautés urbaines, les districts urbains et les grandes villes, les Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt (D.D.A.F.), les Syndicats Intercommunaux à Vocations Multiples (S.I.V.O.M.). Cette enquête a connu un réel succès comme on peut l'observer dans le tableau ci-après.

¹ Ne sont pas compris les fermes et immeubles à caractère industriel ou commercial mais pouvant comporter des logements.

Tableau 13 : Recensement des réponses.

	Exploitant	Communautés urbaines	Districts urbains et grandes villes	D.D.A.F.	S.I.V.O.M.	Totaux
Envois	33 (3%)	14 (1%)	220 (20%)	110 (10%)	729 (66%)	1.106 (100%)
Réponses reçues	26 (8%)	6 (2%)	125 (37%)	49 (15%)	131 (39%)	337 (100%)
Réponses exploitables	21 (10%)	6 (3%)	95 (44%)	26 (12%)	66 (31%)	214 (100%)

Le taux de réponse est de 30%, mais il doit être ramené à 19% si on se réfère aux réponses exploitables. La population concernée par les réponses exprimées est de 15.579.000 habitants. Elle représente 29% de la population nationale. Cette population est desservie par 49.280 km de conduites soit 3,16 mètres par habitant. Il a été procédé à une extrapolation pour obtenir le chiffre de 160.000 km.

Notre enquête concernant le linéaire de réseau menée auprès des communes de plus de 10.000 habitants a, elle aussi, bénéficié d'un bon taux de réponse (24,5% soit 157 retours exploitables pour 640 envois). Il ressort de cette enquête que 29.858 km de conduites desservent 8.755.000 habitants soit 3,41 mètres par habitant. Ce chiffre n'est que très légèrement supérieur à celui obtenu par le C.S.T.B. et l'A.G.H.T.M. Les deux sources sont, sur ce point, cohérentes ce qui tend à confirmer que le chiffre de 160.000 km est une estimation proche de la réalité.

I-2-3) Les filières techniques employées.

Si notre recherche confirme les chiffres avancés au niveau du linéaire, il n'en est pas de même pour les techniques employées. Dans un ouvrage récent, Messieurs Valiron et Tabuchi avancent que les réseaux de type unitaire constituent plus de 80% du parc français actuel (Valiron F. et Tabuchi J.P, 1992). Ce chiffre était cité dès 1982 dans le livre *Assainir la ville hier et aujourd'hui* : "dans les années 60, on considère que 80% des réseaux sont construits en unitaire" (Dupuy G. et Knaebel G., 1982). Cependant, comme le note Jean-Claude Deutsch dans l'ouvrage collectif *40 ans de politique de l'eau en France*, l'instruction technique de 1949¹ émet des recommandations qui permettent le développement du système séparatif. Par ailleurs, l'emploi du système séparatif s'est généralisé depuis la deuxième guerre mondiale (Faudry D., 1985). Dans cette optique, reprendre, en 1992, un chiffre utilisé pour caractériser une situation valable dans les années 60 ne peut plus se faire sans une vérification préalable.

Ce chiffre a la très grande qualité d'exister et de frapper les esprits sur l'importance des flux passant par ce type de réseaux mais il pose cependant différents problèmes. Ce pourcentage est fondé sur le nombre de réseaux que l'on ne connaît pas exactement. De plus il n'apporte aucune indication sur : le nombre de communes desservies par chaque type de réseau, le nombre d'équivalents-habitants desservis par chaque type de réseau, le nombre de kilomètres de linéaire pour chaque type de conduite, ou encore sur le volume des eaux usées transitant par ces différents types de réseau.

Ce chiffre a une grande importance puisque, accepté comme une vérité technique par la majorité des acteurs de l'eau, il est à l'origine d'une norme non écrite selon laquelle il faut s'occuper de toute urgence des surverses unitaires et reléguer au second plan les préoccupations de lutte contre la pollution drainée par les conduites d'eaux pluviales. L'existence de cet usage est évidente lorsque on lit la phrase suivante : "L'importance des réseaux unitaires qui représentent en France près de 80% des réseaux et un grave danger pour le milieu naturel avec leurs surverses de temps de pluie, a conduit à traiter d'abord de l'amélioration de ces réseaux reportant à un second sous-chapitre le cas des réseaux pluviaux" (Valiron F. et Tabuchi J.P, 1992). Priorité est donc donnée au traitement des problèmes des réseaux unitaires avec le risque de sous-estimer les problèmes liés aux réseaux séparatifs si leur importance est plus grande que la part presque marginale que laisse présager un pourcentage de 20%.

L'enquête réalisée auprès des techniciens des communes de plus de 10.000 habitants concernant le linéaire de leur réseau nous permet d'affiner certains chiffres. Rappelons que sur les 640 techniciens contactés, 248 ont répondu et 157 ont retourné un questionnaire exploitable, ce qui constitue un taux de réponse satisfaisant (24,5%).

Il est possible d'avancer les chiffres suivants, exprimés en pourcentage de kilomètres de linéaire, sur les 157 communes concernées.

¹ Circulaire CG 1333 du 22 février 1949 dite Circulaire "Caquot".

Tableau 14 : Kilométrage des différents types de conduites
selon les voies techniques choisies par les communes.

Type de réseau desservant la commune	Nb d'unités	Nb d'habitants	Conduite unitaire	Conduite d'eaux pluviales	Conduite d'eaux usées
Unitaire pur	21	1.108.600	3.162,6	0	0
Mixte ¹	97	6.224.400	9.566,9	4.783,1	6.122,1
Séparatif	36	1.319.000	0	2.352,9	3.289,8
Unitaire + conduites eaux pluviales	3	103.000	442	137,6	0
Total	157	8.755.000	1.171,5	7.273,6	9.412,5
			44,1%	24,4%	31,5%
Résultats exprimés en pourcentage par rapport au linéaire total de conduites de l'échantillon					

1 : Soit la partie centrale est desservie par un système unitaire et la périphérie par un système séparatif, soit l'inverse.

Seulement 44,1% (13.171,5 km) du kilométrage de conduites sont construits en unitaire. C'est là un premier indicateur de l'importance prise par la technique du séparatif. En raisonnant sur le nombre de communes, nous obtenons des chiffres laissant présager une situation différente de celle décrite par l'utilisation du pourcentage de 80% de réseaux unitaires.

Les communes desservies par un réseau purement unitaire sont loin de constituer la majorité puisqu'elles représentent seulement 13,4% (21 unités). Elles présentent un peu plus de 1,1 million d'habitants, soit 12,7% de la population totale des 157 communes concernées. Il en est de même pour les communes desservies par un réseau strictement séparatif. Elles ne représentent que 22,9% (36 unités) de l'échantillon et renferment 1,32 million d'habitants soit 15,1% de la population de l'échantillon. En fait, la grande majorité des habitants de l'échantillon est desservie par un réseau mixte, le centre-ville étant construit en unitaire alors que la périphérie est desservie par un système séparatif. 6,22 millions de personnes sur 8,76 millions sont raccordés à ce type de réseau, soit un pourcentage de 71% de la population de l'échantillon. Elles sont regroupées dans 97 communes (61,8% du total de communes concernées). Ces 97 villes présentent 20.472 kilomètres de linéaire de conduites dont 46,7% sont des conduites unitaires, 23,4% des conduites d'eaux pluviales et 29,9% des conduites d'eaux usées.

L'enquête relative aux travaux de réhabilitation des réseaux d'assainissement menée en 1988 par le C.S.T.B. et l'A.G.H.T.M. apporte des résultats qui vont dans le sens d'une remise en cause du pourcentage de 80% de réseaux unitaires. Les chiffres obtenus concernant la nature des réseaux sont les suivants :

Tableau 15 : Répartition du linéaire par nature des réseaux.

	Linéaire de réseau (km)	%
Unitaire	17.721	36
Séparatif (Conduites eaux usées + conduites eaux pluviales)	31.461	64
Inconnu	99	0
Total	49.281	100

Le pourcentage de 64% de linéaire de conduites construites en séparatif confirme l'importance prise par cette technique.

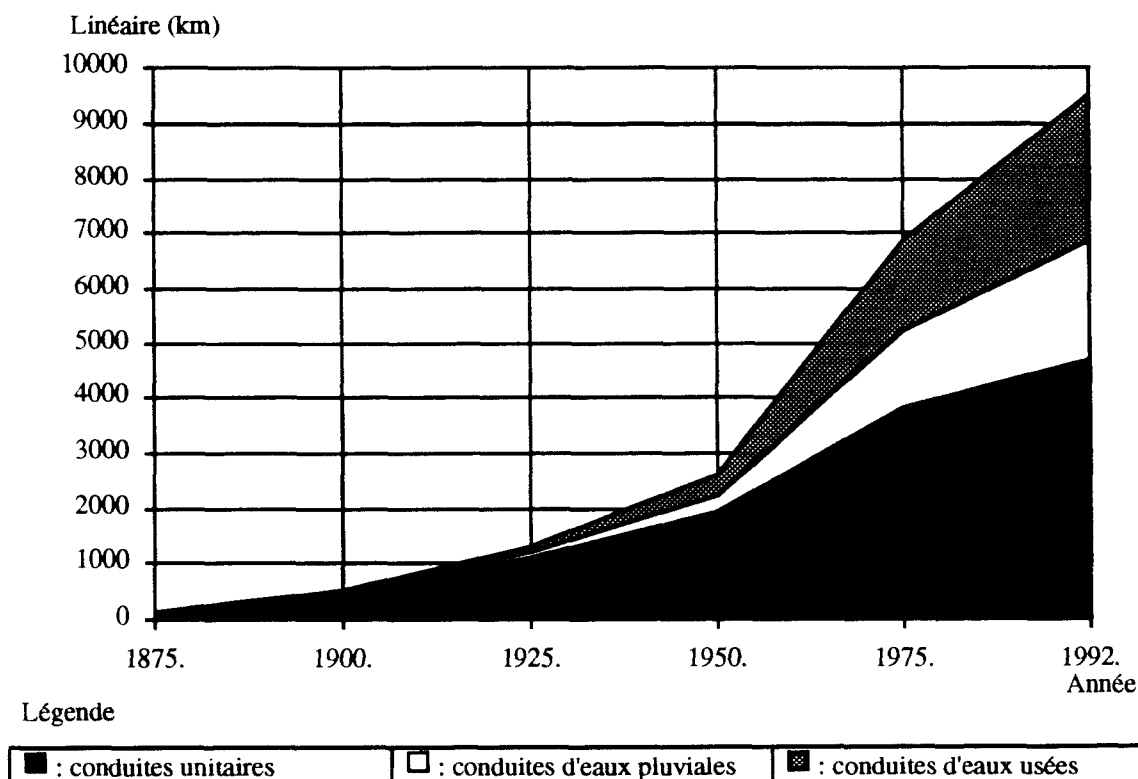
Plus récemment, le dépouillement des questions de l'inventaire communal de 1988 relatives à l'assainissement confirme à nouveau ce fait mais en donnant des indications non plus sur le linéaire de réseau mais sur le nombre de logements desservis.

Tableau 16 : Nombre de logements relevant de différentes techniques
(d'après données transmises par J. BRÉAS, I.F.E.N.).

Type de conduites présentes sur le territoire de la commune à laquelle appartiennent les logements desservis	Nombre de logements desservis par les réseaux (% par rapport au nombre total de logements)	
	en 1980	en 1988
Pas de réseau	2.763.000 (12,7%)	2.219.000 (9,1%)
Conduites d'eaux pluviales uniquement	266.000 (1,2%)	270.000 (1,1%)
Réseau unitaire	5.248.000 (24,1%)	6.502.000 (26,7%)
Réseau unitaire et, dans certains secteurs, conduites d'eaux pluviales uniquement.	244.000 (1,1%)	177.000 (0,7%)
Réseau séparatif	4.983.000 (22,8%)	8.960.000 (36,9%)
Réseau séparatif et, dans certains secteurs, conduites d'eaux pluviales uniquement.	3.625.000 (16,6%)	298.000 (1,2%)
Réseau unitaire ou réseau séparatif selon les secteurs	3.625.000 (16,6%)	2.339.000 (9,6%)
Réseau unitaire, réseau séparatif ou conduites d'eaux pluviales uniquement selon les secteurs	1.741.000 (8%)	791.000 (3,3%)

Les différents inventaires et enquêtes montrent donc bien que l'emploi du système séparatif s'est généralisé en France. L'enquête que nous avons menée auprès de 640 plus importantes communes urbaines de France (cf. annexe 6) permet de donner une première description de l'évolution des techniques en matière de réseau d'assainissement sur un échantillon de 53 villes regroupant 3,2 millions d'habitants en 1992. Nous avons obtenu le graphique suivant en ajoutant, pour ces 53 villes, l'estimation¹ du linéaire de réseau que les techniciens ont fait pour les dates suivantes : 1^{er} janvier 1875, 1^{er} janvier 1900, 1^{er} janvier 1925, 1^{er} janvier 1950, 1^{er} janvier 1975 et 1^{er} janvier 1892.

Graphique 1 : Évolution des techniques en matière de réseau d'assainissement sur un échantillon de 53 villes.



Le système séparatif a été employé de manière marginale dans la première moitié du XX^{ème} siècle (cf. Graphique ci-dessus et l'évolution détaillée technique en matière de réseau d'assainissement dans différentes villes en annexe 9). L'emploi de cette voie s'est généralisé entre 1950 et 1975, autrement dit après la parution de la circulaire "Caquot" et avant même la publication de la circulaire du 22 juin 1977. Il serait néanmoins hâtif de voir un lien purement mécanique de cause à effet entre l'emploi massif

¹ Estimation fondée sur l'analyse de documents d'archives municipales.

de cette technique et la seule mise en oeuvre de la C.G. 1333. Loin de recommander voire d'imposer cette voie, la circulaire de 1949 n'a fait que la permettre. Ce n'est pas le choix de la filière qui a été le plus normalisé par ce texte. Très peu de choses sont précisées quant aux conditions devant amener à choisir telle ou telle technique. Le système séparatif est même déconseillé formellement dans le cas des communes rurales (cf. chapitre 2 I-1).

La généralisation de cette filière technique n'est pas le fruit d'une politique volontariste décidée au niveau central par des planificateurs de l'équipement, mais, avant tout, la conséquence de la recherche de la voie la plus économique pour parvenir à la viabilisation de nouveaux terrains à bâtir.

La supériorité du système séparatif n'est cependant pas évidente dans tous les contextes. Il peut conduire à des surcoûts de l'ordre de 60% par rapport au réseau unitaire dans des cas extrêmes en zone urbaine dense où le sous-sol est déjà fortement utilisé. En revanche le réseau séparatif est généralement moins cher que l'unitaire dans les zones peu denses où l'assainissement pluvial se fait principalement par écoulement superficiel. Par ailleurs, la grande majorité de ces réseaux ne fonctionne pas réellement en séparatif, le nombre de mauvais branchements étant, d'après nos divers contacts, très élevé. De plus, la pollution des eaux de ruissellement souvent négligée est maintenant considérée comme un problème majeur par différents experts et scientifiques (Faudry D., 1985 - Colloque "bassins nouvelles vagues", 1992 - Colloque " la pluie source de vie, choc de pollution", 1993). Enfin, les réseaux séparatifs sont plus difficiles à entretenir que les réseaux unitaires. En effet, les problèmes de dépôt sont plus fréquents dans les conduites d'eaux usées que dans les conduites unitaires, il est donc nécessaire de procéder plus fréquemment à des curages.

La prise de conscience de ces différentes faiblesses, qui avait débuté avant 1950, n'a pas conduit à la remise en cause de l'emploi du séparatif ni dans les faits ni dans les textes. Au contraire, la circulaire du 22 juin 1977 renferme des instructions en faveur de son emploi à la périphérie des villes, plus claires que celles présentes dans la C.G. 1333 et elle ne le déconseille pas pour les communes rurales.

Continuer à affirmer que 80% des réseaux sont unitaires ne paraît donc plus justifié mais reste actuellement accepté par la majorité de professionnels de l'eau. Certes, les flux drainés par les conduites unitaires sont, sans nul doute, bien plus importants en volume que ceux drainés par les conduites de réseau séparatif, les grands centres urbains de forte densité étant, sauf rare exception, desservis par des réseaux unitaires ; mais cela ne justifie pas pour autant ce pourcentage si élevé. En ne faisant pas ressortir l'importance des réseaux séparatifs qui, souvent, ne fonctionnent pas de manière correcte, l'emploi de ce chiffre entraîne une sous estimation des eaux pluviales drainées par les conduites de réseaux séparatifs et rejetées dans le milieu récepteur sans traitement.

I-2-4) La remise en question partielle de l'évacuation immédiate des eaux pluviales.

Après la généralisation du système séparatif, l'autre changement notable dans la pratique de l'assainissement en France est la remise en question de l'évacuation immédiate de toutes les eaux pluviales par la construction de bassins de retenue et, plus récemment, par la recherche de techniques alternatives à la collecte par un réseau souterrain. Les bassins de retenue d'eaux pluviales sont partie intégrante des conduites et ont essentiellement un rôle de régulateurs de débit : lors d'un orage, ils emmagasinent le flot qui ne peut être évacué par le réseau et, par la suite, ils y déversent leur réserve avec un débit uniforme. Le rythme annuel de construction de ces dispositifs s'est brusquement accéléré à partir de 1976. Autrement dit, la décision de construire de tels équipements avait été prise par certains acteurs avant même la publication de la circulaire du 22 juin 1977 qui n'a fait que permettre officiellement une solution dont la diffusion avait déjà commencé (cf. tableau ci-après).

Tableau 17 : Évolution du parc de bassins de retenue d'eaux pluviales dans 16 départements (S.T.U., 1979).

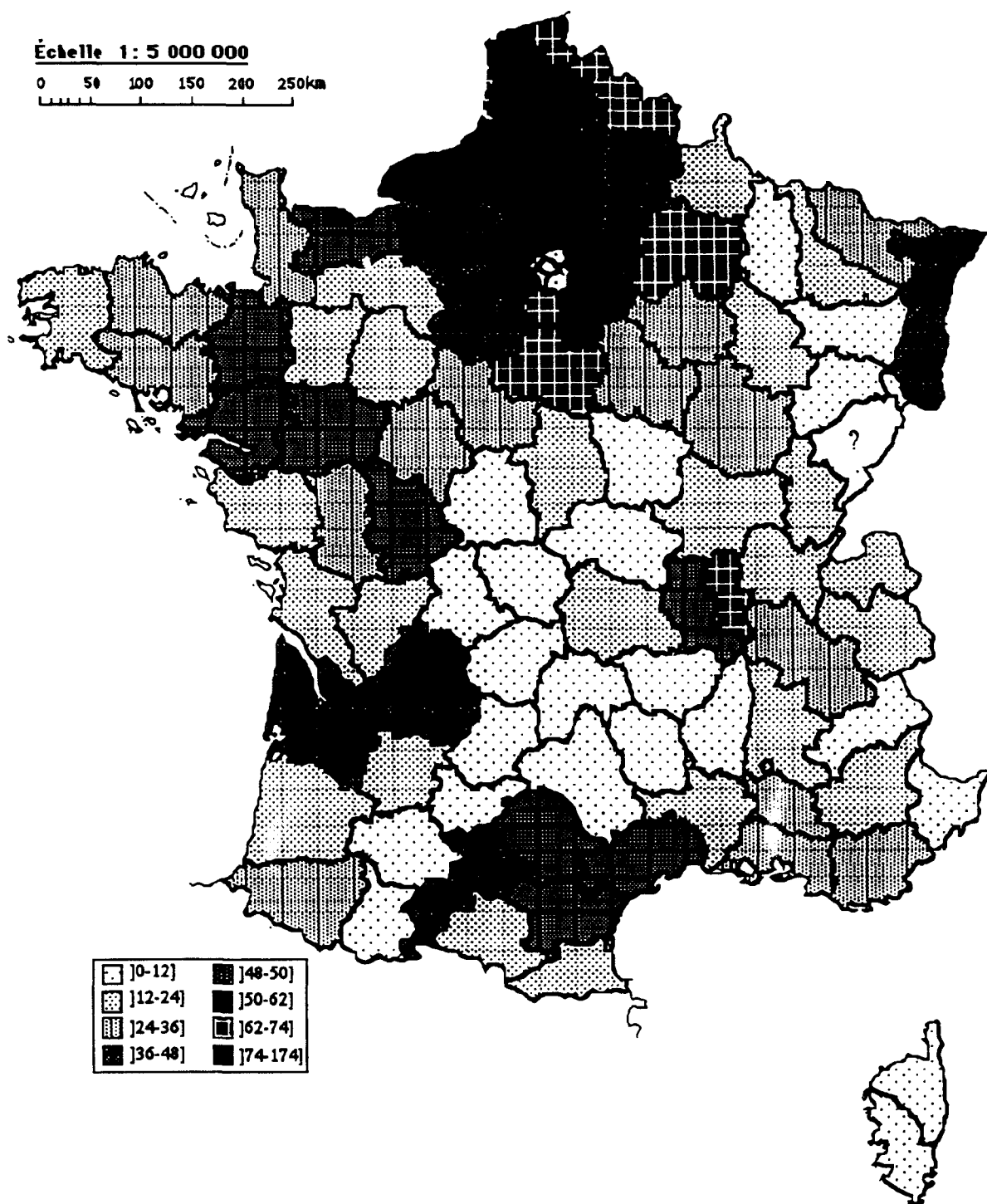
	Avant 1970	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Nb d'unités dans 4 dpts d'Ile de France ¹	2	2	3	3	5	6	9	15	20	20
Nb d'unités dans 12 dpts de province ²	1	3	3	4	5	6	9	15	21	26

¹ Yvelines, Essonne, Hauts-de-Seine et Val-d'Oise.

² Calvados, Eure, Gironde, Loiret, Maine-et-Loire, Nord, Bas-Rhin, Rhône, Seine-Maritime, Somme, Vaucluse et l'Yonne.

En 1988, les départements des Yvelines, de l'Essonne, et du Val-d'Oise comptaient à eux trois 233 bassins de retenue d'eaux pluviales¹ et les douze départements de province comptaient 867 bassins de retenue d'eaux pluviales (*Le communoscope*, inventaire communal 1988, I.N.S.E.E., 1990). La carte 1 ci-après montre les disparités régionales en matière d'équipement en bassins de retenue d'eaux pluviales en France (Carte réalisée d'après *Le communoscope*, I.N.S.E.E., Inventaire communal 1988)

CARTE 1 : Nombre de bassins de retenue selon les départements au 01/01/1988



Les départements du Centre sont les moins équipés. Il est vrai que ce sont les moins urbanisés. En 1988, la France métropolitaine était équipée de plus de 3.025 bassins de retenue d'eaux pluviales, mais

¹ Nous n'avons trouvé aucune donnée concernant le département des Hauts-de-Seine.

seulement 8 des départements pour lesquels nous avons pu collecter des données (90 sur 96) renferment à eux seuls près de 28,6% (866 unités) du parc de bassins de retenue d'eaux pluviales recensés. Il s'agit de départements plats et très urbanisés : l'Aisne, le Pas-de-Calais, la Seine-Maritime, la Seine-et-Marne, les Yvelines, la Somme, l'Essonne et le Val-d'Oise. Les départements du sud, bien qu'ils connaissent des précipitations spectaculaires, sont bien moins équipés.

Malgré certaines difficultés de réalisation (liées au dimensionnement, à la conception, à l'emprise foncière, ou à l'insertion dans le site) et de gestion du point de vue de l'hygiène et de la sécurité, la France s'est équipée d'environ 3.000 bassins de retenue d'eaux pluviales en dix ans.

Une solution alternative et complémentaire à la construction des bassins de retenue des eaux pluviales est constituée par la mise en place de procédés de contrôle à la source du ruissellement et de la pollution des eaux pluviales. Contrairement aux bassins de retenue, ces derniers ne sont pas encore développés massivement. Le but de ces procédés est non seulement de réduire le débit de pointe, afin de diminuer la section des tuyaux comme le font les bassins de retenue, mais aussi de limiter le ruissellement total et de diminuer la charge polluante transférée au milieu récepteur par le ruissellement des eaux de pluie. Les procédés de contrôle du ruissellement pluvial visent donc l'infiltration ou le stockage temporaire. Les techniques alternatives d'infiltration se font à l'aide de tranchées, de puits, de terrains de sport mais la technique qui fait l'objet du nombre d'études et de réalisations le plus élevé reste celle des revêtements poreux. Ils peuvent être utilisés pour des parkings ou des chaussées. S'ils reposent sur un substrat imperméable, ils servent alors au stockage temporaire des eaux. Le stockage temporaire des eaux peut se faire sur les toits ou sur des portions de voirie¹. Enfin il est possible de ralentir ou d'allonger le parcours du ruissellement par caniveaux-freins ou fossés de retardement (S.T.U., 1982).

Ces techniques d'assainissement pluvial alternatives au réseau classique sont généralement plus économiques que ce dernier (D. FAUDRY, 1985) mais l'avantage reste souvent difficile à mesurer car il s'agit, dans bien des cas, d'aménagements ou d'équipements multifonctionnels : stade, parking... Aussi, malgré leurs avantages, ces techniques n'ont qu'une diffusion lente et limitée car elles rencontrent de nombreux obstacles :

- elles se heurtent à la formation initiale et aux habitudes des concepteurs formés aux techniques classiques du réseau gravitaire,
- l'utilisation de ces techniques ne concerne que les zones nouvellement urbanisées et doit être envisagée dès la conception du projet d'urbanisme,
- elles posent de réels problèmes d'entretien : bien que le coût de l'investissement puisse être bien plus faible que la voie classique, le coût de fonctionnement est, en général, plus élevé,
- au stade de l'investissement, il se produit un transfert de coût de la collectivité vers l'aménageur donc vers l'usager, comme le montre l'exemple suivant (Valiron F. et Tabuchi J.P., 1992) :

Tableau 18 : Exemple de répartition des dépenses.

	Classique		Compensatoire		Différence
Collectivité	Voirie structurante	9,5	Voirie structurante	9,5	-
	Bassin	12	Bassin	0,5	- 96%
	Réseau primaire	42,3	Réseau primaire	8	- 81%
Total collectivité		63,8		18	- 72%
Aménageur	Voirie classique hors structurante	133	Voirie poreuse hors structurante	190	+ 43%
	Parking	84	Parking poreux	121	+ 44%
	Réseaux secondaires	32			
Total aménageur		249		311	+ 25%
Total (MF)		313		329	+ 5%

I-2-5) Une meilleure prise en compte du fonctionnement des réseaux.

Malgré différents signes montrant une prise de conscience de certains inconvénients du système séparatif (cf. chapitre 2 I-2-3), celui-ci n'a pas été remis en cause dans les faits. Il n'y a pas eu de retour à l'unitaire pour la principale raison que traiter l'ensemble des débits pluviaux est économiquement

¹ C'est le cas, par exemple, de la place centrale de Denver (U.S.A.) qui est un bassin de retenue sec.

impossible dans les conditions actuelles. L'un des principaux problèmes, dans ce contexte, est alors la diminution au maximum des déversements du réseau par temps de pluie, ce qui constitue un des objectifs de la gestion automatisée des réseaux.

L'automatisation des réseaux poursuit des objectifs plus ou moins ambitieux.

La **gestion administrative informatisée** constitue une application classique de l'informatique. Elle permet d'accroître l'efficacité des services gestionnaires, et, par conséquent, celle des réseaux. Elle ne bouleverse pas fondamentalement l'organisation et le fonctionnement du service. Cette application de l'informatique est comparable à la gestion informatisée des réseaux d'eau potable. Elle s'est développée parallèlement au calcul informatique des réseaux et à leur Conception Assistée par Ordinateur. La gestion administrative informatisée permet de constituer une base de données caractérisant le réseau et de la gérer. On peut intégrer dans cette base des plans, des dates ou encore la nature des différentes interventions... Une des premières entités à mettre en place un système de ce type fut la communauté urbaine de Lyon. Ce système intègre, entre autres, des données sur le développement de l'agglomération et peut être utilisé directement pour la simulation et la prévision des réseaux par couplage avec un modèle hydrologique (Chocat B., Seguin D., Thibaut S., 1982).

Les systèmes d'aide à l'exploitation classique sont très nombreux en France et de par le monde. Ils comprennent un logiciel, installé sur ordinateur central, essentiellement constitué d'une présentation aussi claire que possible des informations rapatriées au central et d'un archivage de ces informations. Les outils de simulation des phénomènes hydrologiques ou hydrauliques y sont pratiquement inexistantes.

Les informations peuvent être recueillies lors des visites des ouvrages par les équipes d'entretien, ce qui suppose une réflexion approfondie sur les mutations de l'organisation du travail d'exploitation et une action pédagogique importante. La surveillance du réseau peut également être effectuée à distance. Cette télésurveillance peut prendre les formes suivantes :

- télésignalisation sur le fonctionnement des équipements électromécaniques permettant de diagnostiquer une panne ou un fonctionnement anormal, par la transmission d'état logique et l'élaboration d'alarme,
- télédétection d'apports parasites,
- télémesures transmettant des valeurs de hauteurs d'eau, de côtes piézométriques, de vitesse, ou encore d'intensité de pluie appréhendées par les pluviographes...

Ces mesures peuvent être transmises sous forme de valeur instantanée ou sous la forme de valeurs calculées par des microprocesseurs locaux associés aux capteurs (moyennes, volumes, débits...).

Grâce au suivi de l'état des ouvrages et à la centralisation des données qu'ils rendent possibles, ces systèmes automatisés d'aide à l'exploitation classique permettent :

- d'avoir une image générale de l'ensemble du réseau et non plus une image par secteur afin de permettre la rationalisation de la politique d'intervention,
- de constituer des historiques fiables et pérennes sur l'état du réseau,
- d'affiner les connaissances sur les processus d'ensablement et de dégradation,
- de produire des synthèses sur l'état du patrimoine que constitue le réseau,
- de faciliter la "gestion des usagers" et la facturation de la redevance d'assainissement.

L'automatisation du fonctionnement des ouvrages est, en France, une application bien plus rare de l'informatique que l'aide à l'exploitation classique. L'équipement des réseaux français a eu lieu après les tentatives de mises en place de réseaux "tout automatique" aux U.S.A.. Le fait que ces expériences aient échoué a incité différents ingénieurs de l'eau français à concevoir des systèmes plus modestes (Frérot A., 1987). Les systèmes opérationnels sont, par conséquent, relativement peu nombreux, variés et partiels. La gestion automatisée des réseaux est plus développée dans le domaine de la distribution d'eau. Le caractère aléatoire des événements pluvieux, la diversité des écoulements, le caractère agressif du milieu qui complique le problème de l'instrumentation, constituent en assainissement des difficultés supplémentaires.

A un niveau élémentaire, l'automatisation est une aide à l'exploitation classique par la télésurveillance et l'automatisme des installations électromécaniques (station de pompage...) et la télémesure des débits pour améliorer la modélisation. Certains réseaux automatisés ont des objectifs plus audacieux tels que la gestion par temps de pluie. Il s'agit alors de lutter contre les débordements et de réduire la pollution due aux eaux pluviales. Ces deux objectifs sont cependant contradictoires. Pour éviter les débordements, il faut laisser passer au maximum les premiers flots et commencer à stocker uniquement lorsque les tronçons avals sont saturés. En revanche, pour réduire la pollution, il est nécessaire de retenir tous les flots y compris les premiers pour permettre une décantation. Le risque est alors de ne plus disposer de possibilité de stockage si l'averse se prolonge, ce qui entraîne des

débordements.

Contrairement aux systèmes d'aide à l'exploitation classique, les systèmes comprenant un télépilotage de certains ouvrages disposent d'un logiciel de traitement des données rapatriées au central comprenant une simulation du ruissellement et de propagation en réseau et une recherche de la meilleure stratégie de gestion.

La conduite immédiate consiste en une action sur le réseau sans l'appui d'un outil spécifique d'aide à la décision. L'expérience du gestionnaire et la visualisation des différentes informations décrites ci-dessus suffisent pour prendre la décision d'ouvrir une vanne, fermer un réservoir, démarrer une pompe...

Les systèmes utilisés comprennent :

- des télécommandes qui permettent de transmettre des ordres "tout ou rien" du poste central de gestion à un organe électromécanique du réseau (ex : marche ou arrêt d'une pompe...)
- des automates programmés, dont les actions ne dépendent que de paramètres captés localement,
- des télé réglages (téléconsignes). Ces automates ne sont pas autonomes comme les précédents mais contrôlables par le central à l'aide de paramètres numériques exprimés en valeurs physiques.

La gestion en temps réel, dans les cas des systèmes assurant la surveillance à distance comme dans les cas de conduite immédiate, est assurée à l'aide d'un moniteur spécifique. Ce poste de travail permet de nombreux dialogues interactifs entre l'homme et la machine. Ces dialogues ne nécessitent aucune formation spécifique. Ce sont, en effet, des synoptiques animés, des tableaux, des courbes, des rapports... sur écran ou sur papier.

Les systèmes de télésurveillance et de conduite immédiate sont dotés d'un dispositif d'appel et d'interrogation à distance des stations locales. Un dispositif de mise en alerte d'un personnel d'astreinte est aussi prévu. Quel que soit le système (aide à l'exploitation ou conduite immédiate), les logiciels gérant la base de données sont, en général, des logiciels ouverts. L'utilisateur peut les faire évoluer selon ses propres besoins. Les logiciels se présentent donc sous forme de modules indépendants permettant ces évolutions.

L'élaboration du concept de conduite automatique des réseaux d'assainissement et les premières réalisations ont d'abord eu lieu aux U.S.A.. En France, la priorité des différentes réalisations est la réduction des débordements. La protection du milieu par un meilleur fonctionnement des déversoirs d'orage reste accessoire. Cet objectif était bien présent, au début des années 1970 en Seine-Saint-Denis, mais la lutte contre les débordements est devenue prioritaire depuis. C'est également le but premier des dispositifs mis en place dans le Val-de-Marne et à Bordeaux (Guichard, 1982). En revanche, le réseau des Hauts-de-Seine a été automatisé en vue d'une optimisation du fonctionnement des déversoirs afin d'éviter la pollution.

Balbutiante en matière d'assainissement en 1985 (Faudry D., 1985), la gestion informatisée dans un but de conduite immédiate se développe. Les domaines de prédilection de ce concept restent les réseaux d'eau potable et les réseaux de chaleur, mais il n'en reste pas moins que "l'on en parle de plus en plus". Les plaquettes et communications des services d'assainissement adeptes de la conduite immédiate sont maintenant nombreuses et la place de cette voie dans les différents cycles de formation continue des personnels communaux est très importante aujourd'hui.

L'autre signe des progrès de cette innovation est la concurrence très vive qui oppose dans ce domaine les deux grands groupes qui dominent le secteur de l'eau. La Compagnie Générale des Eaux, avec Anjou Recherche, semble manifester une certaine avance puisqu'elle commercialise un logiciel de télégestion des services d'eau, d'assainissement et de chaleur. Les intentions commerciales de la Compagnie sont claires, puisque ce logiciel a été conçu pour fonctionner sur une large gamme de calculateurs en commençant par les compatibles P.C., ce qui le rend accessible aux petites collectivités rurales.

Une confirmation supplémentaire de l'émergence de cette technique est donnée par les progrès réalisés et les objectifs de plus en plus ambitieux poursuivis par les collectivités où est exploité un tel système (cf. tableau ci-après).

Tableau 19 : Évolution des objectifs poursuivis à l'aide de la gestion automatisée dans les collectivités exploitant un système de conduite immédiate¹.

Contrôle des vitesses d'écoulement											
Contrôle des délestages											
Contrôle des stockages en bassin											
Régulation des apports à la station d'épuration											
Utilisation de bassin de retenue ou d'orage											
Contrôle des déversements au milieu naturel (seuils variables)											
Visualisation de la disponibilité hydraulique du réseau											
Programmation du fonctionnement des pompes											
Télésurveillance fonctionnement ouvrages											
Planification de l'entretien											
Seine-St-Denis	1984	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	1993	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Nancy	1984		■	■					■	■	
	1993		■	■	■	■	■	■	■	■	■
Caen	1984		■			■			■		
	1993	■	■	■	■	■	■		■		
Val-de-Marne	1984		■			■			■	■	
	1993	■	■		■	■	■	■	■	■	
Bordeaux	1984		■						■		
	1993	■	■	■	EP	■	■		■	■	
La Baule	1984		■					■			
	1993	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Saint-Malo	1984			■		■	■		■		■
	1993		■	■	■	■	■	■	■	■	■
Rennes	1984	■	■			■	■	■			
	1993	■	■			■	■	■		■	
Nantes	1984		■	■		■					
	1993	■	■	■		■		■		■	■
Le grand Lyon	1984	■									■
	1993	■	■	■							■
S.I.A.A.P.	1984		■					■			
	1993		■		■	■		■		■	■
Marseille	1984		■			■					
	1993		■	■	■	■	■		■	■	
Aulnay-ss-Bois	1984	■									
	1993	■	■	■			■		■	■	
		Aide à l'exploitation classique				Amélioration de la qualité du milieu récepteur			Lutte contre les débordements de réseau		
		Gestion automatisée statique				Gestion automatisée dynamique					

■ : Objectif poursuivi par la collectivité.
EP : en projet.

Le tableau ci-dessus visualise les différences entre les objectifs que poursuivaient à l'aide de la gestion automatisée les collectivités exploitant un système de conduite immédiate en 1984 et ceux poursuivis par ces dernières en 1993. Pour les 13 cas étudiés, on observe soit une augmentation du nombre d'objectifs poursuivis soit une progression des performances du système pour poursuivre les différents objectifs choisis. C'est le cas de la Seine-Saint-Denis qui a décidé de mettre en place récemment (fin des années 1980) le suivi informatique des actions menées dans le cadre de l'exploitation quotidienne du réseau d'assainissement départemental. Le projet de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement est, d'une part, de créer, sur l'ensemble du territoire départemental, une base de données commune accessible par les différents services (entretien, grands travaux, études générales, gestion des eaux...). D'autre part, le département veut mettre en place des applications spécifiques pour le suivi de l'état des maçonneries des ouvrages visitables, l'investigation par caméra des canalisations, le circuit des eaux, le suivi des branchements, des rejets industriels, de l'ensablement, de la position des ouvrages mobiles, des travaux de curage et de réhabilitation.

¹ Les données ont été collectées pour 1984 par Catherine Triantafillou (Triantafillou C., 1987) et par nous-mêmes pour 1993.

Les espérances placées dans ce projet sont grandes puisque l'on attend de l'outil développé les retombées suivantes :

- une vision globale permettant d'arbitrer les choix et d'élaborer des programmes pluriannuels,
- une meilleure communication car chaque pôle d'activité sera équipé d'une station de travail permettant la saisie et l'accès à l'information,
- la valorisation des données acquises par le personnel grâce aux possibilités de traitement.

Il serait néanmoins inexact d'affirmer que la gestion automatisée fasse l'unanimité dans le milieu des professionnels de l'eau. La controverse à propos de l'utilité et la faisabilité de cette innovation a existé et existe encore. Il est vrai que l'efficacité d'une gestion automatisée globale, si elle est possible, n'a encore pu être prouvée par l'expérience, étant donnée l'inexistence d'un tel réseau. Les exploitants, en choisissant cette voie, ne prennent pas un gros risque financier lors de l'investissement. En Seine-Saint-Denis, l'équipement de gestion automatisée n'a représenté qu'environ 1% du coût total du plan de modernisation mais le coût de fonctionnement n'est pas un argument militant en faveur de cette voie. Le coût des mesures reste très élevé et dépasse très largement celui de l'appareillage. En fait, l'argument selon lequel la gestion permet de substantielles économies de génie civil ne découle que d'une présomption. L'économie n'a été démontrée que dans un cas partiel et particulier, l'optimisation du volume et du rendement épuratoire des retenues d'eaux pluviales par automatisation des vannes. L'économie sur ces ouvrages est faite sur les achats de terrains et les travaux. Elle est du même ordre de grandeur que le coût de l'automatisation de l'ensemble du réseau (Faudry D., 1985). L'adjectif "substantielle" n'est donc pas adéquat pour qualifier l'économie réalisée.

Les doutes et les critiques sont donc de mise chez divers spécialistes de l'assainissement. Certains estiment préférable d'atteindre les mêmes objectifs de réduction des débordements et de la pollution des eaux pluviales par d'autres voies. Il est souvent objecté que le fonctionnement des réseaux se heurte d'abord à des obstacles d'ordre "simplement" hydraulique et qu'il convient donc de les connaître et de les réduire par la voie de travaux classiques. Les partisans de la gestion automatisée répondent à cette objection qu'une telle reconnaissance systématique relève du volontarisme puisqu'elle est presque toujours négligée. Les divergences entre les performances constatées et celles prévues par les modèles utilisés en gestion automatisée sont donc, selon eux, une bonne incitation à mener cette inspection.

Un autre facteur joue, en revanche, en faveur de l'automatisation. Il est souvent très difficile, voire impossible pour les techniciens et ingénieurs des services, de contrôler réellement le travail du personnel chargé du réglage des ouvrages de régulation. Une automatisation globale est censée permettre la levée de cette contrainte.

Il est indéniable qu'il existe des types de réseaux et des situations héritées pour lesquels il n'y a guère de progrès possibles par les voies classiques. Mais il ne faut surtout pas ériger la gestion automatisée en panacée et faire l'erreur de délaisser des procédés ou dispositions architecturaux ou réglementaires moins sophistiqués qui jouissent d'une image moins moderne mais demeurent très efficaces. Autrement dit, il serait illogique de se focaliser uniquement sur l'automatisation des réseaux et de ne pas chercher en même temps à limiter le ruissellement en amont de ceux-ci. Mais si cette dernière voie est du ressort des "assainisseurs classiques", celle de l'automatisation peut être menée par des praticiens formés essentiellement à l'informatique. On peut donc légitimement craindre qu'un seul et même ingénieur, chef d'un service assainissement, ne mène que très rarement ces deux types d'action de front.

Quelle que soit la position des acteurs vis-à-vis de la gestion automatisée, aucun ne nie que des obstacles proprement techniques empêchent l'avènement d'un système de gestion global. La prévision par radar et la modélisation des averses constituent la principale difficulté. La prévision exige des mesures météorologiques selon un maillage spatio-temporel très fin. Même pour des automatisations plus partielles, il existe des problèmes de modélisation et d'instrumentation. Pour la modélisation, la difficulté majeure consiste à simplifier suffisamment pour que les temps de calculs soient compatibles avec la nécessité de délais de réactions rapides, le pas de temps pertinent étant la minute. Quant à l'instrumentation (capteur, transmission, actionnement...), elle a pour contrainte principale la nécessité de disposer de matériels fiables et à des coûts acceptables.

Les plus importants obstacles à la mise en place d'une gestion automatisée globale restent les répercussions qu'elle induit sur l'organisation du service assainissement et sur les conditions de travail des égoutiers. Cette innovation renforce l'importance des services d'études et de disciplines nouvelles en assainissement telle que l'hydraulique, l'électronique, ou l'informatique au détriment du génie civil. La modification de la hiérarchie traditionnelle des spécialistes qui en résulte peut très logiquement heurter certains responsables des services assainissement, les plus anciens ayant reçu une formation initiale essentiellement axée sur le génie civil. Le personnel d'exécution peut, lui, craindre une réduction des

effectifs¹ et une moindre autonomie dans le travail. L'automatisation s'accompagne en revanche d'une nécessité de nouvelle qualification qui peut permettre une valorisation du travail d'égoutier.

Malgré les différents éléments porteurs de doutes, les deux grands groupes de l'eau ont confiance en l'automatisation des réseaux, ce qui constitue un facteur favorable à sa diffusion. Le savoir faire dans le domaine de la gestion automatisée constitue un bon argument commercial dans la négociation des marchés d'affermage ou de prestation de services à des collectivités confrontées à des problèmes d'assainissement.

L'évolution importante dans la gestion du fonctionnement que constitue l'automatisation des réseaux ne peut être reliée à une norme écrite. Aucun décret ou circulaire n'a ouvert la voie à cette technique. Le facteur le plus important de diffusion est la présomption d'économie réalisée.

Un autre aspect important du fonctionnement est le nettoyage. En la matière, rien n'est venu contrarier la généralisation des hydrocureuses et aspirocureuses. Ces appareils permettent d'éviter une trop forte diminution du diamètre utile voire une quasi-obstruction des conduites par des dépôts trop fréquents suite à l'installation de conduites présentant des pentes trop faibles. Une méconnaissance des phénomènes de dépôt dans les canalisations a entraîné une fréquence des obstructions de réseaux bien supérieure à celle prévue. Ces solutions ne sont, comme toute méthode curative, que la conséquence d'un échec de la prévention. Elles engendrent d'ailleurs leurs propres problèmes. Le curage d'un tronçon par hydrocureuse est synonyme de relargage subit de matières en suspension dans les effluents. Ce phénomène risque d'engendrer une surcharge brutale en matière en suspension préjudiciable au bon fonctionnement de la station d'épuration. Le curage par aspiration induit, lui, la production de matières de vidange avec toutes les difficultés de gestion que cela comporte.

L'émergence des préoccupations relatives à la réhabilitation des réseaux constitue un autre signe d'une plus grande volonté de prendre en compte les questions de fonctionnement du réseau.

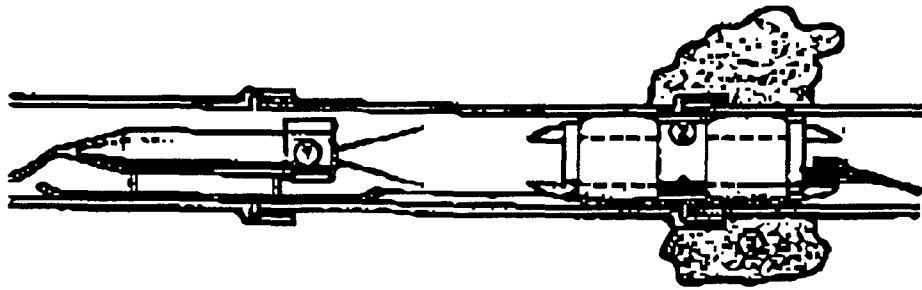
Les techniques de réhabilitation sont nombreuses et variées. Leurs objectifs peuvent être la restauration de la structure, l'amélioration ou le rétablissement de bonnes conditions d'écoulement, la suppression des apports parasites par étanchement, correction des erreurs de branchement. Les champs d'application de la réhabilitation sont les collecteurs, les regards de visites ou les ouvrages "annexes" (poste de relèvement, déversoirs d'orage...). Les interventions peuvent se faire par l'intérieur ou par l'extérieur. Elles sont soit continues (elles ont lieu sur tout le linéaire du réseau), soit ponctuelles (elles ont lieu au droit des points à traiter).

Le principal changement depuis 1945 réside dans la mise au point et l'emploi de procédés de réhabilitation in situ (Triantafillou C., 1987 - Diseau M., Duperd Y., 1989 - Groupe de travail "Réhabilitation" de la commission "Assainissement" de A.G.H.T.M., 1989). Les travaux se font sans fouille préalable et il n'y a pas remplacement des éléments détériorés. L'interruption du service est donc minimale.

L'injection de produits colmatants à l'aide d'un applicateur téléguidé ou par des hommes, ou la pose de manchettes constituent les techniques de réfection "point par point" (cf. schémas ci-après).

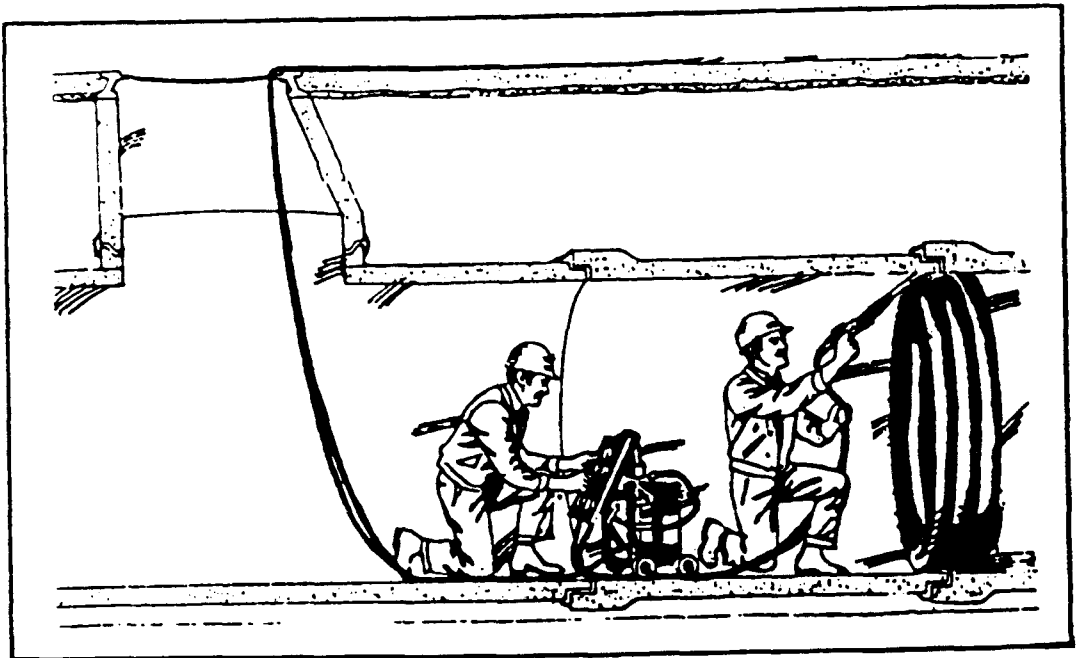
¹ Il n'y a cependant pas eu une telle réduction en Seine-Saint-Denis (d'après entretien avec Kostas Chatzis, Chercheur au LATTS).

Schéma 6 : Dispositif d'injection de résine acrylique téléguidé (A.G.H.T.M., 1989).



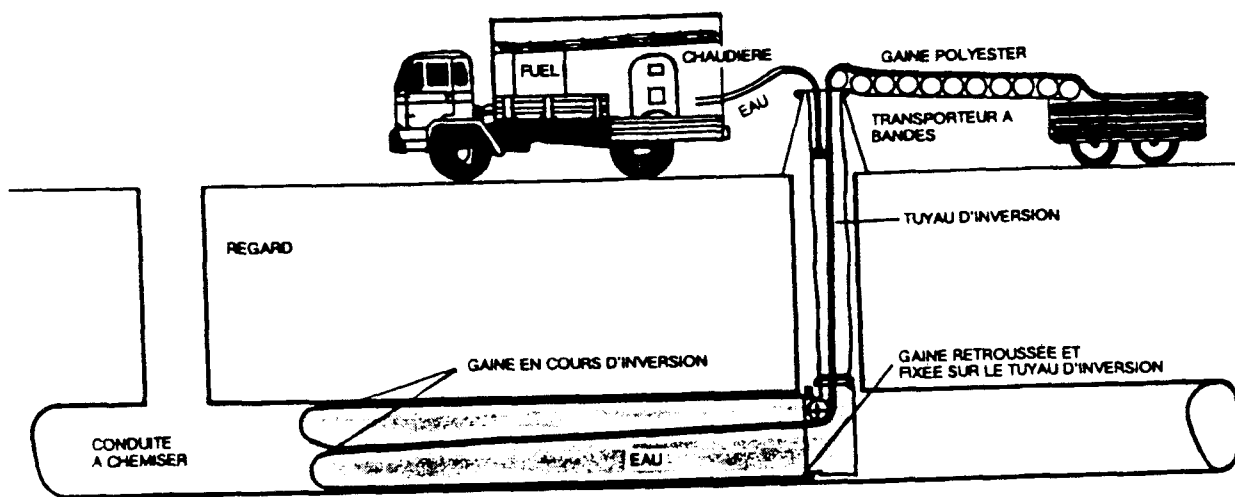
1 - Caméra vidéo 2 - Manchon d'injection 3 - Gel acrylique

Schéma 7 : Injection d'élastomères dans les canalisations visitables (A.G.H.T.M., 1989).



La réfection systématique se fait par revêtement plastique, gainage ou tubage.

Schéma 8 : Gainage par inversion (A.G.H.T.M., 1989).



La plupart des procédés sont d'origine anglaise, américaine ou allemande. Ils sont relativement anciens et certains sont déjà du domaine public. L'origine étrangère de ces techniques s'explique par le fait que ces pays ont été confrontés plus tôt que les autres à des problèmes de maintenance car ils possèdent des réseaux plus anciens que la France.

Le développement de ces procédés est freiné pour deux raisons principales. D'une part, ils mettent en concurrence des entreprises nationales avec des petites entreprises locales de travaux publics que les maîtres d'ouvrage tiennent souvent à favoriser. D'autre part, les maîtres d'oeuvre préfèrent fréquemment opter pour la remise à neuf par remplacement dans un souci de sécurité. Néanmoins, l'attention portée à la qualité des réseaux d'assainissement va croissante alors que les financements se restreignent, ce qui favorise actuellement le développement de ces techniques. Comme pour l'automatisation des ouvrages, ce sont les préoccupations économiques qui ont motivé le recours à des techniques de réhabilitation in situ, non des normes écrites.

I-2-6) Évolutions des techniques utilisées lors des phases de construction, de réception et d'inspection.

Ces évolutions ont toutes pour objectif d'optimiser durablement le fonctionnement des réseaux et de réduire la pollution engendrée par les rejets urbains par temps de pluie.

L'étanchéité des réseaux d'assainissement n'est devenue un souci majeur que depuis la mise en oeuvre d'une politique d'épuration. Il importait assez peu que les réseaux soient étanches lorsqu'ils débouchaient, de toute façon, directement dans le milieu récepteur. En revanche, lors de la phase d'équipement en stations d'épuration, il est apparu nécessaire, pour des raisons non seulement de cohérence mais aussi d'optimisation du fonctionnement des ouvrages de traitement, de s'assurer du fait que le réseau collecte convenablement les effluents pour lesquels les stations ont été prévues. Pas plus qu'il ne doit fuir, le réseau ne doit drainer d'eaux souterraines qui entraînent une surcharge hydraulique de la station. La technique initiale d'étanchéisation consistait en des joints de maçonnerie réalisés sur place lors de la pose. Très souvent ces joints étaient mal exécutés, parfois même ils n'étaient pas réalisés. La négligence des ouvriers a pu être mise en avant par certains mais l'origine de ces fautes doit aussi (et surtout) être recherchée dans la volonté des entreprises de travaux publics d'accélérer les chantiers pour des raisons évidentes de rentabilité. La nouvelle technique consistant en des joints en élastomère de profils variés à rapporter lors de la pose laisse encore la place à des négligences possibles et ne permet pas un gain de temps notable. Les constructeurs ont donc incorporé ces joints à l'usine, garantissant ainsi leur emploi au maximum. Bien que plus coûteuses, ces canalisations entraînent un incontestable gain de

temps sur le chantier. Des progrès ont aussi eu lieu au niveau de l'étanchéité entre les ouvrages "annexes" et les canalisations grâce à cette technique de joints incorporés à l'usine.

Le **matériau** traditionnel utilisé en assainissement était le grès. Suite à un manque de modernisation des procédés de fabrication, ce produit n'a plus été compétitif face aux autres matériaux quant aux performances et aux conditions de pose. Il a donc été abandonné au début des années 1970. Des techniciens allemands et anglais ont réussi à améliorer notablement la qualité du grès qui a connu un certain développement à partir de 1976. Une autre évolution réside dans l'apparition, au milieu des années 1970, de la fonte ductile, des tuyaux en P.V.C. et autres matières plastiques. A partir des années 1970, malgré quelques premiers déboires suite à une mauvaise attention accordée aux problèmes de résistance, la fonte est utilisée dans des configurations de terrain ou de réseau difficiles. L'emploi de ce matériau est cependant limité par son coût plus élevé que celui de tous les autres. Le béton reste le matériau le plus utilisé pour les moyens et les gros diamètres et l'amiante pour les petits diamètres.

Les progrès ont été spectaculaires dans ce domaine des procédés de **réception et d'inspection des réseaux** depuis 10-15 ans. Les techniques utilisées sont, en général, importées. En matière de réception, le premier test classique est le test à la fumée. Il permet de vérifier la conformité des branchements dans les réseaux séparatifs. En revanche, il ne permet pas la vérification de l'étanchéité, contrairement au test à l'eau. Ce dernier procédé est obligatoire, mais il est long et coûteux. Actuellement on commence à se tourner de plus en plus vers des procédés utilisant l'air comprimé, ou l'air comprimé plus la vapeur, associés à une détection acoustique des fuites d'air comprimé (Agence Financière de Bassin Artois-Picardie, 1985). Diverses autres méthodes commencent à se développer pour détecter et localiser les fuites ou les entrées d'eaux parasites : utilisation de traceurs ferromagnétiques, méthodes géophysiques ou thermiques. L'innovation qui a connu le plus large développement au niveau de l'inspection des réseaux est l'examen par caméra autotractée. Le nombre d'entreprises utilisant cette méthode est passé d'une seule en 1976 à plus de cent en 1985, ce qui dépassait déjà la demande solvable. Les caméras autotractées peuvent appartenir à des structures très diverses : services d'assainissement, D.D.E., entreprises de vidange, de réparation ou spécialisées. Certaines entreprises de réparation proposent un système, très performant mais coûteux¹, qui combine l'examen par caméra autotractée à l'air comprimé.

Ces différents progrès en matière de construction, de réception et d'inspection des réseaux connaissent cependant d'importantes limites. Les différences régionales importantes quant aux matériaux utilisés sont une des caractéristiques de leur diffusion. Les prescripteurs, le plus souvent les techniciens des Directions Départementales de l'Équipement, exigent, selon les départements, tels ou tels matériaux sans qu'il soit possible de justifier techniquement ces différences dans les choix techniques (Faudry D., 1985). En fait, ceux-ci se déterminent en fonction de leurs habitudes et des expériences, bonnes ou mauvaises, qu'ils ont pu faire dans leur carrière. Cela montre que, dans le domaine des matériaux, il n'y a pas de "religion commune" aux prescripteurs, pourtant formés dans les mêmes écoles.

L'impact des normes écrites, dans le domaine de la qualité des canalisations et ouvrages annexes est très faible. Une procédure d'agrément a été instituée en 1967 et a été complétée par une procédure allégée et plus rapide d'avis techniques délivrés provisoirement aux produits afin de ne pas entraver leur mise sur le marché. Autre garantie, les conditions de mise en oeuvre des canalisations et de réalisation des travaux sont très précisément stipulées dans le Cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux travaux d'assainissement. Ce texte, applicable aux marchés de l'État, est appliqué par les D.D.A.F. et D.D.E. aux marchés des collectivités locales lorsqu'ils sont maîtres d'oeuvre ; ce qui est le cas le plus fréquent. Cet arsenal de précautions dont l'application aurait dû entraîner des réseaux parfaits est loin d'avoir eu l'efficacité souhaitée. Tout d'abord, pour les petits chantiers, notamment en zone rurale, des tuyaux non agréés sont souvent utilisés. La proximité du lieu de fabrication est alors la cause essentielle du choix de ces tuyaux. Ensuite, les prescriptions des différentes versions successives du Cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux travaux d'assainissement sont loin d'avoir été toujours respectées. En ce qui concerne la réception, différents chercheurs et experts (en particulier ceux des Agences de l'Eau) assurent qu'elles ne l'ont presque jamais été. Enfin, le Cahier des Clauses Techniques Générales a aussi eu des effets pervers comme tout règlement ou texte para-réglementaire. Malgré des révisions relativement fréquentes depuis sa première édition en 1970, ce texte de plus de 300 pages souffre d'un retard chronique et inévitable et ne peut fournir rapidement des prescriptions d'emploi pour les matériaux nouveaux. La conséquence de ce défaut est dommageable puisque soit les maîtres d'oeuvre n'ont pas recours aux nouveautés par prudence, soit ils le font avec les seules recommandations des fabricants. C'est ce dernier comportement qui a conduit, par exemple, aux déboires des tuyaux en P.V.C. au début de leur utilisation, les fabricants ayant surestimé la résistance de leurs produits.

¹ Près de trois fois le prix d'un "simple" examen par caméra autotractée.

Des facteurs économiques empêchent l'emploi systématique des procédés de réception. Le test à l'eau, qui est le plus classique, est long et coûteux puisque son prix peut aller jusqu'à 3% du coût des travaux dans les gros diamètres. De plus, pour être probants, les essais devraient être réalisés après remblaiement pour tenir compte de la charge et des divers phénomènes mécaniques du sol, et ce, quelles que soient les techniques employées. Les entrepreneurs sont, bien évidemment, réticents devant cette procédure à cause du coût de mise en conformité si des défauts étaient reconnus. Il semble que même en fouille ouverte, le test à l'eau soit rarement réalisé. En fait, dans le meilleur des cas, il est réalisé sur un échantillon de tronçons qui ont la caractéristique d'être proches de points d'eau en raison des grandes quantités nécessaires. Si les réticences que des entreprises expriment face aux différents tests ont des causes bien évidentes, celles des maîtres d'oeuvre peuvent surprendre au premier abord. Ces derniers ont tout intérêt à avoir un réseau étanche. Il ne faut, en revanche, pas oublier qu'ils doivent, en contrepartie supporter le coût du test car l'entreprise le lui répercute inévitablement pour une bonne part. Les Agences de l'Eau ont cependant engendré de gros progrès à ce niveau en subordonnant de plus en plus leur aide à la construction d'un réseau d'assainissement à la mise en oeuvre effective des épreuves de réception. Pas de "religion commune" à ce niveau non plus puisque les méthodes qu'elles ont préconisées et préconisent encore varient selon les bassins. Sur cet aspect, les Agences de l'Eau ont produit, à leur échelle, leur propre norme.

Suite à l'analyse des évolutions des choix techniques relatifs aux réseaux d'assainissement, nous pouvons avancer que, mis à part le calcul des débits à écouler qui a été très fortement normalisé par la circulaire "Caquot", les évolutions des choix techniques semblent relativement déconnectées de celles des normes écrites. Les choix techniques semblent bien plus motivés par différents aspects économiques, juridiques et par des usages ayant cours chez les professionnels. Le dépouillement de notre questionnaire permet de donner différents exemples de ces normes non écrites.

I-3) Les normes non écrites.

I-3-1) Exemples "d'évidences techniques" fournis par notre questionnaire.

L'état du patrimoine "réseau d'assainissement" est une des très grandes préoccupations des professionnels puisque l'amélioration de sa fiabilité est ressentie comme une nécessité urgente par une grande majorité d'entre eux. A la question "la proposition améliorer la fiabilité du réseau vous semble-t-elle constituer une priorité ?" (cf. Annexes 1 à 8) les techniciens appartenant aux S.A.T.E.S.E., D.D.E., D.D.A.F., aux C.D.H., aux villes de plus de dix mille habitants et aux communes rurales ont répondu comme suit :

Tableau 20 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs français aux actions visant à améliorer la fiabilité des réseaux existants.

Acteurs appartenant aux	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	Pas de réponse	Autre	Sans objet	Total
D.D.E.	40 (63,5%)	16 (25,4%)	4 (6,3%)	0	3 (4,8%)	0	0	63 (100%)
D.D.A.F.	33 (44%)	38 (50,7%)	2 (2,7%)	0	1 (1,3%)	1 (1,3%)	0	75 (100%)
S.A.T.E.S.E.	59 (72,8%)	22 (27,2%)	0	0	0	0	0	81 (100%)
C.D.H.	28 (66,7%)	10 (23,8%)	1 (2,4%)	0	3 (7,1%)	0	0	42 (100%)
Grandes villes ¹	40 (15,5%)	123 (47,7%)	55 (21,3%)	10 (3,9%)	28 (10,9%)	2 (0,7%)	0	258 (100%)
Communes rurales ²	11 (7,7%)	19 (13,3%)	21 (14,7%)	34 (23,8%)	58 (40,6%)	0	21 ³	143 (100%)
Total	211 (33,4%)	228 (34,4%)	83 (12,5%)	44 (6,6%)	93 (14%)	3 (0,5%)	21	662 (100%)

Mis à part les petites communes rurales qui sont, il est vrai, moins concernées, l'immense majorité des professionnels de l'eau juge qu'il est très urgent ou urgent de mener des actions visant à améliorer la

¹ Communes de plus de 10.000 habitants.

² Communes de moins de 2.000 habitants. La majeure partie de l'échantillon est constituée de villages de moins de 500 habitants.

³ Les communes pour lesquelles la question est sans objet (absence d'équipements collectifs d'assainissement) n'ont pas été prises en compte pour le calcul des pourcentages.

fiabilité des réseaux.

Les communes de plus de 10 000 habitants ainsi que des petites communes rurales ont été interrogées sur la nature de dysfonctionnements de leurs réseaux d'assainissement. Comme les réponses à la question précédente, elles sont révélatrices des préoccupations des professionnels pour l'état du patrimoine que constitue le réseau d'assainissement. 196 communes de plus de 10 000 habitants sur les 258 qui ont répondu au questionnaire (76%) ont évoqué au moins une cause de dysfonctionnement de leur réseau contre seulement 45 communes rurales sur les 165 ayant répondu (27,3%). Deux types de causes viennent à l'esprit pour expliquer une telle différence. D'une part, les communes rurales ne sont équipées, le plus souvent, que d'un petit réseau embryonnaire, voire d'aucun équipement public. Il ne s'agit donc pas pour eux d'une préoccupation prioritaire, les pannes étant, dans ce cas de figure, plus rares et ayant des conséquences moindres. D'autre part, les petites communes ne possèdent pas de services techniques structurés. Un ou deux employés municipaux, directement sous les ordres du secrétaire de mairie, assurent les tâches les plus diverses allant de l'entretien de la voirie au ramassage scolaire. L'expertise ne peut donc être que limitée à ce niveau. Ce sont, le plus souvent, les maires qui ont répondu au questionnaire alors que ce sont surtout des techniciens¹ qui ont répondu dans le cas des grandes villes. Les dysfonctionnements du réseau d'assainissement ne sont qu'une petite partie des problèmes auxquels un élu doit faire face. Par conséquent, sauf exception, ces problèmes sont bien moins maîtrisés par un maire que par un technicien dont la lutte contre ces dysfonctionnements constitue l'essentiel de la tâche.

Les causes de dysfonctionnement les plus fréquemment évoquées sont réunies dans le tableau ci-après:

Tableau 21 : Principales réponses à la question "quelles sont les causes de dysfonctionnement du réseau d'assainissement qui dessert votre commune?"

	Nb de professionnels ayant cité cette cause	
	Communes de plus de 10.000 Habitants	Communes rurales ²
Présence d'eaux claires parasites	77 (29.8%)	11 (7.6%)
Raccordements "pirates" ou mal réalisés	57 (22.1%)	7 (4.9%)
Vétusté des installations	44 (17.5%)	0
Étanchéité insuffisante	21 (8.1%)	1 (0.7%)
Pente insuffisante ou contre pente	23 (8.9%)	2 (1.4%)
Problèmes de dimensionnement	18 (7%)	0
Réseau unitaire inadapté	16 (6.2%)	5 (3.5%)
Ensablement des collecteurs	15 (5.8%)	5 (3.5%)
Pb de la pollution pluviale non traitée	10 (3.9%)	2 (1.4%)

Seulement quatre grandes villes et une commune rurale citent les problèmes d'entretien comme cause de dysfonctionnement. Autre absent de marque, la maintenance préventive puisque uniquement quatre grandes villes évoquent son insuffisance. Il est vrai que critiquer l'entretien et la maintenance du réseau revient, pour les techniciens et élus qui ont répondu, à s'autocritiquer puisqu'ils ont, le plus souvent, la charge et la responsabilité de ces tâches. Les causes le plus souvent évoquées sont liées à une mauvaise réalisation, à l'âge du réseau, à la topographie, autrement dit à des causes externes aux services techniques des communes, ce qui peut être interprété comme un nouveau résultat de la faible capacité, bien compréhensible, de ces acteurs à s'autocritiquer. Il n'en reste pas moins que les causes évoquées montrent le souci premier des techniciens : obtenir à l'entrée de la station un effluent le plus concentré possible. Ce phénomène est à rapprocher de la morphologie du parc de stations d'épuration desservant les communes qui ont répondu. Les 258 grandes villes ont leurs eaux usées traitées par 334 stations dont 247 (74%) boues activées. Sur les 118 communes rurales équipées, 51 (43,2%) sont desservies par une station de ce type. Or cette filière est beaucoup plus sensible que les autres aux eaux parasites et aux variations de charges. Cette particularité n'a pu que renforcer la préoccupation des professionnels vis-à-vis des problèmes "d'eau claire" ou de raccordements mal effectués. Cela constitue une première trace de la focalisation des techniciens et élus municipaux sur les problèmes d'épuration des eaux usées bien plus médiatisés et moins coûteux à résoudre que ceux relevant de la gestion des réseaux. Cette affirmation doit cependant être nuancée. Le questionnaire comporte beaucoup de questions sur les stations d'épuration. De plus, il a été envoyé avec un article relatif au parc de stations d'épuration français (Berland J.M. et

¹ Directeur Général des Services Techniques, Directeur des Services Techniques, Chef du service Voirie et Réseaux Divers (V.R.D.), Chef du service Assainissement...

² Les communes pour lesquelles la question est sans objet (absence d'équipements collectifs d'assainissement) n'ont pas été prises en compte pour le calcul des pourcentages.

Barraqué B., 1990). Ces deux facteurs ont fort probablement induit des réponses orientées vers les problèmes de traitement des eaux usées.

Mis à part les problèmes de dimensionnement, d'ensablement et de pente, les causes de débordement sont rarement évoquées. Certes, quelques communes signalent des cas de surcharges, d'engorgement, de pannes des postes de relèvement, d'obstruction diverses (dus à des racines, objets étrangers tels une bicyclette !!!), mais tous ces constats restent très marginaux. Une ou deux villes les signalent. Notons, par ailleurs, que la pollution pluviale ne constitue pas, pour les acteurs interrogés, une préoccupation majeure, puisque seulement 10 grandes villes l'évoquent.

La nécessité de traiter la question de l'assainissement à l'aide de travaux générateurs de génie civil est ressentie très fortement par les différentes personnes contactées. A la question "construire de nouveaux réseaux vous paraît-il constituer une priorité ?", les acteurs interrogés ont répondu comme suit :

Tableau 22 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs français à la construction de nouveaux réseaux.

Acteurs appartenant aux	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	Pas de réponse	Autre	Total
D.D.A.F.	6 (8%)	40 (53,3%)	21 (28%)	0	6 (8%)	2 (2,7%)	75 (100%)
C.D.H.	3 (7,1%)	21 (50%)	14 (33,3%)	0	4 (9,5%)	0	42 (100%)
Grandes villes	24 (9,3%)	80 (31%)	59 (22,9%)	32 (12,4%)	61 (23,6%)	2 (0,8%)	258 (100%)
Communes rurales	7 (4,3%)	32 (19,7%)	26 (16%)	36 (22,1%)	60 (36,8%)	2 (1,2%)	163 (100%)
Total	40 (7,4%)	173 (32,2%)	120 (22,3%)	68 (12,6%)	131 (24,3%)	6 (1,1%)	538 (100%)

Une autre question, très proche, "étendre le(s) réseau(x) existant(s) vous semble-t-il être une priorité ?" a aussi été posée à certains organismes.

Tableau 23 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs français à l'extension des réseaux existants.

Acteurs appartenant aux	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	Pas de réponse	Autre	Sans objet	Total
D.D.A.F.	12 (16%)	36 (48%)	18 (24%)	0	6 (8%)	3 (4%)	0	75 (100%)
Grandes villes	14 (5,4%)	92 (35,7%)	65 (25,2%)	26 (10,1%)	58 (22,5%)	3 (1,2%)	0	258 (100%)
Communes rurales	11 (7,7%)	30 (21,1%)	33 (23,2%)	23 (16,2%)	45 (31,7%)	0	21 ¹	142 (100%)
Total	37 (7,8%)	158 (33,3%)	116 (24,4%)	49 (10,3%)	109 (22,9%)	6 (1,3%)	21	475 (100%)

On constate un léger décalage entre les réponses des techniciens des services des D.D.A.F. ou des Conseils Départementaux d'Hygiène et celles des techniciens municipaux. La proportion d'acteurs appartenant aux D.D.A.F. et C.D.H. estimant que des travaux de génie civil importants visant à accroître les équipements en matière de réseau sont urgents, voire très urgents, est plus importante que la proportion de personnels municipaux. Aucun technicien des D.D.A.F., ni aucun membre des C.D.H. ne juge de tels travaux inutiles. Mais ces acteurs raisonnent à l'échelle de leur département, contrairement aux techniciens municipaux qui raisonnent, eux, sur leur territoire. Il est, par conséquent, compréhensible qu'un nombre plus élevé de techniciens municipaux jugent leurs communes suffisamment équipées. La proportion des acteurs interrogés qui appellent de leurs vœux un accroissement des équipements reste néanmoins assez élevée, mis à part les acteurs des petites communes rurales.

¹ Les communes pour lesquelles la question est sans objet (absence d'équipements collectifs d'assainissement) n'ont pas été prises en compte pour le calcul des pourcentages.

Construire des bassins de retenues d'eaux pluviales est-il à l'ordre du jour pour les professionnels ?

Tableau 24 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs français à la construction de bassins de retenue d'eaux pluviales.

Acteurs appartenant aux	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	Pas de réponse	Autre	Sans objet	Total
D.D.E.	10 (16,9%)	21 (33,3%)	22 (34,9%)	1 (1,6%)	6 (9,5%)	3 (4,8%)	0	63 (100%)
D.D.A.F.	1 (1,3%)	19 (25,3%)	29 (38,7%)	11 (14,7%)	14 (18,7%)	1 (1,3%)	0	75 (100%)
S.A.T.E.S.E.	13 (16%)	40 (49,4%)	21 (25,9%)	3 (3,7%)	4 (4,9%)	0	0	81 (100%)
C.D.H.	2 (4,8%)	13 (31%)	22 (52,4%)	0	5 (11,9%)	0	0	42 (100%)
Grandes villes	22 (8,5%)	84 (32,6%)	58 (22,5%)	33 (12,8%)	55 (21,3%)	6 (2,3%)	0	258 (100%)
Communes rurales	2 (1,4%)	15 (10,6%)	17 (12%)	40 (28,2%)	66 (46,5%)	2 (1,4%)	21 ¹	142 (100%)
Total	50 (7,6%)	192 (29%)	169 (25,6%)	88 (13,3%)	150 (22,7%)	12 (1,8%)	21	661 (100%)

Les réponses sont variables selon les organismes. Les techniciens des S.A.T.E.S.E. et les D.D.E. sont les plus ardents défenseurs de la construction rapide de bassins. Au contraire, les agents des communes rurales et des D.D.A.F., raisonnant sur les milieux ruraux, en voient logiquement moins l'urgence. On peut cependant affirmer que la proportion de services départementaux qui jugent que de tels aménagements peuvent attendre est très élevée. Les communes rurales, en général, ne se prononcent pas ou jugent ces équipements inutiles. Les grandes villes sont beaucoup plus nombreuses à les juger prioritaires.

La France était équipée de plus de 3.000 bassins de retenue d'eau pluviale en 1988 (cf. chapitre 2 I-2-4). On ne peut pas dire que ce chiffre soit négligeable mais l'équipement semble mal réparti. Les départements littoraux du Sud, bien que soumis à de très fortes précipitations, étaient moins équipés que les départements du tiers Nord de la France.

S'il existe une certaine demande des professionnels en ce qui concerne les bassins de retenue d'eaux pluviales, l'attitude de ces acteurs face aux techniques d'infiltration de ces eaux est, quant à elle, caractérisée par une certaine indifférence.

Tableau 25 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs français aux actions d'information à mener auprès des usagers potentiels sur les techniques d'infiltration des eaux pluviales.

Acteurs appartenant aux	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	Pas de réponse	Autre	Total
D.D.E.	9 (14,3%)	16 (25,4%)	26 (41,3%)	8 (12,7%)	3 (4,8%)	1 (1,6%)	63 (100%)
D.D.A.F.	6 (8%)	19 (25,3%)	25 (33,3%)	7 (9,3%)	16 (21,3%)	2 (2,7%)	75 (100%)
S.A.T.E.S.E.	6 (7,4%)	23 (28,4%)	28 (34,6%)	10 (12,3%)	14 (17,3%)	0	81 (100%)
C.D.H.	2 (4,8%)	13 (31%)	20 (47,6%)	4 (9,5%)	3 (7,1%)	0	42 (100%)
Grandes villes	16 (6,2%)	82 (31,8%)	58 (22,5%)	27 (10,5%)	71 (27,5%)	4 (1,5%)	258 (100%)
Communes rurales	6 (3,7%)	32 (19,6%)	17 (10,4%)	28 (17,2%)	78 (47,9%)	2 (1,2%)	163 (100%)
Total	45 (6,6%)	185 (27,1%)	174 (25,5%)	84 (12,3%)	185 (27,1%)	9 (1,3%)	682 (100%)

Près de 38% des techniciens appartenant aux services techniques de grandes villes jugent urgentes ou très urgentes les actions d'information relatives aux techniques d'infiltration. Seulement 10,5% d'entre eux jugent inutiles de telles actions. Il est vrai que les territoires sur lesquels ils travaillent sont les plus denses et les plus imperméabilisés. Ils sont logiquement les plus sensibilisés aux économies que peuvent engendrer ces techniques.

Cependant, même pour les grandes villes, l'accueil reste relativement froid puisque seulement un peu plus du tiers (33,7%) de la totalité des acteurs qui ont répondu, classe l'information sur les techniques d'infiltration comme une urgence. Il s'agit plutôt d'une indifférence puisque la proportion de services départementaux jugeant que cette action peut attendre est très élevée. Par ailleurs, près de 48% des communes rurales n'ont pas répondu à cette question. Ces dernières ne sont que très rarement confrontées aux problèmes d'inondation, la surface imperméabilisée et la densité restant très faibles.

¹ Les communes pour lesquelles la question est sans objet (absence d'équipements collectifs d'assainissement) n'ont pas été prises en compte pour le calcul des pourcentages.

Les différents exemples "d'évidences techniques" ayant cours chez les professionnels de l'eau que nous venons de présenter laissent présager une certaine focalisation sur certaines pratiques bien délimitées : mise en oeuvre de techniques de conservation du patrimoine "réseaux" existant, recours aux travaux générateurs de génie civil, appel peu fréquent à des techniques de contrôle des eaux pluviales à la source. L'évolution des choix techniques en matière de réseaux a bien eu lieu selon ces critères (cf. Chapitre 2 I-2). L'existence d'une certaine contrainte des choix techniques par des normes non écrites reçoit ici une première confirmation.

I-3-2) Un indicateur justifiant le discours sur le manque d'équipement.

Bien que les progrès réalisés en matière d'équipement soient indéniables, les différents acteurs contactés jugent, dans leur ensemble, que la demande en matière de réseau n'est pas satisfaite. Le propos n'est pas ici de soutenir ou de contester cette vision mais de montrer en quoi elle n'a pu être qu'amplifiée par l'utilisation d'une norme non écrite : indicateur particulier à la France, *le taux de collecte de la pollution*.

La valeur de ce taux avancée actuellement est de 62% (Cercle Français de l'Eau, 1993). Elle paraît d'autant plus faible que les chiffres avancés par les allemands au sujet de l'état de leur assainissement sont impressionnants. Pour les anciens *Länder*, 92,1% de la population est connectée au réseau d'assainissement, 89,5% de la population est desservie par une station d'épuration publique. Cette différence des valeurs ne traduit cependant pas fidèlement la réelle différence physique sur le terrain. Pour bien comprendre les causes d'une telle différence, il faut réfléchir aux définitions des différents taux utilisés par le ministère de l'environnement français. Voici les définitions que renferme l'édition 91-92 de *l'état de l'environnement* (Ministère de l'environnement, 1993) :

Un équivalent-habitant est égal à 57 g/j de matières oxydables (MO), 90 g/j de matières en suspension (MES), 15 g/j de matières azotées (MA), 4 g/j de matières phosphorées (MP).

Pollution brute : quantité de pollution émise par les habitants et les industries raccordées aux stations d'épuration. Le mot pollution désigne la quantité de MO, de MES, de MA ou de MP. Il s'agit, en fait, d'un abus de langage puisque la notion de quantité de **polluants** est, en fait, la plus adaptée.

Pollution entrante : part de la pollution brute parvenant à l'entrée des stations d'épuration.

Taux de dépollution : rapport pollution éliminée / pollution brute.

Taux de collecte : rapport pollution entrante / pollution brute.

En France, la pollution brute est actuellement appréciée par calcul forfaitaire, rarement par mesure. Rien n'est réellement mesuré scientifiquement pour aboutir à ces taux. De plus, ils ne permettent pas d'évaluer l'apport des dispositifs d'assainissement autonome car la pollution entrant dans ces dispositifs ne fait pas partie de la pollution entrante et est considérée comme étant rejetée directement dans le milieu récepteur. Or, nous le verrons plus en détail dans un autre chapitre, l'assainissement autonome occupe une bien plus grande place en France que dans les pays d'Europe du Nord. Les dispositifs individuels d'assainissement sont, il est vrai, plus ou moins fiables mais n'en assurent pas moins une dépollution non négligeable. Le fait que l'indicateur "taux de dépollution" les ignore est une première source de décalage du jugement qu'il induit par rapport à la réalité physique. De plus, le taux de collecte ne prend pas en compte les phénomènes d'auto-épuration qui se produisent à l'intérieur des réseaux. La quantité de matières oxydables qui disparaît ainsi est assimilée, lors de l'utilisation de cet indicateur, à une fuite des réseaux.

Le plus grand défaut de la procédure française réside dans le fait que ce taux est en réalité le résultat d'opérations sur des données à vocations fiscales utilisées pour percevoir la redevance pollution. Ces données sont parfois éloignées de la réalité physique (Groupe de travail A.G.H.T.M. "Évaluation des performances de l'assainissement en France - Bases de réflexions", 1990). Dans un premier temps, la quantité de polluants émise par une agglomération est estimée sur la base d'une population égale à la

population sédentaire¹ augmenté **forfaitairement** de 0,4 fois la population saisonnière agglomérée². Ensuite, cette quantité de polluants estimée est multipliée par un coefficient d'agglomération. Ce coefficient est variable selon la taille de l'agglomération, comme le montre le tableau ci-dessous.

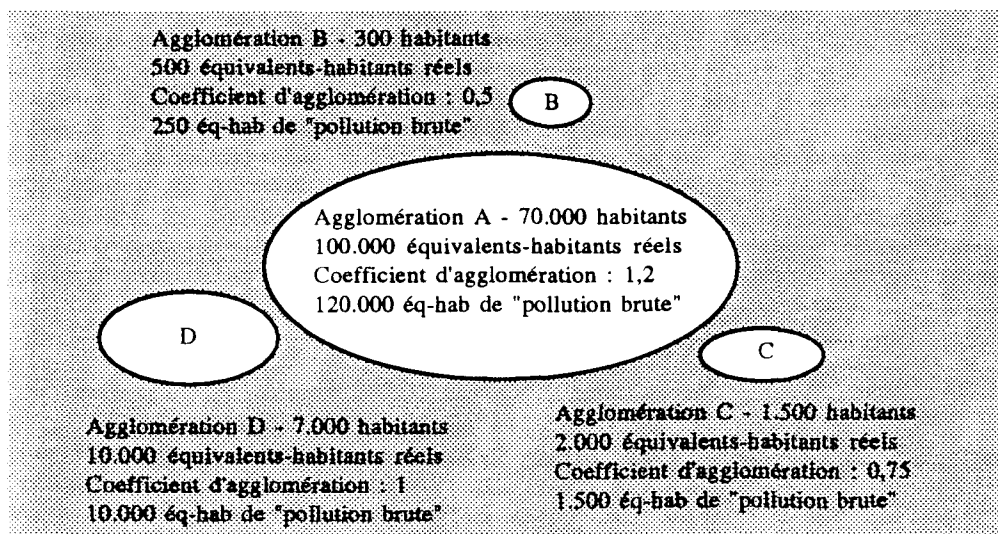
Tableau 26 : Valeurs du coefficient d'agglomération.

Nombre d'habitants agglomérés	Coefficients d'agglomération
[0-500]	0,5
]500-2.000]	0,75
]2.000-10.000]	1
]10.000-50.000]	1,1
Supérieur à 50.000	1,2
Paris + dépts 92,93,94.	1,4
Communes ne disposant pas d'un réseau de distribution d'eau	0

La "pollution" brute émise pour la totalité du territoire métropolitain est égale à la somme des "pollutions" émises par chaque agglomération ainsi "corrigées". Le coefficient est supérieur à 1 pour les grandes agglomérations. Cela se justifie par le fait que les travaux d'assainissement y sont plus chers. Il est donc cohérent que les habitants d'une agglomération payent plus que les habitants d'un petit village de zone rurale. Le fait qu'il soit inférieur à 1 pour les agglomérations inférieures ou égales à 2.000 habitants est révélateur d'une volonté de ne pas soumettre à une pression fiscale trop forte les collectivités rurales qui, par ailleurs, ne reçoivent qu'une faible proportion du montant total des aides allouées par les agences³. Cette pratique aboutit, d'après un groupe de travail A.G.H.T.M., à une surestimation du nombre d'équivalents-habitants rejetés et par conséquent à une sous-estimation du taux de collecte d'un facteur 1,1 (Groupe de travail A.G.H.T.M. "Évaluation des performances de l'assainissement en France - Bases de réflexions, 1990).

L'autre défaut majeur de cette pratique est de rendre négatif, "sur le papier", la connexion d'un réseau d'assainissement d'une petite agglomération au réseau d'une grande. Prenons un exemple :

Schéma 9 : "Pollution brute" en l'absence d'interconnexion.



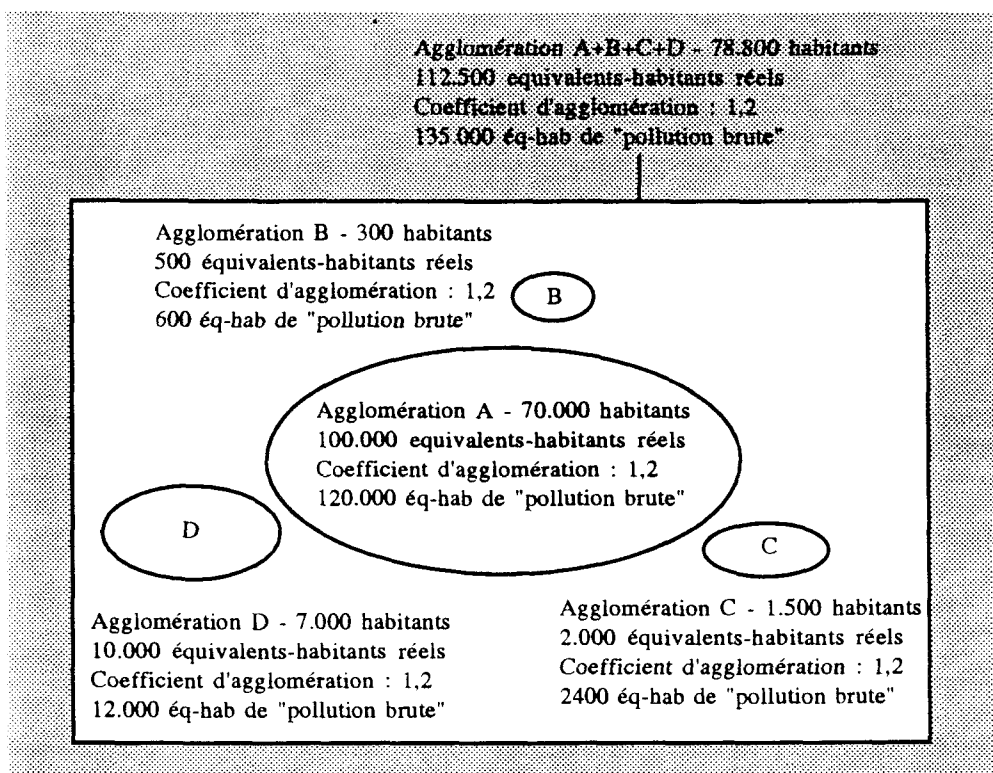
Si les agglomérations B, C et D se connectent au réseau de l'agglomération A, c'est l'agglomération A+B+C+D qui est prise en compte pour le calcul de la pollution brute. La situation est alors la suivante :

¹ Il s'agit de la population sédentaire agglomérée issue des statistiques de l'INSEE.

² Données issues des déclarations de mairies.

³ D'après entretien avec Monsieur Sicard, Agence de l'Eau Seine-Normandie.

Schéma 10 : "Pollution brute" en cas d'interconnexion.



3.250 équivalents-habitants de pollution brute sont apparus par le seul fait de la connexion des quatre agglomérations. Ce type de phénomène semble freiner de manière non négligeable la progression des taux de dépollution français¹. L'objectif affiché est de porter le taux de collecte à 80% en l'an 2000 (Cercle Français de l'Eau, 1993). Chaque maire et responsable des services techniques municipaux a connaissance du taux de collecte de l'agglomération dont sa commune fait partie puisque c'est l'une des bases utilisées par les Agences de l'Eau pour justifier le montant de la prime reversée au maire pour épuration des eaux usées, ainsi que le montant de la redevance pollution prélevée auprès des usagers. La faiblesse du taux avancé en général ne peut que les inciter à choisir la seule voie permettant d'augmenter ce taux, à savoir la construction de nouveaux réseaux ou l'extension des réseaux existant sur le territoire de la commune. Si de tels travaux sont encore nécessaires dans différents endroits, ils sont techniquement impossibles et/ou économiquement inacceptables dans certaines zones de faible densité et l'utilisation de l'indicateur "taux de collecte" peut alors limiter les tendances au recours à des voies alternatives au réseau.

L'étude de l'évolution des normes écrites et du parc technologique français de réseaux d'assainissement nous conduit à constater une certaine déconnexion entre les normes écrites et les choix techniques. Certes, le calcul du débit à écouler a été fortement normalisé par la circulaire CG 1333 de 1949 et la circulaire du 22 juin 1977, mais il est clair que le choix entre réseau séparatif et réseau unitaire, le choix entre la construction de bassins de retenue ou l'utilisation de techniques d'infiltration des eaux pluviales ou encore le choix de construire un réseau et non des dispositifs d'assainissement autonomes est très peu motivé par un quelconque respect des normes écrites. La généralité de celles-ci laisse d'ailleurs une certaine liberté d'initiative aux maîtres d'oeuvre. Ces choix sont motivés plutôt par des considérations d'ordre économique, juridique, politique et par certaines normes non écrites. Ainsi, la croyance en des eaux pluviales non polluées a été un des facteurs de diffusion du système séparatif, et "l'évidence technique" selon laquelle l'équipement en réseau est insuffisant, validé par l'utilisation de l'indicateur "taux de collecte" a poussé vers la solution "réseau + station".

Les choix techniques ont-ils été semblables dans un pays présentant des normes écrites différentes ?

¹ D'après entretien avec Monsieur Sicard, Agence de l'Eau Seine-Normandie.

II) LA SITUATION ALLEMANDE.

II-1) Évolution des normes écrites.

II-1-1) Historique : le cas de Berlin à la fin du XIX^{ème} siècle.

- Système choisi.

Berlin a eu, comme Paris pour la France mais à un degré moindre, valeur d'exemple pour les normes utilisées pour la construction des réseaux des autres villes de l'Allemagne (Claude V., 1985). Les travaux d'assainissement de cette ville ont même influencé l'ingénieur Durand-Claye dont on connaît le rôle dans la réalisation du réseau d'égout de Paris. Un regard sur le passé de l'ex-capitale allemande est donc utile pour comprendre le patrimoine allemand en matière d'assainissement.

Le premier plan d'assainissement de Berlin a été approuvé en mars 1873 et est entré en vigueur dès 1874. La majeure partie des travaux a été réalisée en dix ans. Le système adopté pour Berlin est le système radial. Les collecteurs dessinent des rayons allant du centre à la périphérie. Un certain nombre de districts forment des réseaux complètement distincts, qui jettent leurs eaux usées dans les champs d'épandage distincts également et répartis tout autour de la ville.

Les avantages invoqués pour le choix de ce système sont les suivants :

- les accidents sont complètement localisés et tout le service ne souffre pas de l'éventuel arrêt d'un seul collecteur,
- c'est un moyen d'échapper à la difficulté de donner aux égouts une pente suffisante. En effet, en les partageant en différents districts, on en réduit la longueur et il est alors possible de leur donner une chute suffisante sans trop s'enfoncer sous terre (Berlin est dans un site plat),
- les dimensions des conduites sont plus restreintes et plus faciles à évaluer puisqu'elles desservent des quartiers plus limités,
- le développement du système est facile et peut s'étendre avec la population d'une manière "télescopique",
- on évite la multiplicité et l'éparpillement des stations de relèvement qui augmentent les frais de fonctionnement,
- en ce qui concerne les champs d'épandage, il était plus facile à Berlin de trouver des emplacements plus nombreux et moins étendus que les surfaces d'un seul tenant, conséquence forcée des systèmes à débouché unique.

Le réseau d'assainissement berlinois est un réseau unitaire.

- Dimensionnement du réseau berlinois.

En 1873, les aménageurs allemands ont évalué le volume des eaux ménagères à 1,545 litres par hectare et par seconde, en admettant une consommation de 127,5 litres par jour et par habitant consommés en 9 heures, et une densité de population de 785 habitants par hectare. L'ingénieur Durand-Claye notait en 1883 que ces conditions n'étaient encore atteintes en aucun point de la ville (Durand-Claye A., 1883). En fait, la consommation d'eau, du 1^{er} avril 1882 au 31 mars 1883, a eu pour maximum par jour et par habitant 85,22 litres et pour minimum 47,12 litres. La moyenne était donc de 64 litres environ, soit la moitié du chiffre supposé.

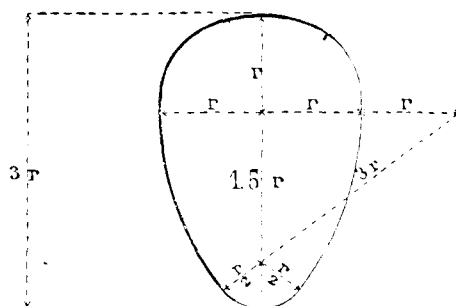
Le volume des eaux de pluie est beaucoup plus important. A Berlin, les pluies sont fréquentes, mais peu abondantes, le sol est sablonneux et à faible pente. Les sections des égouts ont été calculées sur l'hypothèse d'une pluie de 21 millimètres par heure, dont un tiers seulement arriverait aux égouts, ce qui donne pour les eaux pluviales à écouler un débit maximum de 21,73 litres par hectare et par seconde, soit avec les eaux ménagères 22,70 litres par hectare et par seconde.

- Types de conduites.

La forme employée pour les égouts est la forme ovoïde à profil continu. Tout angle et toute partie plate ont été évités. Le radier présente un maximum de courbure afin d'obtenir une vitesse convenable

même en basses eaux. La partie inférieure de l'égout joue le rôle d'une demi-conduite. Le croquis ci-dessous indique le tracé du profil des égouts adopté à Berlin. On constate que l'ouverture est égale aux deux tiers de la hauteur.

Croquis 1 : Profil des égouts adopté à Berlin (Durand-Claye A., 1883).



Les égouts généralement construits peuvent être classés en neuf types principaux. Le tableau ci-dessous en regroupe les caractéristiques essentielles.

Tableau 27 : Caractéristiques essentielles des égouts généralement construits à Berlin à la fin du XIX^{ème} siècle (Durand-Claye A., 1883).

	Hauteur sous clefs (en m)	Ouvertures aux naissances (en m)
1	1,2	0,8
2	1,3	0,867
3	1,4	0,933
4	1,5	1
5	1,6	1,067
6	1,7	1,133
7	1,8	1,2
8	1,9	1,267
9	2	1,33

Les voûtes sont en briques, avec une épaisseur constante de 0,25 m.

Pour évacuer des quantités d'eau de faible importance, les techniciens berlinois ont eu recours à des tuyaux circulaires en poterie dont les diamètres croissent de 3 cm en 3 cm. Durand-Claye a constaté un surdimensionnement des réseaux. En effet, les plus petits tuyaux employés à Berlin faisaient 21 cm de diamètre. Ils n'étaient utilisés que dans les parties qui ne recevaient pas de branchement des maisons. Les diamètres des tuyaux avec branchement n'étaient pas moins de 24 cm.

Ceux-ci, avec une pente de 1/500, débitent 25 litres par seconde, ce qui correspond, avec les hypothèses indiquées plus haut, à une superficie de 110 ares. Ainsi, pour les surfaces comprises en 22 et 55 ares qui sont celles de la quasi totalité des pâtés de maisons de la ville allemande, on a des dimensions deux à cinq fois plus grandes qu'il n'est nécessaire : les diamètres calculés étaient toujours augmentés de 3 cm.

Pour établir les calculs d'écoulement, la formule d'Eytelwein a été adoptée. Celle-ci donne de plus petites vitesses d'écoulement que celle de Bazin, utilisée en France, et tend donc à agrandir les profils. Pour un tuyau circulaire de 1 m de diamètre avec une pente de 1/1000 le coefficient de Bazin est de 64,1 tandis que celui d'Eytelwein est de 50.

La formule d'écoulement est la suivante : $Q = \Omega u$, Ω étant la section et u la vitesse de l'eau en mètres par seconde avec :

$$u = \sqrt{\frac{\Omega}{p} \frac{h}{l}} \quad Q = 50 \sqrt{\frac{\Omega^3}{p} \frac{h}{l}} \quad p = \text{périmètre}$$

On obtient pour le profil d'égout adopté :

$$Q = 50 \sqrt{\frac{4,594^3 \cdot r^5}{7,9299} \frac{h}{l}} \quad r = \text{rayon}$$

- et pour les tuyaux :

$$Q = 50 \pi \sqrt{\frac{r^5}{2} \frac{h}{l}}$$

Le plus petit égout, c'est-à-dire celui de 1 m de hauteur avec 1/500 de pente écoulait 502 litres à la seconde, tandis que le plus gros tuyau circulaire, de 48 cm ne débitait de 140 litres à la seconde. Pour répondre aux cas intermédiaires on a donc employé des tuyaux de 90 cm débitant 385 litres ainsi que des tuyaux de 51 cm, 60 cm, et 63 cm débitant respectivement 163, 245 et 277 litres à la seconde.

- Branchements particuliers.

Le raccordement des maisons aux conduites publiques a été régi par une ordonnance de police datée du 14 juillet 1874. Elle oblige chaque propriétaire d'immeuble à établir une communication avec l'égout de la rue par une conduite d'évacuation ou un branchement spécial. Ce branchement ne devait pas recevoir de matières solides à l'exception de celles provenant des W.C. Les fosses d'aisance étaient condamnées. Les propriétaires avaient six semaines pour présenter à l'approbation un projet complet d'assainissement de leurs immeubles. Six semaines après la délivrance de l'approbation du projet, les installations devaient être terminées.

Les installations devaient être soumises aux prescriptions suivantes :

- prolongation de tous les tuyaux de chute jusqu'au dessus du toit ou ventilation par une communication avec les cheminées,
- chaque évier devait être pourvu d'une grille,
- éviers et W.C. devaient être équipés d'un siphon avec une ouverture de clapet limitée à 70 cm de diamètre.

L'écoulement de l'eau de pluie des cours ne pouvait se faire que par des bouches, appelées *gullies*, spécialement réservées à cet objet. A propos du branchement, directement en arrière du mur de chaque immeuble était placé un siphon hydraulique, cette partie de la canalisation devait être visitable. Les tuyaux de descente du toit étaient munis d'une grille et d'un siphon hydraulique pour retenir les matières solides venues des toitures. Enfin, une autorisation spéciale était nécessaire pour l'écoulement à l'égout des eaux industrielles et de condensation.

L'arrêté municipal du 4 septembre 1874 a décidé que les travaux de canalisation sous trottoir sont exécutés sous le contrôle du Magistrat (administration municipale) au compte des propriétaires. Seuls les travaux intérieurs sont exécutés par ces derniers. L'abonnement aux eaux est rendu obligatoire pour les immeubles réunis à la canalisation d'assainissement avant l'installation des W.C.. Chaque immeuble branché sur la canalisation paye un impôt trimestriel en rapport avec le revenu, pour couvrir les intérêts du capital engagé dans la construction des égouts et les frais d'entretien de canalisation. La quotité de cet impôt était fixée annuellement par l'administration. En 1883, elle était de 1% du revenu net des immeubles.

L'ingénieur Durand-Claye (1983) est très élogieux envers le réseau de Berlin et n'hésite pas à affirmer en conclusion d'une note : *"On entrevoit un avenir rapproché, où viendra s'ajouter un intérêt raisonnable du capital engagé, aux avantages hygiéniques dont les travaux auront doté une population d'un million d'habitants."*

En résumé, la grande question de l'assainissement d'une capitale considérable a été résolue à Berlin d'une manière tout à fait remarquable. Tout était à faire il y a quinze ans. Tout est à peu près terminé aujourd'hui, ou en bonne voie de l'être.

Les matières impures vont à l'égout, s'y mêlent à des masses d'eau importantes et n'en sortent que pour se

*purifier en passant à travers des domaines où elles laissent la fertilité.
C'est une œuvre qui mérite à tous les points de vue l'attention de l'ingénieur et de l'hygiéniste."*

Il faut cependant rester prudent face à l'admiration de l'ingénieur Durand-Claye. En effet, celui-ci a écrit ce texte en pleine controverse entre partisans et opposants du tout-à-l'égout pour Paris. Durand-Claye, chef de file des partisans de cette solution, avait choisi de rédiger une note sur Berlin car cette capitale avait opté pour la voie du tout-à-l'égout dès le départ. Il n'avait donc aucun intérêt à mettre en avant les différents petits défauts du système berlinois.

II-1-2) Influences théoriques : les principes des docteurs IMHOFF et MAHR.

Après Berlin, les réseaux d'assainissement des centres des grandes villes allemandes ont été construits dans leur quasi-totalité au début du XX^{ème} siècle ou à la fin du siècle précédent. Les principes de construction de ces réseaux ont été écrits dès 1928 par le docteur Karl IMHOFF, Président de la Ruhrverband et par le docteur MAHR, Président du WUPPERVERBAND (Imhoff Karl, 1932). Bien qu'il ne s'agisse pas d'une norme écrite au même titre qu'une circulaire française, cette publication a très fortement influencé non seulement les professionnels allemands mais aussi des ingénieurs français comme KOCH¹, qui fut avec l'ingénieur CAQUOT, l'un des principaux rédacteurs de la circulaire CG 1333 (Knaebel G. et Dupuy G., 1982). Son impact en terme de normalisation et de rationalisation est comparable à celui de la circulaire de 1949 pour la France.

Les grands principes énoncés dans l'édition de 1928 sont les suivants :

- dimensionnement des réseaux avec pour base de calcul une pluie de période de retour égale à dix ans en général et 2 ans dans les zones très faiblement urbanisées ;
- recherche de la voie la plus économique ;
- W.C. équipés de chasses d'eau ;
- suppression des fosses fixes et installations d'épuration individuelles ;
- utilisation des ruisseaux existants comme collecteurs à ciel ouvert ;
- nécessité d'accompagner un plan d'aménagement urbain par un plan général d'assainissement ;
- utilisation rare du système séparatif et uniquement quand la plus grande partie des eaux pluviales peut couler superficiellement dans les caniveaux des rues. Dans ce cas, la quantité des eaux usées était majorée de 100% afin de tenir compte des eaux pluviales ou souterraines qui pourraient s'introduire dans un réseau d'eau usée. Les eaux pluviales qui transitent par ces réseaux sont rejetées directement, sans traitement préalable ;
- utilisation au maximum du relief naturel ;
- prévision d'un accroissement rapide de la consommation par habitant ;
- utilisation de déversoirs d'orages avec les systèmes unitaires se déversant vers le cours d'eau superficiel le plus proche. Ces installations étaient réglées de manière à ce que la dilution des eaux se déversant dans le ruisseau atteigne un niveau que l'on pensait compatible avec son pouvoir auto-épurateur. On admettait le plus souvent la dilution 5 (1 partie d'eaux usées pour 4 parties d'eaux pluviales) puis, à partir des années 60 la dilution 9 ;
- utilisation de bassins de retenue qui emmagasinent les eaux provenant de fortes précipitations et les restituent au réseau d'évacuation (cette pratique s'est généralisée à la fin des années 70). Pour le calcul des réseaux, ils ont été pris en compte d'une manière analogue aux déversoirs d'orages ;
- utilisation de siphons à points bas comportant deux canalisations. L'une pour le débit de temps sec avec une vitesse minimum, pendant la journée, de 1 mètre par seconde. L'autre pour les eaux pluviales, doit être précédée d'un réservoir, avec vannes ou poutrelle. Pour le nettoyage, il doit être prévu, devant les deux canalisations, des vannes permettant d'y faire des chasses. La branche montante du siphon devait avoir une pente au plus égale à 1/2. Si les débits à écouler sont faibles, le siphon peut ne comporter qu'une canalisation, on procède alors à des chasses régulières.

Pour les conduites de refoulement en charge, des purges d'air doivent être réalisées. Ces conduites, ainsi que les siphons étaient calculées comme des canalisations par gravité.

En ce qui concerne les profils en long, la plus petite vitesse admise est de 1 mètre par seconde

¹ L'ingénieur KOCH fut, avec l'ingénieur FONTAINES, un des traducteurs du livre du Docteur Karl IMHOFF.

pour des canalisations pleines et de 0,5 mètre par seconde pour des canalisations partiellement remplies comme c'est le cas de l'effluent de temps sec d'un réseau unitaire. Des chasses d'eau régulières étaient prévues si l'on ne pouvait atteindre ces vitesses.

Les canalisations les plus utilisées sont circulaires et présentent un diamètre allant de 20 à 50 centimètres. Elles sont en béton ou en grès. Les canalisations plus importantes ont une forme ovoïde et ont été construites en maçonnerie de brique ou en béton compact. Lorsque les eaux souterraines étaient acides ou séléniteuses, le béton était très rarement utilisé.

Avant la seconde guerre mondiale, les collecteurs étaient construits, dès que cela était possible, à ciel ouvert avec une section triangulaire. Comme en France, la plupart de ces égouts à ciel ouvert ont été couverts après guerre.

Pour les collecteurs souterrains, la couverture était constituée, la plupart du temps, par une voûte. Le radier est déterminé d'après des considérations hydrauliques (autocurage). Lorsque l'effluent de temps sec est faible, la section du collecteur comporte une rigole d'écoulement (cunette) de basses eaux avec un chemin latéral (banquette).

En général, des regards de visite sont placés tous les 50 mètres dans les réseaux non visitables et tous les 100 mètres seulement dans les collecteurs visitables. Leur section est circulaire et leur radier a, en règle générale, la forme du radier de la canalisation. Des chasses régulières ont lieu particulièrement dans le système séparatif et en cas de pente insuffisante pour la partie amont du réseau. Ces chasses étaient, en général, réalisées à l'aide de vannes à tirettes permettant d'accumuler l'eau dans un regard de visite. L'aération était réalisée par les bouches d'égouts et par les branchements particuliers qui ont été poussés jusqu'au dessus des toits.

a) Bases de dimensionnement des réseaux.

a-1) Système séparatif.

Le calcul du débit des canalisations d'eaux usées en réseau séparatif est le suivant :

$$Q = \frac{\text{Nb d'habitants raccordés} \times \text{Quantité d'eaux usées produite par un habitant / jour en litre.}}{12 \times 60 \times 60}$$

Ce chiffre était majoré de 100% dans le calcul des canalisations.

a-2) Système Unitaire

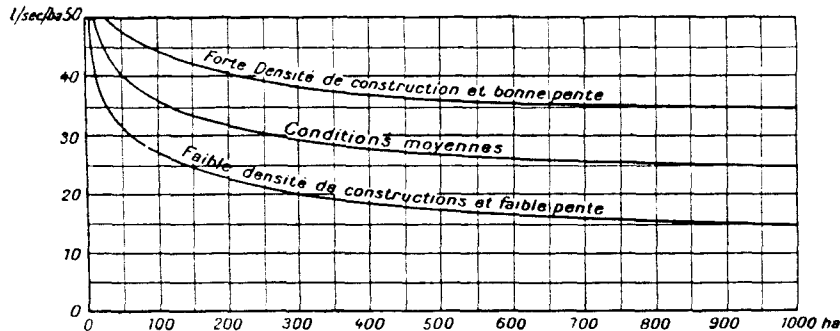
En cas de réseau unitaire, les praticiens se basaient uniquement sur les eaux pluviales pour le calcul des canalisations. La quasi totalité des réseaux a été calculée sur la base d'une pluie d'une période de retour de dix ans. Quatre méthodes étaient alors utilisables dont l'une était fortement déconseillée par le Docteur Karl IMHOFF dès 1928.

- Évaluation d'après la surface ou d'après la longueur.

Graphique 2 : Estimation du débit des eaux pluviales d'après Karl IMHOFF (IMHOFF Karl, 1932).

Estimation du débit des eaux pluviales.

Pour les canalisations des rues en pleine ville en fonction de la superficie.

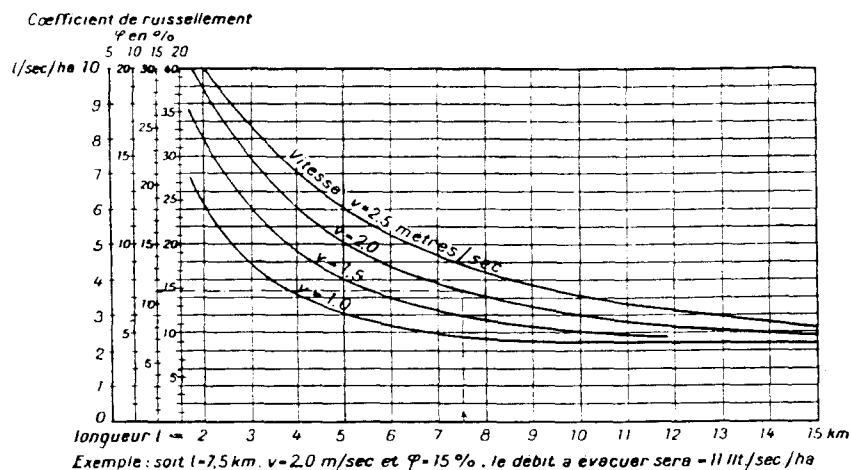


Le graphique 2 donne immédiatement le débit maximum d'eaux pluviales à évacuer (en litres par hectare et par seconde) d'après la surface ou d'après la longueur. Les courbes qui figurent dans ce graphique résultent de constatations empiriques. Le docteur IMHOFF les recommandait plus particulièrement pour des études très simples, notamment lorsqu'il s'agissait d'évaluations d'avant-projets ou pour contrôler, après coup, l'ordre de grandeur des résultats obtenus dans les projets.

Aux dires de l'expert allemand, la différence entre les degrés de précision de ces évaluations sommaires et de celles qui résultent de calculs détaillés est plus faible qu'on ne pourrait le croire, car les méthodes les plus scientifiques sont fondées sur des hypothèses relatives à l'intensité, à la durée, à la répartition des pluies, à la densité des constructions, au coefficient de ruissellement ou d'évaporation et, en fin de compte, il revient au même de faire l'une après l'autre un grand nombre d'hypothèses ou d'évaluer immédiatement le résultat final d'après l'expérience générale.

- Calcul sommaire d'après la longueur, la vitesse d'écoulement (estimée) et le coefficient de ruissellement.

Graphique 3 : Calcul sommaire d'après la longueur, la vitesse d'écoulement (estimée) et le coefficient de ruissellement (IMHOFF Karl, 1932).



Le graphique ci-dessus permet un mode de calcul très commode. Les techniciens allemands faisaient des hypothèses répondant aux conditions locales sur le coefficient de ruissellement et sur la vitesse d'écoulement des eaux, puis se reportaient au graphique ci-dessus qui permet de lire immédiatement la quantité d'eau de ruissellement maximum correspondant à la longueur donnée.

- Calcul complet fondé sur l'intensité de pluie (coefficient d'intensité en fonction du temps) et sur la densité de construction (coefficient de ruissellement).

On part de l'hypothèse selon laquelle les pluies les plus fortes ne durent que peu de temps et que l'intensité moyenne de la pluie diminue quand sa durée augmente. Le calcul repose sur le coefficient de ruissellement. Ce chiffre permet d'exprimer, par une valeur mathématique, les possibilités d'écoulement qui varient avec la densité de construction. Il est égal à :

Débit d'eau à écouler ($\frac{1}{s}$)

$$CR = \frac{Q}{S.i} = \frac{\text{Surface (ha)} \cdot \text{intensité de la pluie (l/ha/sec)}}{\text{Surface (ha)} \cdot \text{intensité de la pluie (l/ha/sec)}}$$

On obtient, comme débit d'eaux pluviales en litre par seconde $Q = S \cdot CR \cdot CI \cdot q_0$.

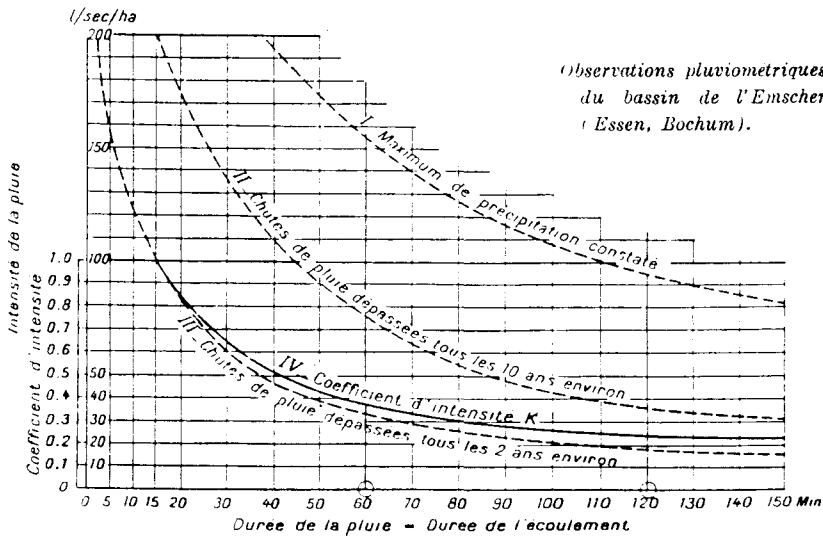
S représente le bassin d'apport en hectares, CR le coefficient de ruissellement fixe (colonne 5 du tableau ci-après), CI en pourcentage le coefficient d'intensité (cf. Graphique ci-après), q_0 en litres par hectare et par seconde, l'intensité d'une pluie de 15 minutes.

Tableau 28 : Valeur des effluents de temps sec et des débits d'eaux de pluie en fonction du caractère de la construction d'après le docteur Karl IMHOFF (IMHOFF Karl, 1932).

Caractère de la construction	Nb d'hab./ha	Effluent de temps sec		Débit d'eau de pluie		
		Eaux usées en l/s/ha	Débit à ajouter pour les ruisseaux non couverts en l/s/ha	Coefficient de ruissellement (CR en %)	Égout sous rue en l/s/ha	Ruisseaux non couverts en l/s/ha
Très dense	350	1,22	0,05 0 0,15	80	80	160
Dense	250	0,87		60	60	120
Habitations assez rapprochées	150	0,52		25	25	50
Habitations espacées	100	0,35		15	15	30
Non bâties	0	0		3 à 8	Cf. graphique 2	

Graphique 4 : Courbes d'intensité de la pluie en fonction de sa durée (IMHOFF Karl, 1932).

1) Calcul en fonction de la durée de l'écoulement.
Mode de calcul : Vitesse (v) estimée; Longueur de la canalisation (l) connue; Durée de l'écoulement en fonction de l et v (tableau inférieur); Débit maximum, lorsque la durée de la pluie = Durée de l'écoulement; pour cette durée coefficient d'intensité de la courbe IV.



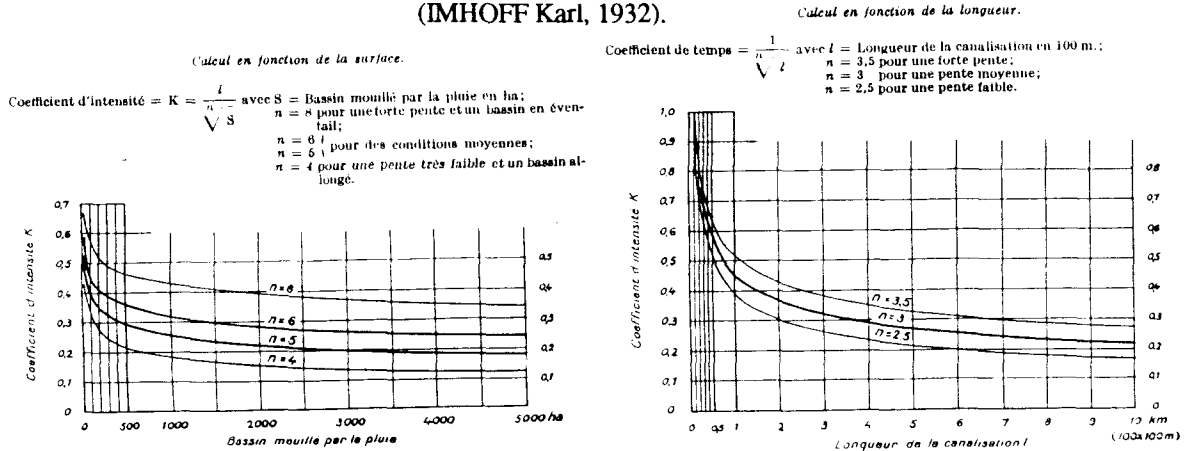
- Calcul au moyen du coefficient de ruissellement et de formules irrationnelles.

C'est à l'aide de formules irrationnelles que les réseaux allemands les plus anciens ont été calculés. Elles sont de la forme :

$$K = \frac{1}{\left[\text{superficie (hectares)} \right]^{\left(\frac{1}{n} \right)}}$$

Avec $n = 4$ le plus souvent ou encore $n = 6$

Graphique 5 : Coefficient d'intensité de la pluie en fonction de sa durée
(IMHOFF Karl, 1932).



K s'appelle le coefficient de retard. Il n'exprime pas seulement l'effet des retards proprement dits mais englobe aussi toutes les causes qui contribuent à la diminution de l'écoulement, par exemple les variations d'intensité de la pluie. K peut être aussi appelé coefficient d'intensité.

Les formules irrationnelles donnent un débit d'autant plus petit que la surface est plus grande. Mais elles présentent le défaut de faire dépendre cette diminution de débit de la seule valeur de la superficie. Il faudrait, en outre, tenir compte également de la pente et de la forme de chaque zone. En effet, un bassin allongé diminue davantage le débit des eaux pluviales qu'un bassin en éventail et il en est de même respectivement pour un bassin plat et un bassin à grande pente. Pour tenir compte de ces facteurs, le docteur IMHOFF recommandait, en présence de conditions moyennes, de ne prendre en dénominateur que la racine cinquième ou la racine sixième de la superficie. On peut exprimer l'influence de la forme et de la pente en choisissant, comme estimation, la racine quatrième pour une faible pente et un bassin allongé et la racine huitième pour une forte pente et un bassin en éventail.

Le gros défaut de ce type de calcul est de donner, si on les compare à des procédés de calcul plus précis, des intensités trop faibles pour des durées de pluies inférieures à 45 minutes environ. Elles ne sont donc à employer que pour les bassins de grande étendue. Elles permettent cependant de trouver des coefficients d'intensité utilisables.

Le graphique 5 donne aussi un autre mode de calcul du coefficient d'intensité K en fonction de la longueur. La formule s'écrit :

$$K = \frac{1}{\left[\text{longueur (en 100 mètres)} \right]^{\left(\frac{1}{n} \right)}}$$

Ce procédé évite l'un des défauts évidents des formules à surface. On y considère, en effet, la forme de la surface, puisque la longueur y est un élément déterminant des débits pluviaux. Dans l'emploi des formules à longueur, il n'est donc plus nécessaire que de faire intervenir la valeur de pente. Karl IMHOFF proposait de prendre, pour une pente moyenne $n = 3$, pour une pente forte $n = 3,5$ et pour une pente faible $n = 2,5$.

Dès 1928, le Docteur IMHOFF déconseille l'emploi de cette méthode mais précise qu'elle conserve son intérêt comme moyen de comparaison lorsque les canalisations des vieux quartiers d'une

ville ont été calculées d'après elle. Il recommandait de les employer pour les bassins très étendus, dans le but de prolonger et de vérifier la courbe des observations pluviométriques, quand le nombre de ces observations est insuffisant.

- Détermination des sections d'égout, méthodes utilisées.

Pour calculer les canalisations circulaires ou ovoïdes, les techniciens allemands se sont servis, au début du XX^{ème} siècle, des différents tableaux donnés par les docteurs IMHOFF et MAHR (Cf. en Annexe 10 les tableaux 5 à 8). Ils ont été établis d'après les formules abrégées de KUTTER.

$$\text{Vitesse en mètres/seconde : } V = \frac{100 \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \cdot J}$$

J = pente

b = 0,35 = coefficient de rugosité

$$R \text{ en mètres} = \frac{S}{P} = \frac{\text{surface}}{\text{périmètre mouillé}} = \text{rayon moyen}$$

$$\text{Débit } Q = SV.$$

En France on s'est plus souvent servi de la formule de Bazin :

$$Q = S \frac{87 \sqrt{R}}{\sqrt{J} + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{RJ} \quad \text{En prenant } \sqrt{J} = 0,16.$$

La formule de Kutter donne pour les égouts de dimension courante une marge de sécurité un peu supérieure à la formule de Bazin.

L'emploi des tableaux des docteurs IMHOFF et MAHR est très simple. On peut y lire facilement toutes les valeurs, si elles ne sont ni trop grandes ni trop petites. Dans le cas contraire, il suffit de calculer le débit Q en partant de la dernière valeur Q1 lisible, d'après l'équation :

$$\frac{V}{V_1} = \frac{Q}{Q_1} = \sqrt{\frac{J}{J_1}}$$

Pour un remplissage partiel jusqu'au 7/10 environ de la hauteur totale et pour des pentes faibles (inférieures à 1/1.000 environ), c'est-à-dire dans la plupart des cas pour les villes allemandes, la courbe de KUTTER donne des valeurs convenables. Pour des pentes plus fortes et pour un faible mouillage de la section, il s'écoule une fraction plus faible du débit maximum que ne l'indique KUTTER.

D'autres courbes établies à l'aide de la formule de KUTTER sont fournies par le docteur IMHOFF. Elles traitent le cas de nombreuses sections pour lesquelles aucune mesure expérimentale n'existait à l'époque (Cf. en Annexe 11 tableaux 9 à 15). On peut déduire de ces courbes de remplissage aussi bien pour le débit Q que pour la vitesse V, le rapport de ces quantités au débit et à la vitesse correspondant au remplissage total de la section.

b) Calcul statique des sections.

b-1) Les petites sections.

Les essais de résistance pour les petites sections n'ont, en général, pas été réalisés. En effet, les canalisations d'assainissement de moyen et de petit diamètres ont été établies le plus souvent en élément de grès ou de béton et les praticiens estimaient que ces tuyaux étaient fabriqués selon des normes telles qu'ils ont une résistance suffisante pour satisfaire aux cas de surcharges usuelles.

b-2) Les grandes sections.

C'est la plupart du temps une approche mathématique proposée par les docteurs IMHOFF et MAHR qui a été employée pour tenir compte du poids total du remblai, des surcharges dues à la circulation (efforts verticaux), et des poussées latérales des terres comme efforts horizontaux. La démarche fait appel à la formule de poussées des terres :

$$E = \gamma \frac{h^2}{2} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right) \quad \text{ou plus simplement} \quad E = \gamma \frac{h^2}{2} \cdot \varepsilon$$

avec :

γ = poids spécifique de la terre (n'est à considérer que dans la détermination des tensions),

h = la hauteur du triangle de poussée des terres, y compris les surcharges de circulation,

ρ = l'angle du talus naturel des terres,

$\varepsilon = \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \rho/2)$ la constante de poussée qui varie entre 0,1 et 0,5 (0,1 correspond à des cailloux anguleux, 0,3 à du sable sec, 0,5 à de l'argile mouillée).

Des abaques ont été proposés pour permettre un travail plus rapide et plus simple.

La rationalisation et l'uniformisation des réseaux a existé en Allemagne, mais à un degré moindre qu'en France en ce qui concerne le calcul des débits à écouler. On notera qu'il n'existe pas, encore aujourd'hui, de textes relatifs aux débits à écouler donnant une formule aussi générale que la "formule Caquot". Les techniciens de l'eau allemands ont donc gardé une plus grande marge de manœuvre quant à la détermination de ce débit. Comme en France, les réseaux sont le plus souvent dimensionnés par rapport à une pluie de période de retour égale à dix ans, mais cette période peut être inférieure (5 voire 2 ans) dans les zones à très faible densité, ou supérieure dans certains centres-villes très denses.

Cependant, la normalisation s'est accentuée en Allemagne à partir de 1951, date de la parution des premières *Arbeitsblätter*, "feuilles de travail". Les plus importantes d'entre elles ont été employées de manière systématique et ont un impact, en terme d'uniformisation, aussi important que la circulaire C.G 1333 en France. Ce sont les *Arbeitsblätter* relatives au dimensionnement des égouts, au dimensionnement des bassins d'orage, au calcul statique des conduites d'assainissement. Nous allons maintenant les évoquer rapidement.

II-1-3) *Arbeitsblätter* ATV - Un outil de normalisation puissant.

Le calcul des sections d'égout a fait l'objet d'une rationalisation poussée par les experts d'A.T.V. et les formules mathématiques opérationnelles sont maintenant très développées (feuille de travail A.T.V. A 110).

Les sections circulaires sont déterminées à l'aide de la formule :

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot (-2 \lg \left[\frac{2,51 \cdot \gamma}{d \cdot \sqrt{2g \cdot d J_E}} + \frac{K}{3,71 \cdot d} \right] \cdot \sqrt{2g \cdot d J_E})$$

Les sections non-circulaires sont, elles, déterminées à l'aide de la formule :

$$Q = A.(-2 \lg[\frac{2,51.\gamma}{4r_{hy}.\sqrt{8g.r_{hy} J_E}} + \frac{K}{14,84.r_{hy}}] \cdot \sqrt{8g.r_{hy} J_E})$$

avec :

d = diamètre de la section (m),

γ = viscosité cinétique (m²/s),

v = vitesse d'écoulement (m²/s),

A = section de la conduite (m²),

r_{hy} = radius hydraulique (m),

K = indice relatif à la rugosité de la paroi,

$$J_E = \lambda \cdot \frac{I}{4r_{hy}} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

g = accélération de la pesanteur (9,81 m/s²),

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2,1 \lg\left(\frac{4r_{hy}}{k}\right) + 1,14$$

I = longueur de la conduite (m).

Comme dans le livre de référence du docteur Karl Imhoff, il existe différents abaques et tableaux permettant une détermination rapide des sections selon la forme (circulaire ou non) de la conduite.

Les bassins d'orage sont dimensionnés à l'aide de la formule $V = V_S \cdot A_U$ où V est égal au volume de stockage (m³), V_S au volume spécifique de stockage (m³/ha), et A_U à la superficie imperméabilisée (feuille de travail A.T.V. A 128). Cette formule, qui peut paraître simple *a priori* est en réalité issue de toute une série de calculs intermédiaires dont le détail est fourni en annexe 12.

L'autre domaine qui a fait l'objet d'une rationalisation et d'une normalisation très poussée par A.T.V. est le calcul statique des conduites d'assainissement et plus particulièrement la modélisation des contraintes liées aux charges mobiles.

La contrainte verticale moyenne à la suite d'une charge de sol par une coupe horizontale du remblai à une distance h de la surface est donnée par la formule suivante ("feuille de travail A 127") :

$$PE = \chi \cdot \gamma_B \cdot h$$

avec :

χ = Facteur de perte pour une charge de tranchée selon la théorie de Silo,

γ_B = densité du sol (kN/m³),

h = hauteur de remblayage (m).

Selon la théorie de Silo :

$$\chi = \frac{1 - e^{-2 \cdot \frac{h}{b} \cdot K_1 \cdot \tan \delta}}{2 \cdot \frac{h}{b} \cdot K_1 \cdot \tan \delta}$$

avec :

h = Hauteur de remblayage (m),

b = Largeur de tranchée à la hauteur du sommet de conduite,

K_1 = Pression active du sol (kN),

δ = Angle de frottement aux parois.

L'équation permettant de calculer la contrainte du sol due à la charge du trafic routier est la suivante ("feuille de travail A 127") :

$$P = a_F \cdot p_F$$

avec :

$$p_F = \frac{F_A}{r_a^2 \cdot \pi} \cdot \left\{ 1 - \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r_a}{h} \right)^2} \right)^{\frac{3}{2}} \right\} + \frac{3 \cdot F_E}{2 \cdot \pi \cdot h^2} \cdot \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r_E}{h} \right)^2} \right)^{\frac{5}{2}}$$

$$a_F = 1 - \frac{0,9}{0,9 + \frac{4 h^2 + h^6}{1,1 \cdot d_m^3}}$$

$$d_m = \frac{d_a + d_i}{2}$$

a_F = Largeur de tranchée à la hauteur du sommet de la conduite (m),

d_a = Diamètre extérieur de la conduite (m),

d_m = Diamètre moyen de la conduite (m),

d_i = Diamètre intérieur de la conduite (m),

p_F = Valeur approximative de la contrainte maximale sous des charges de roues (kN/m²),

F_E, F_A = Charges auxiliaires (kN),

h = Hauteur de remblayage (m),

r_A, r_E = Radius auxiliaires (m).

Différents abaques et tableaux permettent de trouver rapidement les valeurs de ces paramètres.

Les incitations économiques telles que la baisse de la redevance si les "règles de la technique généralement reconnues" sont respectées et leur relative facilité d'emploi font que les feuilles de travail d'A.T.V. précitées sont utilisées de manière quasi-systématique par les professionnels de l'eau allemands.

II-2) Évolution des pratiques.

II-2-1) Le parc technologique de réseaux d'assainissement.

Si l'on observe la distribution des réseaux séparatifs et unitaires dans les anciens *Länder* on note une différence entre le nord et le sud (cf. tableau ci-après). Début 1980, le pourcentage des réseaux unitaires dans chaque *Land* était le suivant :

Tableau 29 : Techniques employées en matière de réseaux d'assainissement dans les différents *Länder*.

	Nb de communes	Longueur totale de conduites (unitaires + séparatifs)	Longueur totale de conduites unitaires	Longueur totale de conduites d'eaux usées	Longueur totale de conduites d'eaux pluviales
Schleswig-Holstein	656	12.912,1	1.394,3	6.071,6	5.446,2
Hambourg	1	4564	1.271	1.752	1.541
Basse saxe	823	43.072,5	3.788,3	22.753,8	16.530,4
Brême	2	2.365,5	767,1	791,4	807
Rhénanie du nord-Westphalie	396	65.547,6	37.202,9	14.702	13.642,7
Hesse	426	26.073,3	21.006,7	2.506,8	2.559,8
Rhénanie-Palatinat	2.005	17.600,4	14.517,1	1.522,2	1.561,1
Bade-Wurtemberg	1.108	43.558,7	35.342,5	4.216,3	4.025,9
Bavière	1.902	44.020,3	34.302,9	6.194,3	3.523,1
Sarre	52	5.335,3	4.654,4	312,9	368
Berlin-Ouest	1	5.063	1.260	2.179	1.624
Total	7.372	270.138,7	155.507,2	63.002,3	51.629,2
		100%	57,6%	23,3%	19,1%
		Valeur en pourcentage pour l'ensemble des anciens <i>Länder</i>			

Tableau 30 : Techniques employées en matière de réseaux d'assainissement selon la taille des communes.

Taille des communes en nb d'habitants	Nb de communes	Longueur totale de conduites (unitaires + séparatifs)	Longueur totale de conduites unitaires	Longueur totale de conduites d'eaux usées	Longueur totale de conduites d'eaux pluviales
Moins de 1 000	2.164	7.405,3	5.346,7	1.182,4	876,2
[1 000 - 2 000[	1.441	12.197,8	7.864,2	2.744,6	1.689,0
[2 000 - 3 000[	789	11.248,9	7.070,8	2.449,3	1.728,8
[3 000 - 5 000[	872	19.984,8	13.108,5	4.166,2	2.710,1
[5 000 - 10 000[	965	37.817,2	23.157,2	8.571,7	6.088,3
[10 000 - 20 000[	650	46.060,1	26.787,0	10.772,5	8.500,6
[20 000 - 50 000[	340	49.400,0	25.868,4	12.486,0	11.045,6
[50 000 - 100 000[	86	2.623,23	14.523,7	6.165,8	5.542,8
[100 000 - 200 000[	34	16.785,5	8.787,4	3.941,3	4.056,8
[200 000 - 500 000[	19	16.637,9	8.401,9	4.104,4	4.131,6
500 000 et plus	12	26.268,9	14.591,4	6.418,1	5.259,4
Total	7.372	270.138,7	155.507,2	63.002,3	51.629,2

En 1991, le linéaire total du réseau public d'assainissement était estimé à 310.000 kilomètres (Pecher R., 1991)¹. Sur les quelques 40.000 kilomètres construits entre 1980 et 1990, la proportion des conduites unitaires serait supérieure à 50% selon différentes personnes contactées. La voie unitaire occupe donc une plus large place qu'en France. Il y a moins de séparatif qu'en France mais il y en a plus que les 20% traditionnellement admis (Thevenin E., 1989). Il semble cependant, d'après les personnes contactées en Allemagne, qu'un début de controverse technique commence à opposer les rares partisans du traitement des eaux drainées par les conduites d'eaux pluviales et la majorité des professionnels qui néglige la pollution engendrée ainsi. La situation, dans ce domaine, est donc moins avancée qu'en France.

Comme en France, il paraît impossible de relier le succès des réseaux unitaires à l'application d'une quelconque norme écrite.

¹ Ce chiffre est à utiliser avec précaution puisque la méthodologie qui a permis de le produire n'a pas été décrite.

II-2-2) Techniques choisies pour la réduction de la pollution due aux rejets urbains par temps de pluie.

- La multiplication des bassins d'orage en réseau unitaire : une action qualitative.

L'ancienne pratique en matière de traitement de la pollution des rejets urbains par temps de pluie reposait, en Allemagne comme en France, sur la théorie de la dilution. D'après cette conception, une dilution selon un rapport 5/1 de l'eau usée par l'eau de pluie suffisait à rendre les rejets unitaires inoffensifs pour le milieu récepteur. Les déversoirs d'orage étaient donc calés pour fonctionner dès que le débit global dans les collecteurs correspondait à ce taux de dilution. Cette théorie a été admise en Allemagne jusqu'au début des années 1970. Elle a été remplacée comme en France par la théorie dite des "premiers flots". Il a alors été admis par les professionnels qu'après une longue période de temps sec les premiers flots d'eaux unitaires produisent une forte pollution. Cette pollution provient de la remise en suspension des dépôts dans les collecteurs et de lessivage des poussières et autres matières polluantes accumulées à la surface des bassins versants. Il a donc été décidé, en Allemagne, qu'en réseau unitaire, les premiers flots d'eaux pluviales devraient être conduits à la station d'épuration.

C'est l'application de cette philosophie qui a entraîné la multiplication, en réseau unitaire, des bassins dit de stockage-décantation-surverse. Le mode de fonctionnement de ce type d'ouvrage est le suivant : les premiers flots, considérés comme étant les plus fortement pollués, sont dirigés vers le bassin pour y être provisoirement stockés. Lorsque le niveau d'eau atteint la crête de la surverse, l'eau est supposée suffisamment propre et peut alors s'écouler directement vers l'exutoire le plus proche.

A la fin de l'épisode pluvieux, le contenu du bassin est conduit vers la station d'épuration. Différents systèmes automatiques doivent être mis en place pour lessiver les matières décantées au fond du bassin.

En application de ces principes, la "feuille de travail" n°128 d'A.T.V. (1977) émet des recommandations, que nous avons décrites précédemment, visant à atteindre l'objectif de conduire 90% de la charge polluante moyenne annuelle engendrée par les eaux pluviales à la station d'épuration.

C'est cette "feuille de travail" qui a servi de base, dans la plupart des villes, au dimensionnement des bassins de pollution. En règle générale, les praticiens allemands admettent que cet objectif est atteint lorsque 65% au moins du volume moyen annuel ayant transité par les canalisations unitaires est conduit jusqu'à la station d'épuration. **Plus de 8.400 bassins d'orage ont ainsi été construits** comme le montre le tableau ci-après.

Tableau 31 : Nombre de bassins de pollution existant dans chaque *Land* en 1987 (Thevenin E., 1989).

	Nb de bassins d'orage	Volume utile (m ³)	Volume moyen utile par habitant connecté à un réseau unitaire (l/hab.)	Nb moyen d'habitants connectés à un réseau unitaire par bassin de pollution	Volume du bassin en % (100% = 416 l/hab.)
Schleswig-Holstein	4	1.900	4	120.000	2
Hamburg	6	2.800	4	126.840	1
Basse saxe	60	28.000	27	16.981	7
Brême	12	118.500	318	31.037	77
Rhénanie du nord-Westphalie	1.050	825.000	67	11.750	16
Hesse	220	310.000	64	22.167	6
Rhénanie-Palatinat	400	200.000	60	8.335	14
Bade-Wurtemberg	4.140	1.909.000	238	1.940	57
Bavière	2.400	1.200.000	133	3.756	32
Sarre	119	55.000	52	8.874	13
Berlin-Ouest	6	20.000	26	129.930	6
Total	8.417	4.670.000	107	5.203	25,6

Les 8.417 bassins de pollution ne peuvent pas être comparés avec les quelques 3.000 bassins de retenue d'eaux pluviales existant en France¹ : les bassins d'orage allemands se situent en réseau unitaire.

¹ D'après l'inventaire communal de 1988, I.N.S.E.E.-S.C.E.E.S..

Ils sont utilisés pour stocker les eaux pluviales et usées qui sont reversées ensuite dans les conduites unitaires du réseau pour être traitées en station d'épuration. Une démarche visant à améliorer la qualité des rejets (diminution des surverses unitaires) vient donc s'ajouter à celle qui vise à éviter la surcharge des réseaux en aval.

Les bassins de retenue d'eaux pluviales français correspondent plutôt à une démarche plus classique puisque les eaux sont collectées pour éviter les inondations. Ainsi, Bordeaux gère 22 bassins pour une capacité totale de 1,4 millions de m³, soit 30% de tout le parc allemand. Les eaux stockées sont ensuite reversées dans les conduites d'eaux pluviales des réseaux séparatifs pour être rejetées sans aucun traitement. Ceci afin de retrouver au plus vite une marge de manoeuvre face à l'orage suivant.

- Des résultats moindres que ceux attendus.

Pour calculer le volume moyen annuel d'eau pluviale qui s'écoule du bassin de pollution vers le milieu récepteur, les professionnels de l'eau allemands utilisent une valeur théorique : le *Regenabflußspende* soit la "quantité de pluie par seconde et par unité de surface (ha)". Lorsque la valeur de ce paramètre est égale à 0,75 par exemple, cela signifie qu'une quantité de pluie inférieure à 0,75 l/s s'écoule vers la station sans risque de saturation des réseaux.

Il convient de noter que ce paramètre ne peut être compris entre 0,5 et 1,5 (l/s) que lorsque le pourcentage des surfaces imperméabilisées du bassin versant est compris entre 35 et 55%.

Pour un pourcentage de surfaces imperméabilisées de 40%, une densité de population de 70 habitants par hectare et un écoulement de 400 mm de pluie/an la charge polluante moyenne annuelle a été estimée par les praticiens allemands de la manière suivante (PECHER, 1985) :

Tableau 32 : Pollution engendrée par les eaux pluviales.

Paramètre de pollution	Concentration [mg/l]	Charge annuelle [kg/habitant . année]
DBO ₅	88	2,01
D.C.O.	270	6,18
Matières en suspension	160	3,66
N	20	0,46
P	9,2	0,21

Pour un *Regenabflußspende* égal à 0,75 l/s.ha, ce qui correspond au cas le plus fréquemment admis en Allemagne, le volume moyen annuel d'eau pluviale qui s'écoule du bassin de pollution vers le milieu récepteur est le suivant :

Tableau 33 : Volume moyen annuel d'eau pluviale qui s'écoule du bassin de pollution vers le milieu récepteur.

But fixé pour le traitement des eaux pluviales.	Avec effet de chasse		Sans effet de chasse	
	%	m ³ / ha	%	m ³ / ha
90% de la charge polluante moyenne engendrée par les eaux pluviales conduits à la station d'épuration ($\Gamma_{Krit} = 15$ l/s.ha).	36	1.440	31	1.240
95% de la charge polluante moyenne engendrée par les eaux pluviales conduits à la station d'épuration ($\Gamma_{Krit} = 30$ l/s.ha).	19	760	15,5	620
90% de la charge polluante moyenne engendrée par les eaux pluviales conduits à la station d'épuration ($\Gamma_{Krit} = 50$ l/s.ha).	10	400	7,5	300

Le Γ_{Krit} est la quantité critique de pluie par seconde et par unité de surface. Il s'agit du volume à partir duquel il se produit une surverse des bassins de pollution. Il a pour valeur maximum 15 litres par seconde pour un hectare. Il peut être réduit, mais des justifications relatives à la non fragilité du milieu récepteur doivent alors être apportées. Après un passage des eaux de pluie en station de type "traitement biologique", la charge polluante moyenne annuelle due aux eaux pluviales est estimée de la manière

suivante par le docteur Rolf Pecher¹ (PECHER R., 1985).

Tableau 34 : Charge polluante moyenne annuelle due aux eaux pluviales après un passage des eaux de pluies en station de type "traitement biologique".

But fixé pour le traitement des eaux pluviales.	DBO ₅		D.C.O.		MES		N		P	
	Charge	%	Charge	%	Charge	%	Charge	%	Charge	%
90% de la charge polluante moyenne engendrée par les eaux pluviales conduits à la station d'épuration ($\Gamma_{Krit} = 15$ l/s.ha).	1,11	55,2	3,68	59,5	1,64	44,8	0,55	0	0,21	0
95% de la charge polluante moyenne engendrée par les eaux pluviales conduits à la station d'épuration ($\Gamma_{Krit} = 30$ l/s.ha).	0,8	39,8	2,9	46,9	1,06	29	0,52	0	0,21	0
90% de la charge polluante moyenne engendrée par les eaux pluviales conduits à la station d'épuration ($\Gamma_{Krit} = 50$ l/s.ha).	0,62	30,9	2,46	39,8	0,75	20,5	0,51	0	0,20	9,5

Le docteur Rolf Pecher estime qu'en réalité la construction des quelques 8.400 bassins n'a permis de conduire en station qu'entre 55 et 75% de la charge polluante. Aussi le rendement du dispositif Bassin de pollution + Station de type "traitement biologique" est plus réduit que ne le prévoit la théorie.

Tableau 35 : Rendement du dispositif "Bassin de pollution + Station" (Pecher R., 1985).

Paramètre de pollution	Rendement du dispositif "Bassin de pollution + Station"
DBO ₅	43-58
D.C.O.	38-50
MES	48-66
N	0
P	0

Pecher a ainsi démontré que la voie choisie par les praticiens allemands présente un rendement plutôt médiocre en ce qui concerne le traitement de la pollution due aux eaux de ruissellement.

Par ailleurs, l'affluence d'eau de pluie vers la station peut poser problème avec des cultures non fixées : on risque alors un "décrochage" suivi d'un déversement des bactéries dans le milieu récepteur. Différents experts pensent qu'une augmentation des bases de dimensionnement serait nécessaire pour que les installations puissent résister aux brusques variations de charge².

Les limites des dispositifs "bassins d'orage + station d'épuration" sont donc connues depuis la publication de ce type de démonstration par R. Pecher en 1985. Cette technique n'a cependant pas été remise en cause pour différentes raisons dont la plus importante est d'ordre économique.

- Une technique utilisée pour son faible coût.

Le coût de la construction des 8.400 bassins de pollution dans les anciens *Länder* a été estimé à 4,5 milliards de DM (environ 15 milliards de Francs). S'il fallait construire ces aménagements aujourd'hui, il faudrait investir plus du double !

Le coût de la construction a, en effet, augmenté très sensiblement en Allemagne ces dernières années (cf. tableau ci-après).

¹ Comme Klauss Imhoff, cet expert d'A.T.V. fait autorité outre Rhin. Il est plus spécialisé sur les techniques relatives aux réseaux d'assainissement.

² Les stations d'épuration sont dimensionnées pour pouvoir traiter un débit égal à 2 fois le débit de temps sec.

Tableau 36 : Coût de construction des bassins de pollution (Abwasser Verband Saar, 1992).

Volume du bassin de pollution en m ³	Coût de construction.	
	en DM/m ³ en 1986	en DM/m ³ en 1993
250	2.650	3.026
500	2.020	2.314
1.000	1.350	1.547
1.500	1.100	1.260
2.000	1.000	1.146

La construction de 8.400 bassins de pollution en 1993 engendrerait les coûts suivants :

Tableau 37 : Valeur actuelle de la construction d'un parc de bassins de pollution (estimation réalisée grâce à des éléments de coût donnés par Abwasserverband Saar en 1993).

	Nb de bassins d'orage	Volume total (m ³)	Volume moyen	Coût moyen en millions de		Investissement total en millions de	
				DM	de F	DM	de F
Schleswig-Holstein	4	1.900	475	1,128	3,948	4,511	15,79
Hamburg	6	2.800	467	1,116	3,906	6,697	23,44
Basse saxe	60	28.000	467	1,116	3,906	66,968	434,39
Brême	12	118.500	9.875	8,64	30,24	103,688	362,91
Rhénanie du nord-Westphalie	1.050	825.000	786	1,435	5,22	1.506,998	5274,49
Hesse	220	310.000	1.409	1,705	5,967	375,076	1313,77
Rhénanie-Palatinat	400	200.000	500	1,157	4,495	462,8	1619,80
Bade-Würtemberg	4.140	1.909.000	461	1,102	3,857	4561,41	15964,94
Bavière	2.400	1.200.000	500	1,157	4,495	2776,8	9718,8
Sarre	119	55.000	462	1,104	3,864	131,397	394,19
Berlin-Ouest	6	20.000	3.333	3,333	11,665	19,998	69,99
Total	8.417	4.670.000	555	1,221	4,273	10.200,157	35700

C'est donc un peu plus de 10,2 milliards de DM (35,7 milliards de Francs) que coûterait en 1994 un programme de construction de bassins de pollution. La valeur de ce patrimoine n'est donc pas démesurée puisqu'elle s'élève à 165,6 DM (579,5 Francs) par habitant des anciens *Länder* de l'Allemagne. Ces équipements n'ont, en fait, coûté que 73 DM (environ 245 francs) par habitant.

Les coûts de fonctionnement de la voie choisie par l'Allemagne sont, eux aussi, très faibles.

Tableau 38 : Coûts de fonctionnement des bassins de pollution en 1986 (d'après Abwasser Verband Saar, 1992).

	Coûts de fonctionnement en DM	Coûts de fonctionnement en F
Schleswig-Holstein	19.000	63.365
Hambourg	28.000	93.380
Basse saxe	280.000	933.800
Brême	1.185.000	3.952.000
Rhénanie du nord-Westphalie	8.250.000	27.514.000
Hesse	3.100.000	10.339.000
Rhénanie-Palatinat	2000.000	6.670.000
Bade-Würtemberg	19.090.000	63.665.000
Bavière	12000.000	4.002.000
Sarre	550.000	1.834.250
Berlin-Ouest	200.000	667.000
Total	46.700.000	155.745.000

En 1986, les coûts de fonctionnement étaient estimés à 10 DM / m³. année (33,35 F / m³. année). La gestion de ce parc de plus 8.400 bassins représente donc un coût de 46,7 millions de DM (155,745 millions de francs par an) soit 2,6 DM (8,671 francs) par habitant des anciens *Länder* de l'Allemagne en 1986. Les considérations d'ordre économique ont donc eu une influence prépondérante dans le choix, par les acteurs de l'eau allemands, de la technique "bassins d'orage + station d'épuration". De fait, si on se limite à une étude des coûts sur les seuls bassins de pollution, la voie choisie par l'Allemagne peut paraître comme étant économiquement raisonnable. Cependant, le choix de traiter une grande proportion

des volumes d'eaux pluviales en station d'épuration classique a des conséquences sur le fonctionnement des ouvrages et donc sur les coûts correspondants, plus élevés.

- La gestion quantitative : incitations locales.

Parallèlement à la multiplication des bassins d'orage construits dans un but de réduction de la pollution des eaux pluviales, une gestion quantitative spécifique a été adoptée, ou est en passe de l'être, par plusieurs villes allemandes.

L'étude de la taxe d'habitation de la ville de *Porta-Westfalica* (Nordrhein-Westfalen) en offre un exemple : un coefficient proportionnel à la surface de la parcelle est multiplié par un montant forfaitaire (11,85 DM en 1991), et génère une surtaxe. Pour les très grandes parcelles (présentant une profondeur de plus de 40 mètres), on procède à un calcul particulier prenant en compte l'imperméabilisation réelle du terrain. De même, les surfaces commerciales et industrielles font l'objet d'un calcul particulier. Mais, en cas de raccordement au réseau unitaire, un abattement de 80% est prévu. Cette "prime à l'unitaire" donne à penser que l'utilisation du réseau séparatif pose beaucoup de problèmes à la ville de *Porta-Westfalica*.

Comme dans les villes de Munich, Brême, Hanovre et Berlin, les budgets "eaux pluviales" et "eaux usées" ne sont pas séparés mais la gestion quantitative fait l'objet d'une attention accrue comme le montre l'exemple de Francfort qui va mettre en place une taxe spécifique pour les eaux pluviales¹. Ceci est notamment dû à l'obligation faite aux villes de tenir une comptabilité analytique avec équilibrage des dépenses par les recettes dès que la tâche municipale n'est plus "marginale". Cela va entraîner une multiplication des initiatives locales.

Des études de cas vont nous fournir des exemples nous permettant de mieux cerner les choix techniques opérés au niveau local.

II-2-3) Études de cas : quatre grandes villes allemandes et leurs réseaux.

- Brême

Brême, comme de nombreuses villes allemandes, est équipée depuis la fin du XIX^{ème} siècle d'un réseau de type unitaire. Environ la moitié des surfaces bâties sont assainies par ce système. La banlieue de Brême, construite après guerre est, elle, desservie par un réseau séparatif. Depuis 1973, différents grands travaux ont eu lieu suite à la mise en place du programme d'action "Eau unitaire 90" :

- raccordement de la quasi-totalité des quartiers,
- raccordement aux stations de toutes les zones assainies,
- modernisation de la station.

L'objectif suivant a été la réduction des surverses de temps de pluie. Les déversements issus de différents déversoirs d'orage sur la rive droite de la Weser ont été, en effet, à l'origine de pollutions sévères. La solution qui consiste à remplacer les réseaux unitaires par des réseaux séparatifs a été écartée car trop chère. Une telle opération aurait coûté le double du coût de remplacement du réseau actuel (2,4 milliards de DM en 1986 soit environ 8 milliards de francs à l'époque). De plus, les difficultés techniques rendaient un tel projet irréalisable. Il a donc été décidé d'axer les efforts vers une réduction de la fréquence des surverses comme le prévoit la "feuille de travail" A 128. Parallèlement, le réseau a été automatisé. Il a été mis en place un système de télémesure / télé-contrôle visant à optimiser l'utilisation de la capacité de stockage disponible dans les réseaux (collecteurs + bassins) de manière à minimiser les décharges d'eaux unitaires vers le milieu. Le but poursuivi est de réduire au maximum les investissements nécessaires. L'installation de Brême permet de saisir en temps réel différentes données relatives aux précipitations, niveaux, débits, rejets au niveau des déversoirs d'orage au cours d'une pluie. Ces données sont transmises par ligne téléphonique vers un calculateur central. Celui-ci définit les manoeuvres nécessaires des automates dans le milieu à un instant donné, compte tenu de différents critères d'optimisation. On peut faire un parallèle avec la voie choisie par la Seine-Saint-Denis pour l'optimisation

¹ Cf *Frankfurter Rundschau*, 29 janvier 1993.

des performances de son réseau.

Cependant, le programme "Eau unitaire 90" visant à réduire les pollutions dues aux rejets urbains par temps de pluie n'a concerné que le bassin tributaire de la station d'épuration principale. C'est là une des grandes limites de cette démarche.

Dans son cadre territorial limité, la ville de Brême a adopté la démarche suivante :

- dimensionnement des canalisations de manière à écouler la pluie de période de retour décennale ;
- 86,7% au moins des volumes d'eaux doivent, en moyenne, sur un an, être traités à l'étage biologique de la station d'épuration. Cela est supérieur aux prescriptions de la A 128. En effet, en règle générale, les experts allemands d'A.T.V. admettent que l'objectif de conduire à la station 90% de la charge polluante moyenne annuelle est atteint lorsque 65% au moins du volume moyen annuel transitant vers la canalisation unitaire est conduit jusqu'à la station. Pour cela, il faut admettre que les premières eaux de ruissellement sont les plus chargées¹. Cela se révèle inexact dans le contexte de Brême. Le docteur Pecher a pu démontrer que pour parvenir à l'objectif de la A 128, il fallait conduire à la station 86,7% des volumes d'eaux de ruissellement en moyenne annuelle ;
- les eaux usées issues des sous réseaux séparatifs doivent être conduites directement vers la station sans passage par les canalisations unitaires de manière à éviter les surverses de ces eaux aux déversoirs d'orage ;
- les surverses inévitables aux déversoirs d'orage doivent être précédées d'un traitement mécanique. Ceci implique de faire converger les conduites unitaires vers un petit nombre de sites déjà équipés de bassins de stockage-décantation-surverse ou bien de construire de tels équipements avec une grande capacité de stockage. Cette pratique est contraire à la philosophie généralement appliquée en Allemagne qui consiste à multiplier les bassins de petite capacité ;
- nécessité de restaurer voire changer les canalisations.

Le traitement des eaux pluviales à Brême s'appuie donc sur les principes suivants :

- capacité de l'étage biologique de la station d'épuration égale à deux fois le débit de temps sec,
- stockage temporaire des eaux unitaires dans les canalisations et bassins de stockage avant leur renvoi vers la station,
- gestion optimale des capacités de stockage grâce à des systèmes de télécommande centralisés,
- traitement mécanique préalable des eaux unitaires dont le rejet est inévitable.

A plus long terme, d'autres voies ont été envisagées :

- augmentation des rendements d'épuration de l'étage biologique,
- utilisation de réactifs physico-chimiques,
- diminution de la quantité d'eaux pluviales drainées par le réseau par technique d'infiltration, réutilisation de l'eau par l'industrie et l'agriculture,
- diminution des pollutions lessivées par l'eau de pluie,
- diminution de la quantité d'eaux usées produite (économie d'utilisation de l'eau par les industries et les ménages, recyclage de l'eau usée),
- réduction de la concentration en matière polluante (contrôle des eaux usées industrielles, incitation des ménages à utiliser des produits moins polluants).

Ce programme, qui s'est achevé au début des années 1990, a coûté environ 110 millions de DM. 10 millions de DM ont été investis pour augmenter la fiabilité du réseau et sa capacité de stockage ainsi que pour construire les aménagements nécessaires au rejet vers la Weser, considérée comme milieu moins sensible, des surverses subsistant le long des petits cours d'eau affluents (Agence de l'Eau Seine-Normandie - caisses des dépôts et consignations - Beture Setame Est, 1992).

- Hambourg.

Le réseau est très ancien : 45% du linéaire a plus de 80 ans, 10% a moins de 50 ans. Il est constitué en général de conduites de très grande taille, conçues pour permettre le stockage des eaux unitaires dans les quartiers les plus bas de la ville, mais aussi pour tenir compte des expansions futures de

¹ Cette théorie est de plus en plus contestée. De récentes découvertes en hydrologie urbaine semblent l'infirmier (Colloque Bassins nouvelle vague, 1992).

l'agglomération. De topographie très peu accidentée, Hambourg présente une superficie de 25.000 ha dont 43% est assainie en unitaire. 95% des habitants de cette agglomération sont raccordés ainsi que 170.000 habitants de communes voisines du Schleswig Holstein. 210 millions de m³ par an s'écoulent dans le réseau.

La période de retour de l'insuffisance des réseaux est décennale. 93% des eaux pluviales sont conduites à la station et 7% déversés dans l'Elbe, l'Alster et les petits cours d'eau. Les déversoirs d'orage (90 environ) se situent principalement sur l'Alster et les petits cours d'eau. Ils sont plus rares sur l'Elbe.

Lors d'une pluie annuelle uniformément répartie, les surverses atteignent 170.000 m³ dont 45.000 m³ vers l'Elbe et 125.000 m³ vers l'Alster. Le problème des eaux pluviales est devenu crucial à Hambourg dans les années 1960-1970 qui ont été caractérisées par :

- le raccordement de nouveaux quartiers,
- l'extension du réseau,
- l'augmentation des coefficients de ruissellement,
- l'augmentation de la consommation d'eau.

Ces facteurs ont engendré une surcharge toujours plus grande des canalisations unitaires induisant des surverses de plus en plus fréquentes aux déversoirs d'orage.

Par ailleurs, l'existence de nombreux points d'étranglement (siphons sous les cours d'eau...) favorise, avec les pentes très faibles, la formation d'importants dépôts réduisant un peu plus la capacité d'écoulement. Un programme de réhabilitation du réseau a démarré en 1967 et s'est achevé au début des années 1980. Il comportait quatre catégories de mesures :

- conduire directement à la station, par des grands collecteurs de contournement, les eaux usées des quartiers assainis en séparatif. Ces eaux usées se rejetaient auparavant dans le réseau des collecteurs du centre et contribuaient à le surcharger ;
- raccorder à la station les secteurs du sud de l'agglomération (Harburg) se jetant directement dans l'Elbe ;
- supprimer un certain nombre de petites stations sur l'Alster. Elles présentaient, en effet, de trop mauvais rendements épuratoires ;
- utiliser les techniques d'infiltration des eaux pluviales dans les quartiers périphériques.

Cette démarche a permis de réduire les surverses aux déversoirs d'orage de 20% des volumes d'eaux, ce qui correspondrait à 30% des masses polluantes (Agence de l'Eau Seine-Normandie - caisses des dépôts et consignations - Bature Setame Est, 1992).

Le réseau unitaire du centre-ville est réparti en plusieurs zones assainies chacune par des collecteurs de transport, équipés de déversoirs d'orage, qui conduisent à la station les eaux usées et les premières eaux de ruissellement (présumées les plus polluées). La capacité de ces collecteurs est égale au double du débit de temps sec. Après le premier flot, les eaux pluviales sont stockées dans des bassins de stockage-décantation-surverse mais aussi dans des canalisations. La vidange vers la station a lieu après la pluie. Des surverses vers le milieu ont encore lieu lors des pluies exceptionnelles. Les bassins jouent cependant un rôle de décantation. Les eaux rejetées ont donc subi un traitement primaire. Il est à noter que le système a été dimensionné de manière à moduler la fréquence des occurrences de surverses en fonction de la sensibilité des exutoires naturels.

L'appréciation de la sensibilité du milieu s'est faite sur la base de la capacité d'auto-épuration. Cependant, pour estimer celle-ci, seules la DBO₅ et la DCO sont prises en compte. La sensibilité des eaux aux autres polluants tels que les matières organiques non biodégradables et les métaux lourds n'est pas encore prise en compte.

Les travaux réalisés sur le réseau, à partir de 1967, sont les suivants :

- construction de 20 kilomètres de réseau de transport,
- construction de 15 bassins de stockage souterrains,
- remplacement/réparation de 27 km de canalisations anciennes,
- suppression des goulots d'étranglement,
- évacuation des dépôts consolidés qui représentent un manque à gagner de 50.000 m³ de capacité de stockage.

L'objectif poursuivi est d'éviter toute surverse lors de la pluie annuelle uniforme d'une durée de 4 heures (20 mm). La surface imperméabilisée étant égale à 3.000 ha, 600.000 m³ sont nécessaires si on applique un coefficient de ruissellement égal à 1. Ce volume doit, à terme, se répartir de la manière

suivante :

- 50.000 m³ envoyés directement en station,
- 150.000 m³ stockés dans des canalisations existantes,
- 80.000 m³ stockés dans le grand collecteur Est,
- 100.000 m³ stockés dans les futures canalisations de transport,
- 80.000 m³ stockés dans les futurs bassins de stockage de centre ville,
- 100.000 m³ stockés dans le futur bassin de stockage de *Hoffenstraße*,
- 40.000 m³ stockés dans le futur bassin de stockage *Hochassen*.

Le coût de réalisation de ce programme, appelé A.E.K.¹, s'élève à 1,3 milliard de DM. Un autre plan, l'*Abwasser Struktur Plan*, a cependant vu le jour en 1990. Il s'agit d'un approfondissement du programme A.E.K. motivé par des objectifs plus ambitieux :

- une surverse tous les dix ans pour les exutoires les plus sensibles,
- une surverse tous les deux à cinq ans pour les autres.

La notion de charge polluante annuelle a été abandonnée. On se réfère maintenant aux effets d'un épisode pluvieux de période de retour donnée (bisannuelle, quinquennale, décennale) uniformément réparti (ce qui en fait revient à augmenter la période de retour réelle). Ensuite, on fixe une limite supérieure aux volumes surversés lors de cet épisode (limite variable selon la sensibilité de l'exutoire naturel). Cela revient à déterminer, pour chacun des exutoires, la période de retour de l'épisode sur lequel les surverses commencent à se produire. Cette approche, bien plus sévère que la A 128 compte tenu des périodes de retour choisies, fait suite à des expertises réalisées par différents spécialistes qui attirent l'attention sur le problème du phosphore dans les petits cours d'eau et démontrent que, dans une telle optique, la fréquence des surverses devrait être encore réduite.

Le plan prévoit, outre l'achèvement de l'A.E.K., la construction de volumes de stockage complémentaires. Le stockage de la pluie quinquennale et de la pluie décennale, c'est-à-dire de 31 millimètres et 36 millimètres uniformément répartis sur 3.000 ha de surface imperméable, impose la construction de 480.000 m³ supplémentaires par rapport au stockage de la pluie annuelle. On a ainsi une augmentation notable de la capacité de stockage par ha imperméabilisé comme on peut l'observer dans le tableau ci-dessous.

Tableau 39 : Capacités de stockage réalisées ou à réaliser à Hambourg.

Application de la directive ATV 128	25-40 m ³ / ha
Capacité de stockage existante à Hambourg	77 m ³ / ha
A.E.K. réalisé	166-183 m ³ / ha
Réalisation de l' <i>Abwasser Struktur Plan</i>	entre 173-213 m ³ / ha et 193-230 m ³ / ha

L'*Abwasser Struktur Plan* représenterait un surcoût de 2 millions de DM (7 millions de Francs) par rapport à l'A.E.K.. Le coût de chaque m³ supplémentaire d'eau unitaire non surversé est, dans ce plan de 15 à 20 DM (52,5 à 70 francs) ce qui constitue un investissement jugé par certains démesuré (Agence de l'Eau Seine-Normandie - caisses des dépôts et consignations - Beture Setame Est, 1992). Bien que l'objectif de Hambourg soit de faire traiter par l'étagage biologique de la station 90% des matières polluantes dégradables des eaux de ruissellement transportées par le réseau unitaire, cela n'a pas conduit à une application à la lettre de la A 128. Une simulation / modélisation du milieu a eu lieu et a conduit les responsables de la ville à adopter une démarche bien plus sévère.

Par ailleurs, comme c'est maintenant le cas dans la plupart des villes des anciens *Länder* de l'Allemagne, l'étagage biologique de la station d'épuration présente une capacité égale au double du débit par temps sec.

Comme Brême, Hambourg s'est tournée vers la télégestion des ouvrages afin d'optimiser la capacité de stockage des réseaux. Cela a représenté un coût de 110 millions de DM (385 millions de francs).

Les problèmes d'exploitation et d'entretien du réseau sont assez fréquents. En effet, les faibles

¹ *Alsterentastungskonzept* concept pour soulager l'Alster et ses affluents des surverses issues du réseau.

pentés et les fréquentes surcharges ont engendré, depuis des dizaines d'années, la formation de dépôts très importants. Cela a entraîné une perte conséquente du volume utilisable pour le stockage (environ 50.000 m³). Le nettoyage complet des conduites n'a pu être obtenu grâce aux seuls moyens conventionnels (jet d'eau sous pression, pompes suceuses). Différentes innovations en la matière ont donc eu lieu. Par exemple, le procédé "Sielwolf" (cf. annexe 13) permet d'éliminer des dépôts consolidés dans des canalisations de grande taille sans que celles-ci soient mises hors-circuit. Les boues sont désagrégées, transportées dans la rue dans une installation mobile de déshydratation avant d'être mises en décharge.

- Stuttgart.

Le réseau de Stuttgart (1.730 km) est à 95% construit en unitaire. Les diamètres des canalisations varient entre 0,3 et 2,8 mètres. Il existe des profils spéciaux pour les grands collecteurs. Par exemple des canaux rectangulaires de 7 m de large sur 4 m de haut. Le réseau est dimensionné par rapport à une pluie décennale.

Le dimensionnement des bassins d'orage est actuellement basé sur une pluie de projet définie comme la pluie annuelle de 10 minutes ce qui, à Stuttgart, correspond à une intensité de pluie moyenne de 175 l/s/ha. La durée choisie est très courte. En effet, les pentes sont très fortes et le temps de concentration serait très réduit d'après la théorie selon laquelle les premiers flots sont les plus pollués. Cinq stations desservent Stuttgart. Le débit traité par l'étage biologique des stations est fixé à deux fois le débit de temps sec plus le débit des eaux parasites. Ce dernier représente 20 à 30% du débit de temps sec. Les fuites des collecteurs sont donc très importantes et entraînent un surdimensionnement des stations. Cette solution, préconisée par la "feuille de travail" A 131 d'A.T.V. relative au dimensionnement des stations d'épuration, a permis de reculer les travaux de réhabilitation des réseaux qui ont été estimés en 1986 à environ 1,5 milliards de DM (plus de 5,2 milliards de francs). Pour donner un ordre de grandeur, cela correspond à 1,5 fois la somme prévue pour la réalisation du plan décennal d'assainissement du Land de Sarre !

Le réseau de Stuttgart est, en partie, très ancien (le premier plan d'assainissement date de 1874). Il ne permet pas d'écouler partout, dans de bonnes conditions, les eaux pluviales et des phénomènes de mise en charge sont parfois constatés. Le plan général d'assainissement de 1978 préconise la solution suivante :

- remplacement par des canalisations de plus grande taille,
- création de bassins de stockage-laminage ou de bassins de stockage-décantation-surverse.

Plus d'une cinquantaine de bassins a été réalisée. Ils représentent un volume stockable de 115.000 m³. Les déversoirs d'orage de Stuttgart étaient calés jusqu'en 1970 selon la "théorie de la dilution". Il y avait surverse à partir de l'instant où la dilution atteignait un rapport 5/1 d'eau usée par l'eau de pluie. Cette approche a été abandonnée à Stuttgart dès le début des années 1970, c'est-à-dire bien avant la parution de la A 128. C'est une approche fondée sur la théorie selon laquelle les premiers flots sont les plus pollués qui a été retenue. Les premiers bassins couverts de stockage-décantation-surverse ont été réalisés vers 1973. Fin 1992, il existait 55 bassins totalisant un volume de 94.000 m³ environ soit un pourcentage d'environ 70,5% du volume total de construction. Chaque fois qu'un bassin est mis en service, les déversoirs d'orage situés en amont sont supprimés.

On note cependant une certaine remise en cause de la théorie dite "des premiers flots" à Stuttgart. En effet, différentes mesures conduites dans la ville au milieu des années 1980 ont permis de montrer que le taux réel de traitement était beaucoup plus proche de 65% de la "charge polluante" bien que le dimensionnement des bassins réponde théoriquement aux prescriptions de la A 128. Les règles de dimensionnement employées aboutissent à des bassins d'un volume de l'ordre de 20 m³ de stockage par hectare imperméabilisé.

Les premiers bassins réalisés avaient très souvent une valeur inférieure à 500 m³. Or, pour un programme global de 133.390 m³, il aurait fallu réaliser entre 400 et 500 bassins d'un volume moyen de 300 m³. Cela aurait induit de très importants problèmes de gestion, c'est pourquoi les volumes des bassins les plus récents tendent à être plus importants.

D'autres pratiques que la construction de bassins de stockage-décantation surverses ont contribué à la réduction des flux polluants rejetés au milieu extérieur par les déversoirs d'orage :

- les bassins de stockage des crues,
 - la réinfiltration, dans les limites des parcelles, des eaux de ruissellement issues des toits et des cours.
- Cette technique a surtout été utilisée dans la vallée de la Neckar. Il ne s'agit cependant pas d'une application généralisée et chaque aménagement de ce type nécessite une autorisation légale que la ville accorde au cas par cas.

Comme les autres villes évoquées précédemment, Stuttgart s'est dotée d'un réseau de télésurveillance des ouvrages mais l'utilisation de modèles mathématiques pour la gestion n'est encore qu'à l'état de projet (Agence de l'Eau Seine-Normandie - caisses des dépôts et consignations - Beture Setame Est, 1992).

- Francfort

Le système de la ville de Francfort présente globalement les mêmes caractéristiques que celui des villes évoquées précédemment :

- réseaux dimensionnés de manière à écouler une pluie de période de retour égale à 10 ans,
- environ 80% de la ville est desservie par un réseau unitaire très ancien,
- quelques quartiers périphériques construits après la guerre sont desservis par un réseau séparatif. Dans ce cas, les eaux pluviales sont rejetées directement, sans traitement préalable ;
- les bassins de pollution retiennent les premiers flots qui sont ensuite renvoyés aux deux stations dont les étages biologiques peuvent traiter un débit égal à deux fois le débit de temps sec.

Le réseau très ancien est vétuste et il a fait l'objet d'une inspection télévisée. La ville n'a pas suivi la démarche préconisée par A.T.V. dans la "feuille de travail" ATV A 141 relative aux procédures d'inspection des réseaux et a choisi une classification des dégradations beaucoup plus simple. Trois classes existent pour caractériser les dégradations du réseau : grave, moyen, faible. Cependant, cette inspection n'a eu lieu que sur les parties publiques du réseau qui ne représentent que 50% du réseau. En effet, au delà d'une distance d'un mètre de la voie publique toute partie de réseau est considérée comme privée, il est alors interdit à l'administration et aux services communaux d'intervenir.

Bien que le réseau soit très dégradé, la ville n'investit que 5 millions de DM (18 millions de francs en 1986) par an pour l'entretien des réseaux, alors qu'elle investit 25 millions de DM pour les travaux sur les stations d'épuration afin que celles-ci puissent traiter l'Azote et le Phosphore.

Les quatre villes que nous venons d'étudier se sont donc tournées vers la solution préconisée par la norme A 128 et ont restructuré leur réseau dans le but "de faire traiter 90% de la charge polluante des eaux pluviales par l'étage biologique de la station". Nous avons vu en quoi les facteurs économiques avaient eu une importance prépondérante pour le choix des techniques de bassins de pollution, néanmoins une telle pratique n'aurait pu avoir lieu sans un consensus préalable, chez les acteurs de l'eau allemands, sur les principes de la théorie des "premiers flots". Cette norme non écrite est de plus en plus remise en question, notamment par les membres de la Société Hydrotechnique de France (cf. Acte des colloques "bassins nouvelle vague", 1992 et "pluie : source de vie, choc de pollution", 1993); elle l'a d'ailleurs été aussi par les services de la ville de Brême. Mais elle a cependant prévalu dans la plupart des villes allemandes et selon certains experts allemands, le taux moyen de traitement de la pollution due aux eaux de ruissellement serait beaucoup plus réduit que 90% et s'élèverait en fait à 20-25% dans les anciens *Länder*.

II-3) Les normes non écrites.

II-3-1) L'état des réseaux : nouveau facteur d'évolution des normes et des pratiques ?

L'aspect du système d'assainissement allemand sur lequel les professionnels contactés ont été le moins ouverts aux questions est l'état des réseaux d'assainissement. Néanmoins, deux estimations nous ont été avancées par deux personnes différentes :

- 30% de la longueur totale des réseaux publics seraient à remplacer dans un très court délai,
- 80% de la longueur totale des réseaux serait dans un état justifiant une réhabilitation ou un remplacement dans un délai moyen ou court.

Ces chiffres n'ont rien d'officiel. Il est vrai que les administrations se gardent bien de parler au grand jour des problèmes des réseaux. Il n'y a pas en Allemagne d'utilisation d'indicateurs de performance tel que le taux de collecte (cf. chapitre III) prenant en compte cet aspect. Pourtant, comme nous l'avons déjà évoqué, chaque commune doit procéder à une inspection T.V. de son réseau dans le cadre de l'auto-contrôle. Les données existent donc mais elles n'ont ni été centralisées ni publiées.

Néanmoins une estimation écrite des fuites de réseaux a pu être trouvée (Brochier, 1993). Il s'échapperait entre 300 et 500 millions de m³ d'eaux usées chaque année des canalisations non étanches dans les anciens *Länder* allemands.

D'autres chiffres permettent de supposer un mauvais état du réseau (PECHER 1991). Celui-ci contient un fort pourcentage de canalisations très anciennes, puisque, sur 310.000 kilomètres de conduites en 1993 :

- 1% a plus de 106 ans,
- 12% ont plus de 81 ans,
- 26% ont plus de 56 ans,
- 54% ont plus de 31 ans.

Près du quart du kilométrage de réseau date d'avant guerre. Par ailleurs, comme cela a été le cas dans tous les pays d'Europe, les réseaux construits dans l'immédiat après guerre ont été posés très rapidement sans réelle précaution. De gros problèmes se posent au niveau des joints. De plus, la garantie, en matière de construction, n'est pas décennale comme en France, mais seulement de deux ans¹. La pression réglementaire semble donc beaucoup moins forte à ce niveau.

D'autre part, les interventions de réhabilitation in situ ont longtemps été gênées par la petitesse des diamètres :

- 50% des conduites ont un diamètre inférieur à 300 mm,
- 65% des conduites ont un diamètre inférieur à 500 mm,
- 86% des conduites ont un diamètre inférieur à 800 mm,
- 95% des conduites ont un diamètre inférieur à 1.200 mm.

Les techniques de réhabilitation in situ ont cependant été développées très tôt et les entreprises allemandes de réhabilitation des réseaux disposent d'une certaine réputation et d'un savoir-faire indéniable. La quasi-totalité des techniques de réhabilitation a d'ailleurs été inventée et employée pour la première fois en Angleterre ou en Allemagne, les deux pays ayant les réseaux les plus anciens d'Europe (Faudry D., 1985).

Les matériaux utilisés pour la construction des réseaux ont aussi leur importance :

- 45% sont en grès,
- 45% sont en béton ou béton armé,
- 7% sont en maçonnerie (utilisation de briques),
- 2% sont en Fibrociment,
- 1% sont en matériaux divers.

Le grès a très bien résisté à l'abrasion mais moins bien à la poussée mécanique. Les conduites en béton ont, elles, mal résisté à des eaux usées de plus en plus agressives. Les gros collecteurs construits en briques sont ceux qui ont le mieux résisté.

Les voies possibles pour la rénovation des réseaux sont multiples. Une étude a permis d'évaluer

¹ Cette différence a fortement surpris nos interlocuteurs allemands.

celles qui étaient les plus employées (Pecher R., 1991).

Tableau 40 : Techniques employées pour la rénovation des réseaux.

Technique	% des conduites rénovées selon cette technique
Ouverture d'une tranchée et Remplacement de la conduite	62,5%
Revêtement de la conduite en mortier de ciment ou résine	14%
Réparation par intervention d'homme à l'intérieur de la conduite	12,4%
Pose d'une nouvelle conduite sans ouverture de fouille	4,5%
Injection de ciment au niveau des points endommagés	3,1%
Regarnissage par gaine	2,5%
Divers	1%

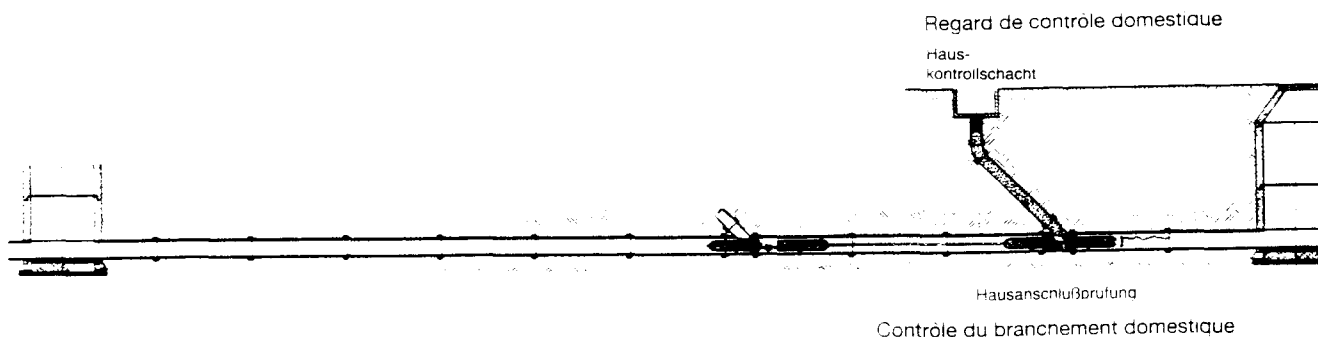
En retenant l'hypothèse de la nécessité d'une réparation de 22% des conduites existantes, le docteur Pecher a estimé les besoins en investissements pour la réhabilitation à 60 milliards de DM (216 milliards de francs) soit environ 3.500 francs par habitant des anciens *Länder* de l'Allemagne.

Si l'on se réfère aux estimations exposées en début de chapitre, les besoins sont nettement supérieurs et l'investissement nécessaire paraît alors difficilement acceptable dans le cadre de la crise actuelle.

La partie privée des réseaux semble préoccuper encore plus les professionnels. Il y a, sur ce point, unanimité pour affirmer que ces réseaux sont complètement délabrés et qu'ils devraient être rénovés dans leur quasi totalité. Une telle situation a été engendrée par l'impossibilité légale pour l'administration de contrôler la partie privée des réseaux¹. Cela est d'autant plus dommageable que le kilométrage de conduites privées est estimé à 600.000 kilomètres, soit le double de celui des conduites publiques. Ce dernier chiffre est cependant à manipuler avec précaution : il s'agit d'une estimation très grossière et il semble impossible de trouver de quelle source elle provient². L'importance de ce chiffre peut néanmoins trouver une justification dans le fait que de très nombreuses industries (90%) sont raccordées au réseau public.

Différents signes montrent qu'il existe une réelle envie d'intervenir de la part des pouvoirs publics (Reidenbach M., 1993). Certains *Länder* semblent vouloir se tourner vers la solution de l'auto-contrôle et l'une des plus grandes entreprises allemandes de réfection souterraine de canalisations vient de mettre au point un procédé du nom de POLIS, permettant de détecter les fuites des branchements domestiques à partir du réseau public.

Schéma 11 : Le système POLIS.



Le cœur du système est constitué de trois modules d'étanchéité positionnables indépendamment les uns des autres à l'intérieur de la conduite. Leur positionnement à n'importe quel endroit du tronçon

¹ Rappelons qu'une conduite est considérée comme privée au delà d'une distance d'1 mètre de la voie publique.

² D'après entretien avec M. Reidenbach, 9 décembre 1993.

s'effectue par télécommande et de façon autonome. L'agent de contrôle est l'air, mais d'autres gaz peuvent également intervenir (Brochier, 1993).

Considérer les réseaux comme le point faible du système d'assainissement non pas en terme quantitatif mais en terme qualitatif semble être en passe de devenir un nouvel usage chez les professionnels de l'eau allemands même si ceux-ci ne "l'avouent pas forcément de bonne grâce lors d'entretiens. Cela est confirmé par l'enquête que nous avons menée au niveau des professionnels de l'eau allemands (cf. questionnaire en annexe 8).

II-3-2) Vers une plus grande attention accordée à la fiabilité des réseaux.

Les personnes mettant à l'ordre du jour la construction de nouveaux réseaux ne sont plus majoritaires comme l'indiquent les réponses à la question "Construire de nouveaux réseaux constitue-t-il une priorité selon vous ?" (cf. tableau ci-après).

Tableau 41 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à la construction de nouveaux réseaux.

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	NSPP ¹	Autre	Total
Fonctionnaires de l'État	3 (11,1%)	10 (37%)	6 (22,2%)	4 (14,8%)	2 (7,4%)	2 (7,4%)	27 (100%)
Techniciens des collectivités locales	3 (5,3%)	24 (42,1%)	14 (24,6%)	4 (7%)	9 (15,8%)	3 (5,3%)	57 (100%)
Ensemble des acteurs (y compris les experts)	6 (6,6%)	36 (39,6%)	22 (24,2%)	8 (8,8%)	13 (14,3%)	6 (6,6%)	91 (100%)

¹ Ne se prononce pas.

En revanche, tout travail visant à améliorer la fiabilité des réseaux est jugé comme une urgence par près de 80% des personnes interrogées. A la question "Améliorer la fiabilité des réseaux constitue-t-il une priorité selon vous ?", différents acteurs allemands ont répondu comme suit (cf. tableau ci-après).

Tableau 42 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à l'amélioration de la fiabilité des réseaux.

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	NSPP ¹	Autre	Total
Fonctionnaires de l'État	8 (29,6%)	15 (55,6%)	3 (11,1%)	0	0	1 (3,7%)	27 (100%)
Techniciens des collectivités locales	8 (14%)	35 (61,4%)	8 (14%)	0	6 (10,5%)	0	57 (100%)
Ensemble des acteurs (y compris les experts)	19 (20,9%)	53 (58,2%)	12 (13,2%)	0	6 (6,6%)	1 (1,1%)	91 (100%)

¹ Ne se prononce pas.

Les préoccupations relatives aux conduites d'eaux pluviales sont relativement importantes puisque la construction de bassins de retenues d'eaux pluviales est jugée urgente par près des 2/3 des acteurs interrogés, comme le montrent les réponses à la question "Construire des bassins de retenues d'eaux pluviales constitue-t-il une priorité selon vous ?" (cf. tableau ci-après).

Tableau 43 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à la construction de bassins de retenue d'eaux pluviales.

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	NSPP ¹	Autre	Total
Fonctionnaires de l'État	2 (7,4%)	13 (48,1%)	5 (18,5%)	2 (7,4%)	4 (14,8%)	1 (3,7%)	27 (100%)
Techniciens des collectivités locales	8 (14%)	28 (49,1%)	15 (26,3%)	0	6 (10,5%)	2 (3,5%)	57 (100%)
Ensemble des acteurs (y compris les experts)	12 (13,2%)	44 (48,4%)	22 (24,2%)	2 (2,2%)	10 (11%)	1 (1,1%)	91 (100%)

¹ Ne se prononce pas.

Enfin, l'émergence de préoccupations relatives à la quantité et à la qualité des eaux pluviales semble être confirmée par le fait qu'un peu plus de la moitié des personnes interrogées jugent qu'une action d'information relative aux techniques d'infiltration des eaux pluviales est urgente ou très urgente.

En effet, à la question "Informer sur les techniques d'infiltration des eaux pluviales constitue-t-il une priorité selon vous ?" différents acteurs allemands ont répondu comme suit.

Tableau 44 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands aux actions d'information relatives aux techniques d'infiltration des eaux pluviales.

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	NSPP ¹	Autre	Total
Fonctionnaires de l'État	1 (3,7%)	13 (48,1%)	7 (25,9%)	2 (7,4%)	3 (11,1%)	1 (3,7%)	27 (100%)
Techniciens des collectivités locales	11 (19,3%)	23 (40,4%)	15 (26,3%)	2 (3,5%)	6 (10,5%)	0	57 (100%)
Ensemble des acteurs (y compris les experts)	13 (14,3%)	40 (44%)	22 (24,2%)	4 (4,4%)	10 (11%)	2 (2,2%)	91 (100%)

¹ Ne se prononce pas.

Les résultats de notre enquête permettent de confirmer que, si le consensus autour de la nécessité de construire rapidement de nouveaux réseaux semble ne plus réellement exister, un autre, sur la nécessité de l'amélioration de la fiabilité des réseaux et la nécessité de lutter contre la pollution des eaux pluviales, paraît aujourd'hui émerger.

CONCLUSION DU CHAPITRE 2.

Le parc technologique de réseaux d'assainissement allemand est caractérisé par :

- une proportion de réseaux d'assainissement unitaires plus importante qu'en France,
- un équipement en bassins d'orage permettant de stocker les premiers flots des précipitations pour ensuite les envoyer aux stations d'épuration.

Le système de normes écrites, à l'aide duquel les politiques d'équipement ont été menées en Allemagne, est fort différent du système français. Il n'y a pas eu l'équivalent de la circulaire "Caquot" pour la détermination des débits à écouler. Mais, si les professionnels de l'eau allemands ont gardé une plus grande marge de manœuvre que leurs homologues français sur ce point, il n'en est pas allé de même quant aux choix techniques à opérer au niveau :

- du calcul statique des conduites,
- du calcul des sections en fonction du débit à écouler,
- des techniques à utiliser pour traiter les rejets urbains par temps de pluie.

L'État n'est pas l'acteur principal de la normalisation en matière d'assainissement. ATV, l'association professionnelle des techniciens de l'assainissement, détient ce rôle. La force des *Arbeitsblätter* ATV ("feuilles de travail" ATV) n'a été en rien amoindrie par cette situation. Bien au contraire, les plus importantes d'entre elles sont appliquées à la lettre bien que, dans l'absolu, elles n'aient aucun caractère obligatoire. Plusieurs raisons peuvent être avancées pour expliquer cela :

- ATV constitue une communauté de pairs très active et bien plus structurée que l'association équivalente en France. L'efficacité et la réputation de ce réseau de professionnels dépassent les frontières que ce soit en matière de formation, de recherche ou de normalisation (ATV compte des adhérents en Suisse et en Autriche). Cette organisation offre aux techniciens allemands tout un ensemble doctrinal relatif à l'assainissement et l'épuration dont la remise en question est hors de portée de la majorité des professionnels,
- les techniques recommandées par ATV sont éprouvées et les employer constitue une garantie contre l'échec,
- bien que les "feuilles de travail" ATV ne soient pas élaborées par l'État, ATV les prépare en collaboration avec les *Länder* qui doivent "donner leur accord" pour que ces outils soient utilisés sur leur territoire. En réalité, bien plus qu'un accord, la quasi-totalité des *Länder* recommande l'emploi des *Arbeitsblätter* (il existe quelques cas contraires très exceptionnels, par exemple le Baden-Württemberg, qui a édicté au début des années 80 une norme relative aux bassins d'orage en réseau unitaire. Cette norme, bien que plus sévère, est cependant très proche de la feuille de travail A 128).
- une "feuille de travail" constitue la référence en matière de règle de la technique généralement reconnue (*allgemein anerkannte Regeln der Technik* - *aARdt*) et le fait de les utiliser permet à tout technicien ou élu d'affirmer qu'il a fait le nécessaire pour appliquer l'article 7a de la loi fédérale WHG qui prévoit "qu'une autorisation de rejet des eaux usées ne peut être accordée que si la quantité et la nocivité de ces eaux sont aussi réduites que le permet l'application des procédés possibles en fonction des règles de la technique généralement reconnues",
- les S.T.A.W.A., qui contrôlent, entre autres, l'application de cet article ont de très grands pouvoirs.

On notera que le système de normalisation allemand, qui repose sur un principe d'obligation de moyens techniques et non sur un principe d'objectifs de qualité, laisse peu de marge de manœuvre pour une adaptation des moyens techniques au contexte local.

Les normes écrites ne constituent pas le seul facteur influençant les choix techniques. L'économie et les normes non écrites (théorie des premiers flots...) ont aussi eu un poids qu'il ne faut pas sous-estimer. Cependant, on ne constate pas en Allemagne l'emploi du taux de collecte qui, en France, justifie le discours sur le retard en équipement de la France. Au contraire les professionnels de l'eau allemands raisonnent sur le taux de raccordement au système "réseau + station" qui conforte l'idée d'une avance de l'Allemagne sur ses voisins européens, valide les pratiques passées et engage les acteurs allemands à les perpétuer.

L'étude de l'évolution des normes et des choix techniques en matière de réseaux en France et en Allemagne a donc permis de mettre en évidence une certaine déconnexion entre évolution des normes écrites et évolution des choix techniques en France et, en revanche, une plus grande force des normes écrites en Allemagne. Les facteurs économiques et les normes non écrites ont une importance tout aussi déterminante sur les pratiques dans les deux pays.

Les analyses faites dans les deux premiers chapitres permettent d'affirmer que l'Allemagne, avec des institutions très différentes de celles présentes en France, a abouti à un système d'assainissement aussi normalisé et figé. Il semble même que le consensus en faveur de la voie "réseau + station" soit plus fort qu'en France bien que les limites de celle-ci soient également connues outre-Rhin. L'organisation fédérale allemande n'a donc pas permis une plus grande possibilité d'adaptation des pratiques à la situation locale.

Il s'agit maintenant de rechercher si des phénomènes similaires se sont produits en France et en Allemagne au niveau des autres objets techniques du système d'assainissement (stations d'épuration et dispositifs d'assainissement individuels). Nous allons donc utiliser la même grille d'analyse que précédemment pour étudier les évolutions des normes et des choix techniques.

CHAPITRE 3 : LES TECHNIQUES D'ÉPURATION.

I) LA SITUATION FRANÇAISE.

I-1) Évolution des normes écrites.

L'épuration a fait l'objet d'une approche normative de la part de deux administrations : Equipement et Santé Publique.

I-1-1) Vue de l'équipement.

La circulaire C.G. 1333 de 1949 n'est guère centrée sur le traitement des eaux usées. Néanmoins, elle rappelle quelques principes que l'on peut résumer comme suit. L'installation d'épuration doit être suffisamment isolée des habitations, et doit être construite en zone non inondable. Il doit y avoir consultation de spécialistes qualifiés pour la détermination des techniques à employer. Cela implique une mise au concours. La réalisation de la station peut être menée en plusieurs étapes. Le rejet des effluents dans le milieu exige, selon les propres termes utilisés par les rédacteurs de la circulaire, que "soit envisagée la possibilité d'un traitement préalable et que les terrains nécessaires à une épuration totale des eaux soient réservés dès l'origine par la municipalité". Il s'agit bien d'une absence d'obligation de traitement et non une contrainte que cette formulation établit. Un traitement minimum est néanmoins recommandé. Il peut s'agir, dans les circonstances les plus favorables, d'une simple étape de désintégration, de stabilisation ou de décantation. L'utilisation de bassins d'orage est recommandée en tête de station en cas de décharges trop fréquentes par temps de pluie et trois procédés d'épuration sont recommandés : les lits bactériens, les boues activées et l'épandage par le sol. En cas de personnel recruté peu qualifié, la circulaire recommande l'utilisation de lits bactériens lorsque les circonstances locales ne se prêtent pas à l'épandage. Enfin, l'utilisation de la fosse à double étage dite "fosse Imhoff" ou de simples bassins d'égouttage est recommandée pour le traitement des boues décantées.

La circulaire du 22 juin 1977 qui abroge la circulaire "Caquot" se réfère, elle, aux principes du système d'objectifs de qualité mis en place par la loi sur l'eau du 16 décembre 1964 (cf. chapitre I-3). La loi de 1964 précise dans son article 3 que doivent être fixés, d'une part, les spécifications techniques et les "critères physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques auxquels les cours d'eau, sections de cours d'eau, canaux, lacs ou étangs, devront répondre, notamment pour les prises d'eau assurant l'alimentation des populations, et d'autre part le délai dans lequel la qualité de chaque milieu récepteur devra être améliorée pour satisfaire ou concilier différents intérêts" que le texte précise. Ces intérêts sont l'alimentation en eau potable des populations, les besoins de l'agriculture, de l'industrie et des transports, la protection de la santé, la sauvegarde de l'équilibre biologique et hydraulique des milieux récepteurs, le développement des loisirs. Ayant rappelé ces principes, la circulaire du 22 juin 1977 n'établit en conséquence aucune recommandation précise en ce qui concerne les moyens techniques à utiliser en terme d'épuration et renvoie à la normalisation sanitaire pour la détermination des normes de rejets. Les seules recommandations effectuées concernent les stations de faible capacité pour lesquelles il est précisé que les procédés d'épuration adoptés doivent permettre une mise en œuvre très simple et le matériel retenu doit être robuste et facile à remplacer. Le but des rédacteurs était de privilégier les filières dont l'exploitation courante est simple dans les zones où le personnel risque d'être moins spécialisé.

Cette norme paraît donc très ouverte, l'absence de recommandations sur les moyens semblant devoir éviter tout risque de figer les choix techniques, conformément à la philosophie des objectifs de qualité (cf. chapitre I-3). L'échec de la politique d'objectifs de qualité¹ a néanmoins limité l'application de tels principes. De plus, comme nous allons le voir maintenant, la normalisation sanitaire, qui repose pourtant sur un principe d'obligation de résultat, n'est pas sortie de la démarche consistant à calquer les niveaux de rejet maximal admissible sur les performances des techniques les plus couramment utilisées lors de la parution du texte. Cela n'a d'ailleurs pas été sans conséquences sur la morphologie du parc de stations comme nous le verrons après l'analyse des évolutions les plus marquantes des principaux textes de la réglementation sanitaire relative à l'épuration.

¹ Il existait très peu de cartes d'objectifs 28 ans après la parution de la loi de 1964, ce qui a motivé la mise en place des Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.D.A.G.E.) et Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.A.G.E.) par la loi sur l'eau de janvier 1992.

I-1-2) La normalisation sanitaire.

Les instructions générales contenues dans la circulaire du 1^{er} mai 1933 relatives à l'assainissement des agglomérations constituent le premier texte administratif de normalisation de l'épuration. Elles n'instituent en aucun cas une quelconque obligation de construire une station¹, mais précisent que l'épuration d'une eau d'égout est satisfaisante quand les conditions suivantes sont atteintes :

- l'eau ne contient pas plus de 30 milligrammes de matières organiques en suspension par litre,
- après filtration sur papier, la quantité d'oxygène que l'eau épurée emprunte au permanganate de potassium en trois minutes reste sensiblement constante avant et après sept jours d'incubation à 30°C en flacon bouché à l'émeri,
- l'eau épurée ne doit dégager aucune odeur putride ou ammoniacale avant et après sept jours d'incubation à 30°C,
- elle ne doit renfermer aucune substance susceptible d'intoxiquer les poissons et de nuire aux animaux qui s'abreuvent dans le cours d'eau,
- la D.B.O.5 doit être inférieure ou égale à 40 milligrammes.

L'évacuation d'un effluent incomplètement épuré et légèrement putrescible peut, selon la circulaire, être toléré lorsqu'il ne renferme pas un excès de matières en suspension et qu'il est déversé dans un cours d'eau à grand débit. Les caractères physiques, chimiques et bactériologiques des prélèvements réalisés à "quelques centaines de mètres" en aval du point de déversement doivent cependant être sensiblement égaux à ceux effectués en amont du rejet. Aucune règle précise n'est énoncée en cas de déversement en mer, en lac ou en étang. Il est simplement recommandé de "tenir le plus grand compte des circonstances, vents, courants, marées, voisinage de plages ou baignade, de bancs de coquillages ainsi que des densités relatives."

Les procédés d'épuration recommandés par la circulaire de 1933 pour aboutir aux résultats précités sont les filières biologiques associées à une décantation préalable, l'épuration chimique, trop coûteuse, étant réservée aux eaux industrielles. Les procédés cités sont les lits bactériens, les boues activées, les stations mixtes (lits bactériens + boues activées) et les techniques d'épuration biologique naturelle par le sol (épandage). Diverses conditions à remplir en cas d'emploi de la filière épandage sont instaurées. Elles sont assez strictes et révèlent une certaine volonté de la part des rédacteurs de la circulaire de limiter la prolifération de ces installations qui, mal conçues et mal gérées, présentent un réel danger pour la santé publique. La culture de légumes ou de fruits en contact avec le sol du dispositif d'épandage et destinés à être consommés crus est interdite. Un épandage ne peut être réalisé qu'après examen du Service Hydraulique et avis du géologue officiel. Aucune stagnation des eaux d'égout à la surface ne doit avoir lieu. L'établissement d'un champ d'épandage au voisinage de puits ou de nappes d'eaux souterraines servant à l'alimentation est formellement déconseillé.

La circulaire n°93 du 12 mai 1950 relative à l'assainissement des agglomérations est plus sévère que celle de 1933. Les conditions à atteindre en ce qui concerne les caractéristiques de l'effluent rejeté sont renforcées sur deux points. Il ne doit pas contenir plus de 30 milligrammes par litre de matières en suspension **de toute nature**. Il ne doit dégager aucune odeur putride ou ammoniacale avant et après cinq jours d'incubation à 30°C et non plus sept. Cela peut paraître au premier abord comme une mesure plus permissive, mais la mesure relative à cette exigence est rationalisée et le risque lié à la subjectivité du jugement humain basé sur l'odorat est fortement limité grâce à l'instauration d'une épreuve portant sur la décoloration du bleu de méthylène (test de putrescibilité). Les exigences relatives à la D.B.O.5 et à la présence de substances toxiques restent les mêmes. En revanche, il n'est plus fait référence au test au permanganate de potassium.

La précision augmente en ce qui concerne les prescriptions relatives aux circonstances nécessitant un complément d'épuration. En certaines circonstances, telles que le voisinage de zones de baignades, de plages, de gisements coquilliers ou ostréicoles, de prises d'eau en vue de l'alimentation ou de l'usage thermal, et, plus généralement, dans tous les cas où l'autorité sanitaire le jugera nécessaire, l'épuration doit être complétée par des mesures impliquant notamment, selon les cas, la destruction de tout germe pathogène et/ou l'élimination de tout produit qui favoriserait la manifestation d'odeurs, de saveur ou de coloration anormales dans les eaux naturelles utilisées en vue de l'alimentation humaine.

Les réserves relatives au rejet d'un effluent incomplètement épuré sont rédigées de manière plus précise. Il ne peut être autorisé que si l'effluent ne renferme pas un excès de matières en suspension, et à condition que la capacité autoépuratrice du cours d'eau récepteur soit susceptible de satisfaire la demande

¹ ce qui ne pourrait pas être fait par voie de simple circulaire.

biochimique en oxygène de l'effluent rejeté sans nuire à l'usage normal des eaux en particulier à la vie des poissons. Cette dernière exigence montre que la normalisation sanitaire ne se cantonne déjà plus à son strict objet d'origine qui est la protection de la santé publique et vise à protéger d'autres éléments de l'écosystème que les populations humaines. La puissance et le dynamisme des fédérations de pêche françaises ne sont pas étrangers à cette évolution. Ces organisations sont à l'origine des premières actions structurées auprès de l'administration pour signaler l'importance de l'impact des activités humaines sur la vie piscicole. La seconde restriction à l'épuration partielle montre, elle aussi, une meilleure prise en compte des possibilités de fragilisation du milieu récepteur par la pollution. Dans le cas de plusieurs rejets successifs d'eaux polluées sur le parcours intéressé par l'autoépuration, leur effet cumulé doit être pris en considération par les autorités sanitaires pour apprécier les exigences à formuler. Par ailleurs, cette autorisation de rejet partiellement épuré peut être supprimée à tout moment dès que des nuisances inadmissibles du point de vue de l'hygiène publique sont constatées.

La circulaire de 1950 est aussi plus précise que celle de 1933 en ce qui concerne les techniques recommandées. Les procédés évoqués sont les mêmes, mais la préférence pour les lits bactériens est plus marquée, l'exploitation des boues activées devant être très surveillée de manière à éviter les phénomènes de "bulking"¹. L'utilisation des champs d'épandage n'est envisagée qu'avec les mêmes réserves que dans la circulaire de 1933.

La circulaire du 7 juillet 1970 relative à l'assainissement des agglomérations **et à la protection sanitaire des milieux récepteurs** confirme, de par son titre même, la tendance de la normalisation sanitaire à ne plus se limiter à la seule protection des populations humaines. Elle intègre ainsi les principes de protection du milieu naturel énoncé par la loi sur l'eau de 1964. Les principes directeurs de cette circulaire restent cependant très axés sur l'objet initial de l'hygiène publique : évacuation immédiate des eaux usées et eaux pluviales et prévention des pollutions des eaux si celles-ci présentent des dangers pour la santé publique. Dans ce texte, la précision des exigences relatives aux rejets se fait encore plus grande. Trois situations sont prévues. Premièrement, le cas général où il n'est pas constaté de danger pour la santé publique ou de sensibilité du milieu récepteur particulier. Deuxièmement, le cas où un traitement partiel est acceptable. Le milieu récepteur doit alors être tel qu'à 50 mètres à l'aval du déversement et à deux mètres de la berge, la dilution ramène les limites de tolérance pour les M.E.S., la DBO₅ et la D.C.O. au cinquième de leur valeur ; par ailleurs, compte tenu de la nature du milieu récepteur, il ne doit pas en résulter un état d'anaérobiose caractérisé dans la zone aval du cours d'eau. Dans le cas contraire, on doit recourir au traitement prévu dans le cas général. Le troisième cas est celui des zones de proximité : il s'agit de la portion d'un cours d'eau, longue de huit kilomètres située en amont d'un point d'utilisation de l'eau qu'il s'agisse d'un prélèvement destiné à l'alimentation des populations, d'une zone de baignade en eau vive, d'un établissement piscicole ou des gisements conchylicoles. Les exigences diffèrent selon les cas comme l'indique le tableau ci-après.

¹ Prolifération de "bactéries filamenteuses" qui engendre la présence sur le site de mousse parfois spectaculaire et entraîne une très forte baisse du rendement épuratoire.

Tableau 45 : Normes de rejet des stations formulées par la circulaire du 7 juillet 1970.

	Cas général	Zones où un traitement partiel est suffisant	Zones de proximité.
Matière en suspension (M.E.S)	Teneur limitée à 30 mg/l.	Teneur limitée à 70 mg/l. Limite de tolérance maximale aux heures les plus chargées : 120 mg/l.	Teneur limitée à 30 mg/l.
Demande biochimique en oxygène (D.B.O. ₅)	L'eau ne doit pas absorber en cinq jours à 20°C plus de 40 mg d'oxygène dissous par litre en pleine charge, sans dépasser 30 mg en moyenne par 24 heures	L'eau ne doit pas absorber en cinq jours à 20°C plus de 120 mg d'oxygène dissous par litre en pleine charge. Limite de tolérance maximale aux heures les plus chargées : 240 mg/l.	L'eau ne doit pas absorber en cinq jours à 20°C plus de 20 mg d'oxygène dissous par litre en pleine charge, sans dépasser 15 mg en moyenne par 24 heures
Demande chimique en oxygène (D.C.O.)	L'eau ne doit pas consommer plus de 120 mg/l d'oxygène en pleine charge par oxydation au dichromate de potasse en milieu sulfurique à ébullition, sans dépasser 90 mg en moyenne par 24 heures	L'eau ne doit pas absorber en cinq jours à 20°C plus de 120 mg d'oxygène dissous par litre en pleine charge. Limite de tolérance maximale aux heures les plus chargées : 300 mg/l.	L'eau ne doit pas consommer plus de 80 mg/l d'oxygène en pleine charge par oxydation au dichromate de potasse en milieu sulfurique à ébullition, sans dépasser 50 mg en moyenne par 24 heures
Concentration en matière organique (azote total)	Maximum 30 mg/l exprimé en N, soit 40 mg/l en ions ammonium	Maximum 30 mg/l exprimé en N, soit 40 mg/l en ions ammonium	Maximum 10 mg/l exprimé en N, soit 13 mg/l en ions ammonium
Test de putrescibilité	L'eau ne doit dégager, avant et après 5 jours d'incubation à 20°C, aucune odeur putride ou ammoniacale, et l'épreuve portant sur la décoloration du bleu de méthylène doit donner un résultat négatif. Dans le présent cas, le résultat fourni par ce test n'est pas en principe opposable à celui de la D.B.O. ₅ Toutefois, en cas de discordances répétées, on devra en rechercher les causes.	/	L'eau ne doit dégager, avant et après 5 jours d'incubation à 20°C, aucune odeur putride ou ammoniacale, et l'épreuve portant sur la décoloration du bleu de méthylène doit donner un résultat négatif. Dans le présent cas, le résultat fourni par ce test est opposable à celui de la D.B.O. ₅
Substances toxiques ou indésirables	Absence de substances capables d'entraîner la destruction du poisson dans le milieu naturel, après mélange, à 50 mètres à l'aval du déversement et 2 mètres de la berge. En ce point, la dose minima toxique (D.M.T.) ¹ pour le poisson ne devra jamais être atteinte.		

Le déversement dans les lacs, canaux et étangs doit être précédé d'un traitement respectant les valeurs maximales admissibles pour les zones de proximité. Il peut être fait appel à des traitements complémentaires en vue de faire disparaître les éléments fertilisants. Le déversement dans les nappes profondes est très sévèrement réglementé et le rejet en mer doit obligatoirement être précédé d'un traitement équivalent à un traitement primaire au moins.

Dans tous les cas précités, la température de l'eau rejetée ne doit pas dépasser 30°C, sa couleur ne doit pas provoquer une coloration visible dans le milieu récepteur et son pH doit être au voisinage de la neutralité.

Les techniques recommandées par cette circulaire sont plus nombreuses. Sont évoqués les procédés biologiques artificiels suivants :

- les lits bactériens "nouvelle génération" avec recirculation. L'accent est mis sur le fonctionnement économique et la facilité d'exploitation de ce procédé mais aussi, et pour la première fois dans le cadre de la normalisation sanitaire, sur les risques de colmatage.
- les disques biologiques,
- les boues activées, y compris les procédés de type bassins combinés, tout en mettant en garde sur la nécessité d'un contrôle quasi permanent du fonctionnement.

¹ La D.M.T. ou encore dose minima mortelle est atteinte lorsque la concentration utilisée provoque la mort des poissons pendant la durée standard de l'expérience (six heures), la mort peut avoir lieu pendant l'expérience même ou immédiatement après.

Il est, par ailleurs, recommandé de précéder ces trois procédés d'une décantation primaire et de les faire suivre d'une décantation secondaire dite finale.

Les procédés d'épandage par le sol sont décrits avec le même type de réserves que celles déjà présentes dans les deux circulaires précédemment évoquées. L'utilisation en tant que traitement complémentaire est, en revanche, vivement recommandée. Le lagunage (appelé alors étang d'oxydation) n'est aussi mentionné qu'avec de sérieuses réserves. Il est, certes, décrit comme une possibilité de choix économique, mais l'accent est mis sur le fait que la destruction totale des déchets solides est impossible et que cela conduit à une accumulation progressive. La solution d'une décantation préalable est évoquée pour pallier ce problème. Enfin, les procédés chimiques sont décrits comme une possibilité de traitement dans les cas de charges intermittentes.

La circulaire du 10 Juin 1976 relative à l'assainissement des agglomérations et à la protection sanitaire des milieux récepteurs intègre les nouvelles exigences de l'arrêté interministériel du 13 mai 1975 fixant les conditions techniques des autorisations de rejet qui décalent légèrement et reformulent les valeurs limites du niveau de qualité exigibles. Ces modifications ont eu lieu, entre autres raisons, pour que la filière traitement physico-chimique puisse atteindre les normes avec des coûts de réactifs raisonnables.

Les exigences relatives à la température, à la couleur et à la toxicité de l'effluent restent inchangées par rapport à celles formulées dans la circulaire du 22 juin 1970. Les valeurs limites du pH sont, elles, précisées. Il doit être compris entre 5,5 et 8,5 en cas de rejet dans un cours d'eau continentale et entre 5,5 et 9 en cas de rejet en mer. Les autres exigences sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau 46 : Valeurs maximales des rejets des stations formulées par la circulaire du 10 juin 1976.

	Cas général	Zones où un traitement partiel est suffisant ¹	Zones de proximité ² : cas des secteurs où une nitrification est nécessaire	Zones de proximité : cas des points particulièrement sensibles
Matière en suspension (M.E.S.)	30 mg/l sur tout échantillon de 2 heures	100 mg/l sur tout échantillon de 2 heures ou 30 % du poids en cas d'utilisation de la filière physico-chimique.	Teneur limitée à 30 mg/l.	Teneur limitée à 20 mg/l.
Demande biochimique en oxygène (D.B.O. ₅)	40 mg/litre sur tout échantillon de 2 heures. 30 mg en moyenne sur 24 heures	40 mg/l sur tout échantillon de 2 heures ou 50 % du poids en cas d'utilisation de la filière physico-chimique.	30 mg/litre sur tout échantillon de 2 heures. 20 mg en moyenne sur 24 heures	20 mg/litre sur tout échantillon de 2 heures. 15 mg en moyenne sur 24 heures
Demande chimique en oxygène (D.C.O.)	120 mg/litre sur tout échantillon de 2 heures. 90 mg en moyenne sur 24 heures	120 mg/l sur tout échantillon de 2 heures. pas d'exigences spécifiques en cas d'utilisation de la filière physico-chimique.	120 mg/litre sur tout échantillon de 2 heures. 90 mg en moyenne sur 24 heures	80 mg/litre sur tout échantillon de 2 heures. 50 mg en moyenne sur 24 heures
Azote organique et ammoniacal (Kjeldal)	50 mg/l sur tout échantillon de 2 heures. 40 mg en moyenne sur 24 heures	pas d'exigences spécifiques.	10 mg/l sur tout échantillon de 2 heures.	7 mg/l sur tout échantillon de 2 heures.
Test de putrescibilité	L'eau ne doit dégager, avant et après 5 jours d'incubation à 20°C ³ , aucune odeur putride ou ammoniacale.	pas d'exigences spécifiques.	L'eau ne doit dégager, avant et après 5 jours d'incubation à 20°C, aucune odeur putride ou ammoniacale.	L'eau ne doit dégager, avant et après 5 jours d'incubation à 20°C, aucune odeur putride ou ammoniacale.

¹ La circulaire précise qu'il ne convient de consentir à de tels traitements qu'après une étude attentive des conditions de rejets et des objectifs de qualité assignés au milieu récepteur et que les stations d'épuration partielles doivent être conçues pour permettre les installations complémentaires correspondant à un rejet complet.

² La définition des zones sensibles données dans la circulaire du 7 juillet 1970 est reprise dans la circulaire du 10 juin 1976.

³ Cette épreuve peut être exécutée *in situ* à la température ambiante.

Les dispositions relatives aux déversements dans les lacs, canaux, étangs, nappes profondes ainsi qu'aux rejets en mer édictées par la circulaire de 1976 restent les mêmes que celles mises en place par la circulaire de 1970.

Les procédés d'épuration décrits restent les mêmes, cependant il y a un réel changement de ton vis-à-vis des techniques de lagunage qui sont présentées d'une manière bien plus valorisante. En particulier, ces excellentes performances en terme de lutte contre la pollution bactérienne, l'un des principaux avantages de cette technique, sont mises en avant : *"le passage en bassin de stabilisation est très efficace pour l'élimination des micro-organismes présents dans les effluents. Les parasites, enkystés ou non, les bactéries pathogènes telles que les salmonelles et les mycobactéries sont, en grande partie, éliminés."*

La mise en place de cette dernière circulaire visait à permettre l'utilisation plus massive de techniques rustiques dans les zones rurales où, le plus fréquemment, un traitement partiel suffit.

Les textes de la normalisation sanitaire évoqués précédemment, bien qu'ils reposent en théorie sur une obligation de résultat, ne permettent pas de s'affranchir totalement d'une obligation de techniques à employer puisque, en fait, les valeurs maximales admissibles sont calquées sur les performances des meilleures techniques connues à l'époque de la rédaction. Les obligations portent sur la qualité du rejet émis par la station et non sur le niveau de qualité du milieu récepteur à préserver au voisinage plus ou moins immédiat du point de rejet. Dans cette optique, un niveau de rejet maximal admissible donné risque conduire au choix d'une technique donnée et d'une seule. Cela risque d'engendrer une uniformisation des techniques employées en réalité tout à fait injustifiée : les besoins du milieu récepteur sont très variables d'un lieu à un autre. Certes, quatre cas sont possibles suite à la parution de la circulaire de 1976 mais on reste bien loin de textes permettant une réelle politique reposant sur des objectifs de qualité. Une telle approche laisserait entière liberté aux acteurs pour choisir les techniques en fonction des besoins du milieu récepteur et éviterait que, lorsqu'un endroit est fortement dégradé, la personne responsable puisse prétendre avoir fait le nécessaire pour l'environnement en faisant construire une station répondant aux normes.

Il y a cependant bien eu évolution notable au niveau de la normalisation en matière d'épuration, et ce à partir de la seconde moitié des années 1975, puisqu'une plus large place a été accordée aux techniques rustiques en zone rurale. Cette évolution n'est pas propre à la normalisation sanitaire. Ainsi la circulaire DA/SG 1.5.050 du 15 juin 1976 émanant du ministère de l'agriculture affirmait que "la tendance qui consistait à réaliser pour les petites collectivités des installations de traitement inspirées de celles des grandes villes a conduit trop souvent à des déboires techniques et financiers". L'utilisation de la filière boues activées était plus particulièrement remise en question.

Il nous faut maintenant vérifier en quoi il y a bien eu évolution marquante au niveau des choix techniques en matière d'épuration. Pour cela nous allons suivre la même méthode que celle utilisée pour les réseaux et analyser les évolutions du parc technologique de stations d'épuration communales.

I-2) Évolution des pratiques d'épuration.

I-2-1) Des données nouvelles qui confirment un effort d'équipement réel.

Selon les résultats de l'inventaire communal de 1982, 60,3% des logements étaient desservis par un réseau raccordé à une station. En 1988, le pourcentage avait atteint 71,3%. Il faut émettre sur ces chiffres les mêmes réserves que celles exprimées sur la desserte en réseau puisque certaines exploitations peuvent être considérées comme desservies alors qu'elles ne le sont pas réellement. Néanmoins, il est indéniable que l'effort d'équipement a été poursuivi de manière soutenue comme le confirme le tableau ci-après :

Tableau 47 : Évolution de la desserte en épuration (source inventaires communaux exploités par J. Bréas, I.F.E.N.).

	en 1980	en 1988
Nombre de logements desservis par une station	13,2 millions	17,47 millions
% de logements desservis	60,3%	71,7%

Le nombre de stations d'épuration communales est maintenant loin d'être négligeable.

Tableau 48 : Évolution de l'équipement en épuration (source inventaires communaux exploités par J. Bréas, I.F.E.N.).

	en 1980	en 1988
Nombre de stations	7.617	10.147
Nombre de communes dont le réseau est raccordé à une station	9.557	13.340

Le nombre de stations recensées lors de l'inventaire communal de 1988 confirme le résultat du dépouillement des listing des Agences de l'Eau que nous avons réalisé début 1990. Nous avons alors recensé 10.530 installations communales au début 1989 (Berland J.M., 1990). L'effectif réel des installations est, en fait, plus élevé. Deux raisons principales nous font avancer cette hypothèse. D'une part, les fichiers fournis par les Agences de l'Eau ne mentionnent pas, ou très partiellement, les stations d'une capacité inférieure à 400 équivalents-habitants car ces institutions ne reversent pas de prime pour épuration aux propriétaires de stations de cette taille. D'autre part le questionnaire de l'I.N.S.E.E. utilisé pour l'inventaire communal incite à classer les petites stations comme des installations de décantation non assimilables à une station d'épuration.

Par ailleurs, on constate une distorsion entre les données tirées du listing de l'Agence Rhône-Méditerranée-Corse, qui permet d'annoncer quelque 2.270 stations au début 1982 dans ce bassin, et les données compulsées par Daniel Faudry selon lesquelles 2.455 stations y étaient déjà implantées (Faudry D., 1985). Cette différence n'est pas négligeable et il est plus que probable que ce type de phénomène engendre une sous-estimation pour les autres bassins.

D'autres recoupements avec des études récentes montrent que le chiffre de 10.530 stations d'épuration communales est inférieur à la réalité. Suite à une enquête nationale menée en 1986 par le C.E.M.A.G.R.E.F, Messieurs Pierre Boutin et Yves Racault, ingénieurs du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, ont pu établir que l'effectif des lagunes naturelles était de 1.289 unités début 1986 (Racault Y. et Boutin P., 1987). Ce chiffre souffre lui-même d'une sous-estimation probable de 10% en raison des décalages entre la réalisation des ouvrages et la constitution de dossiers techniques par les S.A.T.E.S.E. sur lesquels le C.E.M.A.G.R.E.F s'est fondé pour mener cette étude. Yves Racault, que nous avons contacté début 1990, estimait donc le nombre de lagunes naturelles à 1.700 ou 1.800 fin 1987 et à 2.000 fin 1989.

Notre comptage sur fichiers fournis par les Agences de l'Eau nous permet de proposer le chiffre de 1.181 lagunes naturelles ou aérées¹ début 1986 et celui de 1.668 installations de ce type début 1989 ; chiffres bien inférieurs à ceux donnés par le C.E.M.A.G.R.E.F. Ceci est dû au fait que beaucoup de lagunes sont employées pour les très petites collectivités locales et ont une capacité inférieure à 400 équivalents-habitants. Très peu de traces de ces installations sont donc observables sur nos listings. La sous-estimation dans nos sources n'est donc pas négligeable et le chiffre de 2.000 lagunes naturelles pour 1989 est, sans aucun doute, plus proche de la réalité. Des mécanismes similaires à celui décrit ci-dessus n'ont pu qu'engendrer une sous-estimation pour d'autres types de stations utilisés fréquemment pour les capacités de moins de 400 équivalents-habitants, en particulier, les installations n'assurant qu'un traitement primaire.

Le recoupement des différents travaux précités nous a conduit à affirmer que le nombre réel de stations d'épuration communales se situait en fait aux alentours de 11.500 début 1989 (Berland J.M. et Barraqué B., 1990). Ce chiffre ne tient pas compte des petites stations d'épuration privées infracommunales de lotissements² (souvent provisoires et peu fiables), ni des stations des industries non raccordées.

¹ Le nombre de lagunes aérées s'élevant à 60-80 unités.

² Ces stations représentent près de 300 installations en Adour-Garonne (seule Agence Financière de Bassin à les avoir mentionnées dans son listing).

Des résultats récents fournis par le Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau (F.N.D.A.E.) laissent présager un équipement encore plus poussé puisque les services du ministère de l'agriculture ont dénombré, au niveau des communes rurales, 11.645 stations d'épuration au 1^{er} janvier 1990 (F.N.D.A.E. - 1993). Le nombre de stations implantées en zone urbaine était de 529 au 1^{er} janvier 1988 (source inventaire communal 1988 exploité par J. Bréas, I.F.E.N.). Ce chiffre est resté, selon toute vraisemblance, stable entre 1988 et 1990. Le nombre total de stations était d'environ 12.174 au 1^{er} janvier 1990 selon ces dernières sources. Cela nous amène donc à réviser légèrement à la hausse l'estimation déduite de l'analyse des fichiers des Agences de l'Eau.

I-2-2) Un effort masqué par l'emploi de l'indicateur "taux de dépollution".

Bien que remise en question par les travaux statistiques présentés ci-avant, il existe une norme non écrite voire d'un consensus réalisé autour d'un "retard de la France en matière d'épuration". Ce discours est cautionné par la faiblesse de la valeur d'un indicateur utilisé uniquement en France, le taux de dépollution. La définition de ce taux est la suivante :

Taux de dépollution = taux de collecte X rendement des ouvrages.

avec :

Taux de collecte = pollution entrante / pollution brute (cf. définitions chapitre 2 I-3)

Rendement des ouvrages = pollution éliminée par les stations / pollution entrante.

Le rendement des stations et le taux de dépollution sont, comme le taux de collecte, des données à vocation fiscale utilisées par les Agences de l'Eau pour calculer l'assiette de la prime reversée aux mairies en cas d'épuration des eaux et celle de la redevance prélevée auprès des habitants. Le taux de collecte avancé étant de 62%, le rendement des ouvrages de 68%, le "taux de dépollution global" de la France serait de 42% (Cercle Français de l'Eau, 1993). La faiblesse de ce chiffre marque les esprits mais il est très flou.

La première cause de ce défaut est l'emploi du terme pollution qui est impropre. Il n'existe pas une pollution générique mais des quantités de polluants différents dont les effets ne sont pas toujours comparables. En fait, il n'existe pas un taux de dépollution global mais un taux de dépollution pour chaque polluant que l'on choisit de prendre en compte. Or, lors de l'emploi d'un taux de dépollution "global", il est réalisé un amalgame lorsque sont regroupés tous les types de polluants sous un seul et même terme de pollution. Le taux le plus souvent employé dans la bibliographie est celui des matières oxydables. L'État de l'environnement 1991-1992 contient, pour sa part, le calcul des différents taux pour les matières oxydables et les matières en suspension (cf. tableau ci-après).

Tableau 49 : Données relatives à la pollution des eaux présentes dans l'état de l'environnement 1991-1992 (Ministère de l'Environnement, 1993).

	Matières oxydables	Matières en suspension
"Pollution" totale brute	4.711 t/jour	5.843 t/jour
"Pollution" domestique	3.753 t/jour	4.949 t/jour
"Pollution" des industries raccordées	959 t/jour	895 t/jour
"Pollution" n'arrivant pas en station	1.794 t/jour	2.608 t/jour
"Pollution" traitée en station	2.917 t/jour	3.234 t/jour
"Pollution" éliminée par l'épuration	2.059 t/jour	2.527 t/jour
"Pollution" non éliminée	860 t/jour	706 t/jour
"Pollution" rejetée	2.653 t/jour	3.316 t/jour
Rendement en % des stations d'épuration	70 %	80 %
Taux de collecte en %	64 %	52 %
Taux de dépollution en %	44 %	43 %

Les principaux défauts de l'indicateur taux de dépollution sont ceux déjà mis en évidence pour le taux de collecte : données à vocation fiscale parfois éloignées de la réalité physique à cause de l'influence des coefficients d'agglomération, non prise en compte des apports des dispositifs d'assainissement autonome... Cet indicateur est malgré cela, utilisé pour justifier ou réclamer la poursuite d'une politique d'équipement reposant, avant tout, sur la construction de nouvelles stations. Une simple réflexion partant

du chiffre de 12.174 stations permet de remettre en question cette fausse évidence. Les 10.147 stations dénombrées par l'I.N.S.E.E en 1988 desservait alors 13.340 communes. Il est, par conséquent, probable que les 12.174 installations dénombrées au début 1990 en desservent environ 15.500. Or, s'il est vrai que la France Métropolitaine compte 36.433 communes, il ne faut pas oublier que 21.807 de ces communes regroupaient moins de 500 habitants en 1990 (I.N.S.E.E., 1993). Cette multitude de petits villages ne regroupait que 4,75 millions d'habitants soit 8,4% de la population. L'équipement de la France en stations d'épuration n'a certes pas été réellement planifié et a parfois manqué de rationalité. L'absence d'objectifs de qualité en est la cause. Il n'en est pas moins vrai que la plupart des 14.480 communes de plus de 500 habitants envoient leurs eaux usées à une station d'épuration communale. Ces 14.480 villes et villages regroupaient en 1982 quelques 51.864.377 habitants soit 91,6% de la population métropolitaine. L'idée d'une grave insuffisance du nombre en stations d'épuration communales est donc manifestement fausse. Mis à part quelques exceptions, toutes les grandes, moyennes et petites villes épurent leurs eaux usées. Restent donc les petits villages et les écarts. Si pour certains, très rares, où l'habitat est fortement regroupé, l'installation d'un réseau d'égout et la construction d'une lagune peut encore paraître rationnel, pour la plupart où l'habitat est dispersé, c'est l'emploi des techniques "alternatives" d'assainissement autonome qui semble le plus justifié.

Le problème ne vient donc pas du nombre de stations comme l'utilisation du taux de dépollution peut le laisser croire. Continuer à raisonner sur ce dernier ne peut que conduire les acteurs de l'eau à opter pour la construction de nouvelles stations, seule solution permettant de "combler un quelconque manque de la France en nombre de stations d'épuration".

Par ailleurs, les techniciens et les élus de chaque agglomération dont les habitants sont soumis à une redevance d'assainissement connaissent la valeur du taux d'épuration de leur commune, celui-ci étant utilisé, avec le taux de collecte, pour le calcul de la prime pour épuration reversée aux mairies par les Agences de l'Eau. Ces acteurs peuvent choisir d'améliorer le taux de dépollution de leur commune par une augmentation du rendement. Cela ne peut que conduire à privilégier la filière au meilleur rendement épuratoire théorique, celles des boues activées. Or la complexité de la conduite fait que celle-ci n'est bien souvent pas adaptée au contexte des communes rurales aux faibles moyens en personnel compétent.

I-2-3) Évolution des choix techniques.

Dans ce paragraphe, nous ne raisonnerons que sur les chiffres obtenus grâce au traitement des fichiers des Agences de l'Eau. Comme nous l'avons déjà précisé (cf. l'introduction), nous montrons une certaine prudence vis-à-vis de ces données. Mais si exploiter un seul chiffre est très périlleux, les tendances que met en évidence l'ensemble des données sont assez nettes et le risque qu'elles soient faussées est faible. Ainsi, nous avons pu reconstituer l'évolution du nombre annuel de constructions.

Schéma 12 : Nombre de stations d'épuration mises en service en fonction de la date pour chaque bassin.

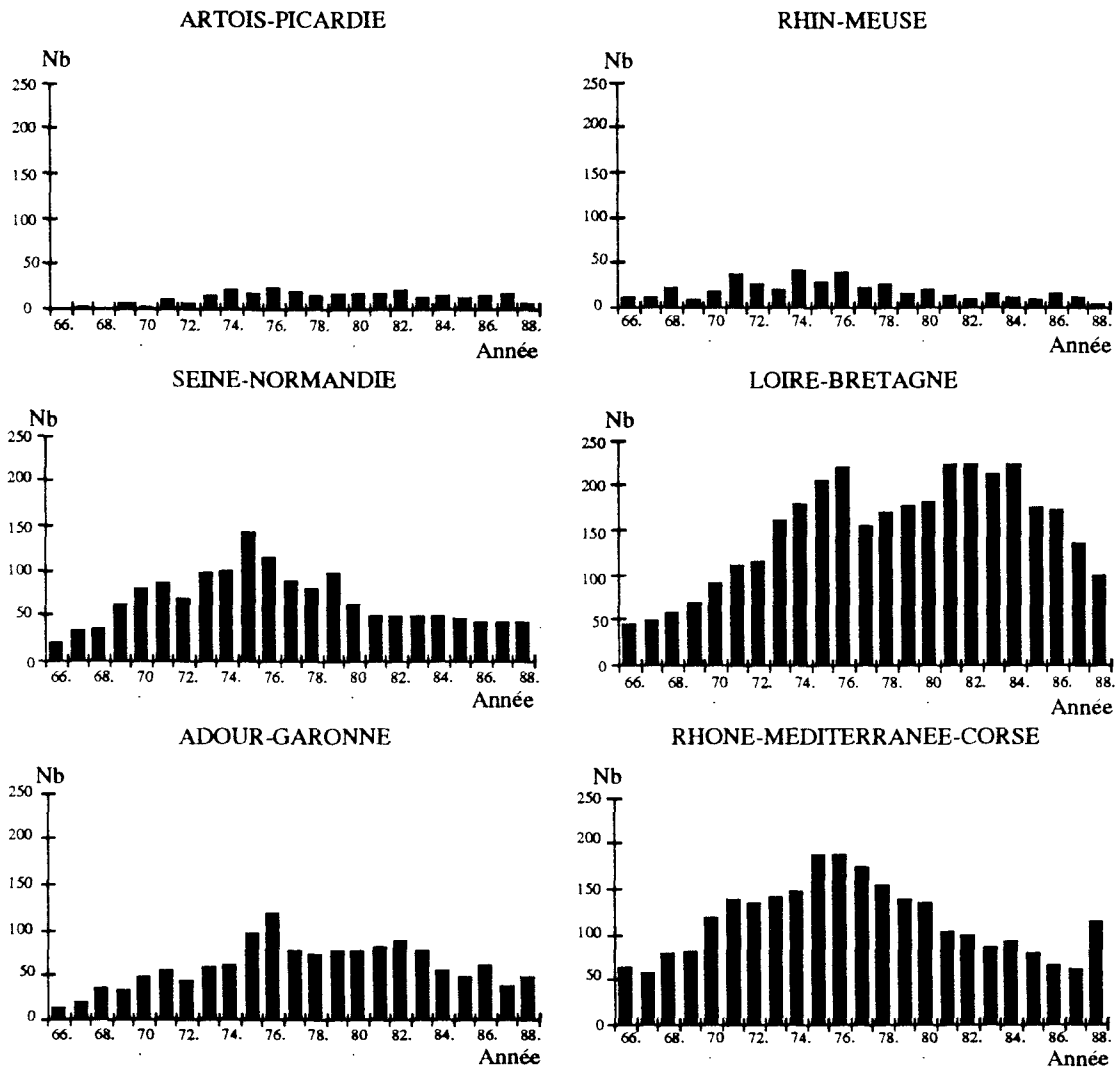
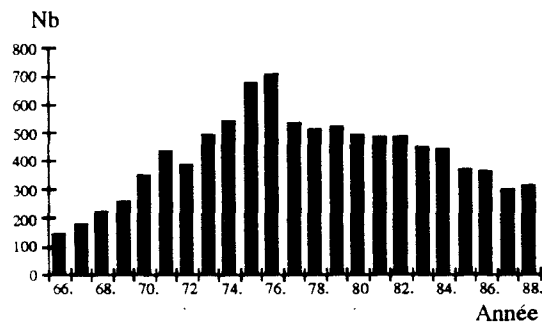


Schéma 13 : Nombre de stations d'épuration mises en service en fonction de la date pour l'ensemble du territoire français.



La France commence à fournir un gros effort d'équipement en stations d'épuration à partir du milieu des années 1960. L'augmentation du nombre de stations fait suite à la parution de la loi sur l'eau de 1964 qui affichait la volonté de reconquête de la qualité des milieux aquatiques. Le nombre d'installations construites annuellement augmente ainsi chaque année jusqu'en 1976 passant de 153 stations installées en 1966 à 730 ouvrages construits en 1976. Puis, à partir de 1977, s'amorce une nette baisse du nombre annuel de constructions, qui passe de 543 en 1977 à 304 en 1988. On retrouve ces tendances au niveau des bassins Artois-Picardie, Rhin-Meuse, Seine-Normandie et Rhône-Méditerranée-Corse. Les cas particuliers des bassins Loire-Bretagne et Adour-Garonne sont cependant à souligner. Pour ces deux bassins, si 1976 a bien été l'année où le nombre de stations construites a été le plus élevé, la chute

observée en 1977 ne se poursuit pas contrairement aux autres bassins. Adour-Garonne prolonge son effort d'équipement jusqu'en 1983. Loire-Bretagne, après une chute spectaculaire en 1977, fournit un second effort. Le nombre des constructions passera de 155 en 1977 à 223 en 1985 avant de chuter pour atteindre le nombre de 100 en 1988. Ces différences s'expliquent par le sous-équipement initial de ces deux bassins par rapport aux autres régions de la France. Très peu industrialisés et donc plus pauvres, ils ont dû poursuivre leur effort pour rattraper leur retard.

La baisse du nombre des constructions au niveau national depuis le milieu des années 1970 n'a pu que restreindre les possibilités de diffusion d'une nouvelle filière technique par rapport à la première phase (1964-1976).

- Les différences départementales.

Nous avons évoqué ci-dessus certaines différences territoriales. L'échelle en est le bassin couvert par une Agence de l'Eau. Cette échelle a été utilisée, au départ, pour des raisons de commodité, les données collectées provenant de ces agences comme nous l'avons signalé en début de chapitre. Descendre à l'échelle départementale est apparu nécessaire pour la raison suivante : c'est à ce niveau que se situent différents acteurs très importants en matière d'assainissement. Les services d'hygiène du milieu des D.D.A.S.S. contrôlent les rejets. Les Conseils Départementaux d'Hygiène sont obligatoirement consultés sur tous les projets d'élimination des eaux usées d'origine domestique et industrielle. Les D.D.A.F et D.D.E. sont très souvent les maîtres d'œuvre des stations. Les Services d'Assistance Technique à l'Exploitation des Stations d'Épuration (S.A.T.E.S.E.) sont chargés de la surveillance des stations et ont un rôle de conseil auprès des exploitants de stations d'épuration.

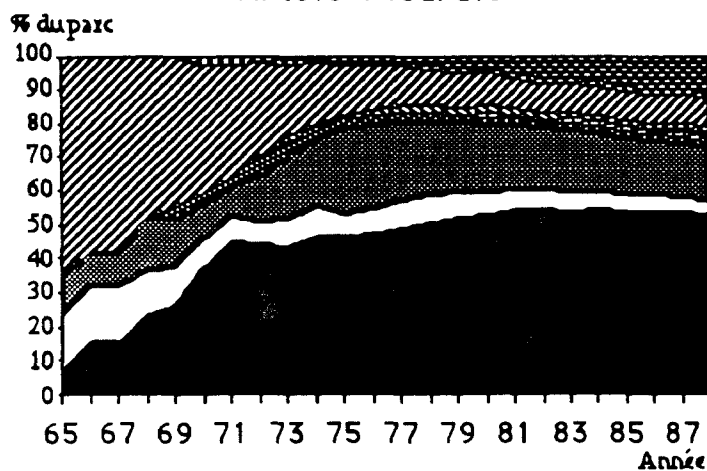
La carte 2 (cf. annexe 16) montre les disparités départementales en nombre de stations. Les départements du Centre, du Nord-Est, les Alpes et la Corse présentent moins d'installations que ceux de la région parisienne, de la région lyonnaise et du littoral. Ce sont logiquement les départements les moins peuplés, le plus souvent les moins industrialisés et les moins riches qui présentent le moins d'installations. Néanmoins, les communes de Paris et de la petite couronne sont desservies par trois très grosses unités seulement.

- Le changement de procédé dominant.

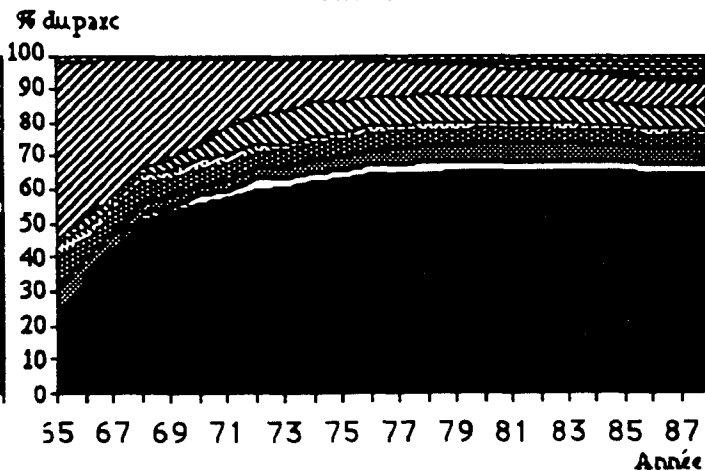
Le schéma ci-après, ainsi que les courbes en annexes 14 et 15, montrent que la première phase d'équipement en stations d'épuration est caractérisée, dans tous les bassins, par la modification de la hiérarchie des divers procédés existants en 1965. Fortement majoritaires début 1966, puisqu'ils représentaient environ 60% du parc français, les lits bactériens ne représentent plus que 14% du parc début 1989. Cette forte baisse du pourcentage est due au faible nombre de constructions de lits bactériens depuis 1965 alors même que la France fournissait un grand effort d'équipement comme indiqué ci-dessus.

Schéma 14 : Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration.

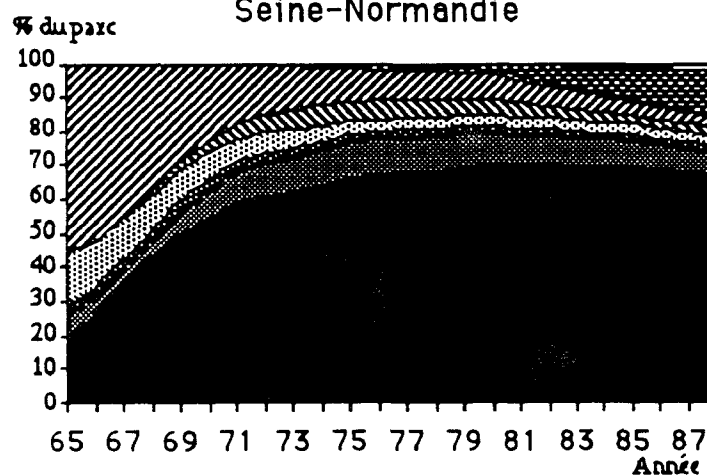
Artois-Picardie



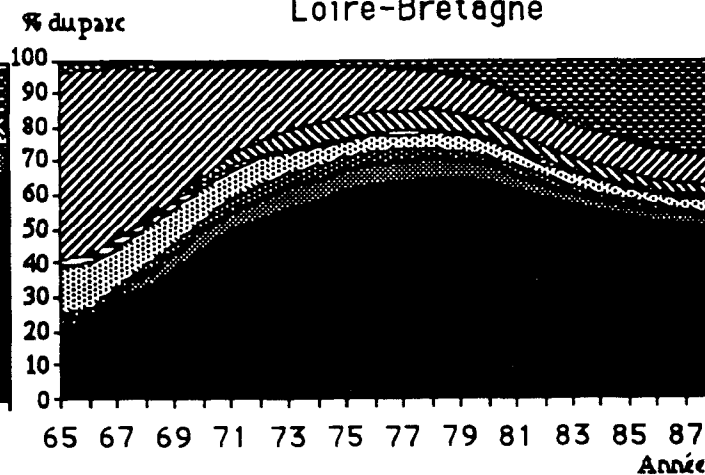
Rhin-Meuse



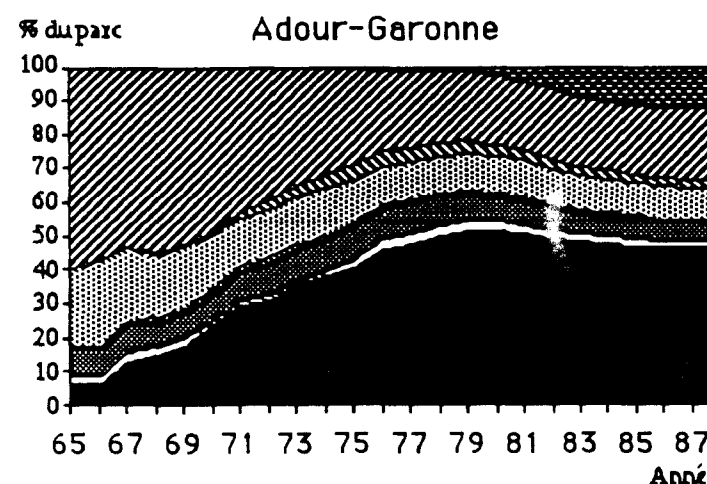
Seine-Normandie



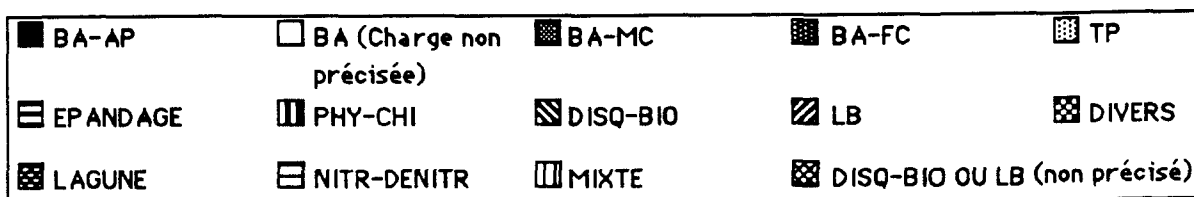
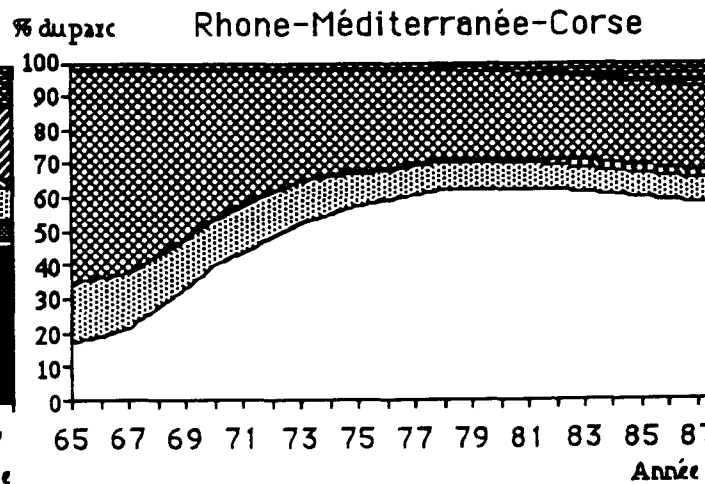
Loire-Bretagne



Adour-Garonne



Rhone-Méditerranée-Corse



- La généralisation des boues activées.

Les boues activées représentent la majorité des mises en service à partir de la fin des années 1960. Cette situation hégémonique se poursuit jusqu'en 1976, date à laquelle le nombre de constructions commence à baisser. En 1979, les boues activées représentaient près de 70% du parc français. La percée des lagunes que nous étudierons plus loin a engendré une baisse du pourcentage des boues activées qui, début 1989, se situait autour de 60%. C'est la filière boues activées-aération prolongée qui domine actuellement le parc (cf. tableau ci-dessous).

Tableau 50 : Évolution des boues activées-aération prolongée.

	1/1/1966		1/1/1970		1/1/1975		1/1/1980		1/1/1985		1/1/1989	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Artois-Picardie	1	6	7	26	45	47	96	52	142	54	160	53
Rhin-Meuse	11	22	54	53	153	63	246	65,6	290	65,6	311	65
Seine-Normandie	21	19	137	49	495	63,6	921	68,9	1072	68,9	1136	66,8
Loire-Bretagne	29	20,1	131	36,6	578	57,2	1235	63,8	1627	54,2	1771	49,5
Adour-Garonne	5	6,3	30	17	166	37,6	457	51,3	603	48	681	46
R-M-C (AP,MC,FC)	52	17	195	33,1	703	55,4	1286	62,4	1549	60,7	1644	57,2

% : pourcentage que représente l'effectif de la filière par rapport à l'effectif total du parc du bassin à la date précisée en tête de colonne.

Certaines différences régionales sont observables. Alors que la filière aération prolongée est fortement majoritaire en Rhin-Meuse et Seine-Normandie, puisqu'elle représente près des 2/3 des effectifs du parc, elle stagne autour de 54% en Artois-Picardie dès le début des années 1980. En Loire-Bretagne, après avoir représenté près des 2/3 des effectifs du parc à la fin des années 1970, elle n'en représente "plus que" 49,5 % au 1^{er} janvier 1989. Plus particulier encore est le cas d'Adour-Garonne où cette filière représente un peu plus de 50% des effectifs du parc début 1980 ; vient ensuite un léger tassement : ainsi cette technique atteint la proportion de 46% début 1989. Rhône-Méditerranée-Corse n'est pas analysable faute de données précises, mais globalement on observe aussi une régression des boues activées. La carte 3 (cf. annexe 16) permet de préciser les départements où les boues activées ont le plus de succès. Les départements où les boues activées représentent moins de 47% du parc sont essentiellement des départements ruraux du sud du Massif Central, des Alpes et de la Corse. La plupart des départements de la moitié nord de la France présentent plus de 70% de boues activées. Ces stations appartiennent, dans leur immense majorité, à la filière technique des boues activées-aération prolongée.

- La désuétude des lits bactériens.

Tableau 51 : Évolution des lits bactériens.

	1/1/1966		1/1/1970		1/1/1975		1/1/1980		1/1/1985		1/1/1989	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Artois-Picardie	11	64,7	12	44,4	17	17,7	19	10,3	23	8,8	26	8,6
Rhin-Meuse	26	52	30	29,7	31	12,7	34	9,1	34	7,7	35	7,3
Seine-Normandie	62	56	81	29	90	11,6	108	8,1	76	4,9	50	2,9
Loire-Bretagne	80	55,5	137	38,3	169	16,7	218	11,3	287	9,6	323	9
Adour-Garonne	48	60	93	52,8	140	31,7	187	21	261	20,5	314	21,4
R-M-C (LB+DB)	195	63,7	293	49,7	398	31,4	544	26,4	633	24,8	699	24,3

% : pourcentage que représente l'effectif de la filière par rapport à l'effectif total du parc du bassin à la date précisée en tête de colonne.

Ce tableau confirme que la filière boues activées s'est généralisée en "étouffant" sa rivale constituée avant 1965 par les lits bactériens¹. Dès le début 1970, cette filière ne représentait plus qu'un pourcentage inférieur à la moitié des effectifs des parcs des différents bassins, exception faite d'Adour-Garonne. Pour un bassin donné, la chute du pourcentage de cette filière a été d'autant plus forte que l'explosion des boues activées-aération prolongée y a été spectaculaire, comme le montrent Seine-Normandie et Rhin-Meuse. En revanche, ce procédé a bien résisté en Adour-Garonne. Il est également possible d'avancer que cette technique a aussi bien résisté en Rhône-Méditerranée-Corse. Il est cependant impossible de préciser l'ampleur de cette tendance pour ce dernier parc, étant donné que les disques biologiques ont été comptabilisés avec les lits bactériens et gonflent (sans doute légèrement) ces statistiques.

¹ Nos sources ne nous permettent pas de savoir dans combien de cas une boue activée-aération prolongée a remplacé un lit bactérien qui a été cassé.

La carte 4 (cf. annexe 16) met en évidence le fait que les lits bactériens rencontrent un bien plus grand succès dans le sud-ouest que dans le reste de la France (Rhône-Méditerranée-Corse exclu faute de données précises). La carte 5 (cf. annexe 16) montre que les filières lits bactériens et disques biologiques sont bien mieux représentées dans les départements de la moitié sud que dans les départements de la moitié nord.

- Le traitement primaire.

Tableau 52 : Évolution du traitement primaire.

	1/1/1966		1/1/1970		1/1/1975		1/1/1980		1/1/1985		1/1/1989	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Artois-Picardie	0	0	0	0	0	0	1	0,5	4	1,5	5	1,6
Rhin-Meuse	2	4	2	2	4	1,9	8	2,1	8	1,9	8	1,7
Seine-Normandie	17	15,3	25	9	34	4,4	45	3,4	51	3,2	47	2,8
Loire-Bretagne	20	13,9	38	10,6	55	5,4	86	4,4	105	3,5	118	3,3
Adour-Garonne	24	30	4	19,9	78	18	120	13,5	151	11,9	163	11,1
R-M-C	54	17,6	8	14,4	138	10,9	158	7,7	186	7,7	211	7,7

% : pourcentage que représente l'effectif de la filière par rapport à l'effectif total du parc du bassin à la date précisée en tête de colonne.

Cette filière est restée très minoritaire. On notera cependant, comme pour les lits bactériens, une différence entre le Nord et le Sud. Le bassin Adour-Garonne étant celui où le traitement primaire a le mieux résisté. En revanche, de telles installations restent pratiquement inexistantes en Artois-Picardie, Rhin-Meuse et Seine-Normandie.

La carte 6 (cf. annexe 16) permet l'observation suivante : les stations ne présentant qu'un traitement primaire sont surtout présentes dans les départements de la moitié Sud de la France à l'exception des zones littorales où de telles installations sont proscrites. Ainsi ce sont les départements des bassins Adour-Garonne et Rhône-Méditerranée-Corse où les traitements primaires sont les mieux représentés.

- Les disques biologiques : une diffusion manquée.

Mise à part celle de Rhône-Méditerranée-Corse, toutes les courbes situées en annexes 14 et 15 montrent l'apparition de la filière disque biologique dans la première moitié des années 1970. La diffusion très limitée de cette filière s'arrête complètement dès la deuxième partie de cette décennie et ceci pour les cinq bassins sans exception.

- La diffusion récente mais massive des lagunes.

Tableau 53 : Évolution des lagunes.

	1/1/1966		1/1/1970		1/1/1975		1/1/1980		1/1/1985		1/1/1989	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Artois-Picardie	0	0	0	0	1	1	7	3,8	13	7,3	32	10,5
Rhin-Meuse	1	2	1	1	2	1	8	2,1	23	5,2	36	7,5
Seine-Normandie	0	0	0	0	2	0,3	19	1,4	123	7,9	227	13,3
Loire-Bretagne	2	1,4	4	1,1	15	1,5	88	4,5	632	21,1	1001	28
Adour-Garonne	0	0	1	0,5	4	0,9	20	2,3	150	11,8	202	13,8
R-M-C	1	0,3	1	0,2	7	0,6	28	1,4	104	4,1	203	7,1

% : pourcentage que représente l'effectif de la filière par rapport à l'effectif total du parc du bassin à la date précisée en tête de colonne.

La filière technique des lagunes, pourtant très ancienne, n'a fait l'objet d'une forte diffusion qu'à partir des années 1977-1978. La caractéristique la plus spectaculaire de cette percée est l'inégalité de la répartition des lagunes sur le territoire. On constate, ainsi, une émergence plutôt timide dans les bassins Adour-Garonne et Rhin-Meuse alors que cette filière atteint 1001 unités (28% du parc) en Loire-Bretagne. Un autre chiffre donne un nouvel exemple de cette disparité : en 1986, la moitié des installations de ce type se situait sur dix départements. La carte 7 (cf. annexe 16) met très bien en évidence le fait que les départements appartenant aux bassins gérés par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne

présentent, en général, les plus forts taux de lagunes. Ces dernières sont plus rares dans la moitié Est de la France.

- Les traitements physico-chimiques.

Le dernier phénomène remarquable est la mise au point des traitements physico-chimiques. Cette technique, étudiée pour s'adapter rapidement aux brusques variations de charge ou de température, a surtout été diffusée dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Ce bassin disposait, début 1989, de plus d'une soixantaine de stations de ce type.

- Un parc relativement uniforme.

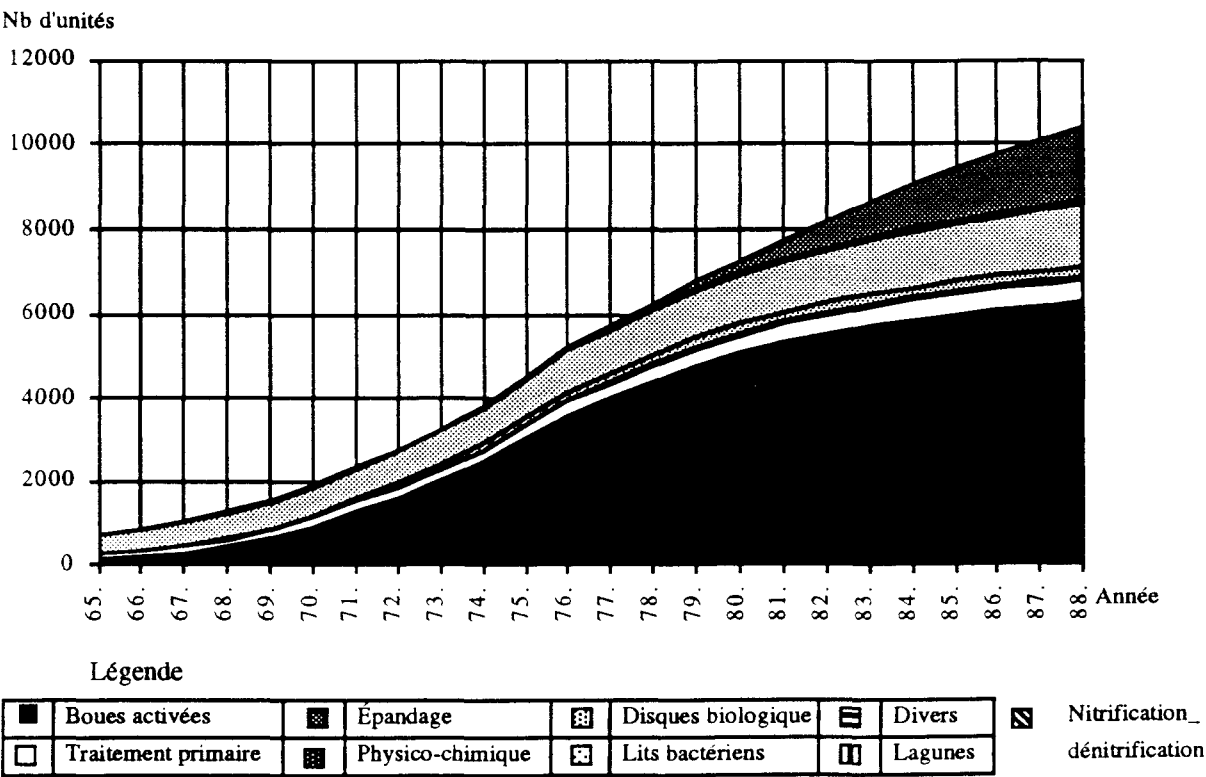
Le parc technologique français présentait donc une morphologie caractérisée par une certaine uniformité (cf. tableau ci après).

Tableau 54 : Techniques d'épuration utilisées.

Techniques	Nombre d'unités	% du parc
Boues activées	6.283	60,4
Traitement primaire	515	5
Épandage	30	0,3
Physico-chimique	70	0,7
Disque biologique	225	2,2
Lits bactériens	1.447	13,9
Divers	112	1,1
Lagunes	1.670	16,1
Nitrification-dénitrification	30	0,3
Total	10.382	100

L'évolution du parc français depuis 1965 a pu être reconstitué grâce à notre travail sur les fichiers des Agences de l'Eau.

Graphique 6 : Évolution des techniques d'épuration.



I-3) L'impact déterminant des normes non écrites.

I-3-1) Analyse des évolutions.

L'évolution des techniques d'épuration durant la décennie 70-80 a consisté en une généralisation des traitements secondaires correspondant à un allongement de la filière et en un changement de procédé dominant.

La généralisation des traitements secondaires semble en retard dans le bassin Adour-Garonne, ce qui s'explique par le sous-équipement initial de ce bassin. La nécessité d'un développement rapide du parc de stations et le potentiel limité d'investissements ont favorisé ces installations peu coûteuses.

- Boues activées-aération prolongée : les raisons d'un succès

La prédominance des boues activées-aération prolongée trouve ses origines dans l'excellente réputation acquise par ce procédé en ce qui concerne :

- son rendement épuratoire **théorique** élevé qui lui permet de répondre, "sur le papier" aux normes de rejet les plus strictes,
- la stabilité de ses boues qui en simplifie le conditionnement,
- le coût d'investissement qui est moindre par rapport aux lits bactériens, bien que le coût de fonctionnement soit plus élevé.

Cette hégémonie appelle cependant différentes questions : est-elle justifiée par un réel besoin en stations de grandes capacités présentant des performances élevées ? Ou est-elle un résultat d'un usage des acteurs engendrant une "mode" d'utilisation de cette filière sans justifications purement rationnelles du point de vue de la seule technique ?

Les courbes situées en annexe 21 retracent l'évolution du pourcentage des tranches de capacités des stations d'épuration communales dans les parcs des différents bassins français. Elles montrent que, mis à part les petits bassins Rhin-Meuse (486 stations communales début 1989) et Artois-Picardie (296 stations communales début 1989), les différents parcs renferment une majorité de petites stations de capacité inférieure à 1.000 équivalents-habitants. On ne peut donc expliquer la situation hégémonique des boues activées par une quelconque forte proportion de stations de grosses capacités. Par ailleurs, une analyse détaillée des *listing* fournis par les Agences de l'Eau nous a permis d'établir les courbes de l'évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français selon différentes tranches de capacité (cf. Annexes 15). De même, nous avons pu réaliser le tableau suivant.

Tableau 55 : Techniques d'épuration employées
pour les stations de petites capacités (état 1^{er} janvier 1989).

Tranche de capacité (ég-hab)	Bassin	Boues activées	Traitement primaire	Disques biologiques	Lits bactériens	Lagune	Divers	Total
]0-500]	Artois-Picardie	7 (30,4%)	4 (17,4%)	0 (0%)	0 (0%)	12 (52,2%)	0 (0%)	23 (100%)
	Adour-Garonne	163 (21,8%)	163 (21,8%)	22 (2,9%)	232 (31%)	167 (22,3%)	1 (0,1%)	748 (100%)
	Seine-Normandie	288 (55,5%)	32 (6,2%)	19 (3,65%)	19 (3,65%)	153 (29,5%)	8 (1,5%)	519 (100%)
	R-M-C	279 (32,4%)	158 (18,4%)	305 (35,5%)		97 (11,3%)	21 (2,4%)	860 (100%)
	Loire-Bretagne	453 (31,2%)	118 (8,1%)	55 (3,8%)	126 (8,7%)	681 (46,8%)	21 (1,4%)	1.454 (100%)
	Rhin-Meuse	42 (58,3%)	6 (8,3%)	4 (5,6%)	2 (2,8%)	18 (25%)	0 (0%)	72 (100%)
	Total France	1.232 (33,5%)	481 (13,1%)	784 (21,3%)		1.128 (30,7%)	51 (1,4%)	3.676 (100%)
]500-1000]	Artois-Picardie	11 (47,8%)	0 (0%)	1 (4,3%)	0 (0%)	10 (43,5%)	1 (4,3%)	23 (100%)
	Adour-Garonne	189 (57,3%)	20 (6,1%)	11 (3,3%)	56 (17%)	50 (15,2%)	4 (1,2%)	330 (100%)
	Seine-Normandie	283 (77,3%)	4 (1,1%)	11 (3%)	10 (2,7%)	54 (14,7%)	4 (1,1%)	366 (100%)
	R-M-C	384 (59,3%)	40 (6,2%)	176 (27,2%)		42 (6,5%)	6 (0,9%)	648 (100%)
	Loire-Bretagne	444 (57,1%)	20 (2,6%)	39 (5%)	63 (8,1%)	208 (26,7%)	4 (0,5%)	778 (100%)
	Rhin-Meuse	59 (66,3%)	0 (0%)	11 (12,4%)	10 (11,23%)	7 (7,9%)	2 (2,2%)	89 (100%)
	Total France	1.370 (61,3%)	84 (3,8%)	388 (17,4%)		371 (16,6%)	21 (0,9%)	2.234 (100%)

Le fait le plus marquant qui ressort de l'analyse du tableau ci-dessus et des courbes précitées est l'utilisation massive de boues activées pour les stations d'épuration de petites capacités. En effet, 33,5% des stations de moins de 500 équivalent-habitants et 61,3% des installations dont la capacité est comprise entre 501 et 1.000 équivalent-habitants sont des boues activées. Il existe certaines différences entre les bassins. Ce sont les bassins Rhin-Meuse et Seine-Normandie qui font le plus confiance à cette filière sophistiquée pour les petites capacités alors que le bassin Loire-Bretagne s'est plus orienté vers les lagunes et le bassin Adour-Garonne vers les lits bactériens et les installations n'assurant qu'un traitement primaire.

Ces petites stations à boues activées appartiennent, la plupart du temps, à des petites collectivités locales aux faibles moyens financiers et ne possédant pas de personnel suffisamment formé à la conduite de telles stations. Il est alors fort probable que ces installations soient mal gérées et qu'il en résulte des dysfonctionnements préjudiciables pour le milieu récepteur.

Bien que certains acteurs soient sensibilisés à cet inconvénient des boues activées, il n'en reste pas moins que la confiance en cette technique est très grande. Nous avons posé aux D.D.E., D.D.A.F., et Conseils Départementaux d'Hygiène la question suivante : "les stations du type des boues activées-aération prolongée ne présentent-elles pas certains inconvénients ?". Cette question très (trop) orientée poussait les acteurs interrogés à rechercher les défauts et non les qualités de cette technique. Elle permet néanmoins de montrer qu'une certaine prise de conscience des différentes limites de cette filière (cf. tableau ci-après).

Tableau 56: Les principales difficultés rencontrées dans l'exploitation des boues activées
aération prolongée selon différents acteurs départementaux.

	Acteurs travaillant en		
	D.D.A.F. ¹	D.D.E. ²	C.D.H. ³
Le coût d'exploitation est élevé.	31 (39,7%)	18 (28,6%)	6 (14,3%)
Son exploitation est difficile (remise en cause de la technique elle-même et non du personnel).	20 (25,6%)	13 (20,6%)	22 (52,4%)
Le volume de boue généré pose de gros problèmes de gestion.	12 (15,4%)	8 (12,7%)	10 (23,8%)
Cette filière ne supporte pas les brusques variations de charge.	11 (14,1%)	7 (11,1%)	1 (2,4%)

La question posée aux S.A.T.E.S.E. était moins orientée, moins directive : "Comment expliquez-vous le fait que la part de la filière boues activées soit si importante au niveau national ?".

Tableau 57 : Causes du succès de la filière boues activées d'après les techniciens des S.A.T.E.S.E.⁴

		Nb de techniciens de SATESE ayant répondu la proposition citée en colonne 2	%
Explications mettant en avant les qualités techniques intrinsèques des boues activées.	Le rendement épuratoire est excellent.	59	72,8
	Le coût d'investissement est relativement faible.	14	17,3
	Les stations de ce type sont fiables.	7	8,6
	Les stations de ce type sont souples.	6	7,4
Explications ne suggérant pas que les causes du succès sont dues aux qualités techniques intrinsèques des boues activées.	Le succès des boues activées est dû à une question de mode.	24	29,6
	La construction d'une boue activée est plus rentable pour les constructeurs.	10	12,3
	Le dispositif est connu et maîtrisé par la majorité des techniciens.	6	7,4
	La complexité de cette filière justifie le rôle du technicien.	6	7,4

Les explications mettant en avant les qualités techniques intrinsèques de la filière sont le plus fréquemment utilisées. Le rendement épuratoire est, en effet, l'argument qui a joué le plus en faveur des boues activées. C'est plus particulièrement la question de la pollution azotée qui a été déterminante. Il est très facile d'obtenir à l'aide d'une boue activée un abattement important de ce type de pollution. Ce n'est pas le cas pour les lits bactériens. La lutte contre la pollution azotée a été inscrite aux plans des Agences de l'Eau en 1975 mais la sensibilisation des professionnels à ce problème a eu lieu dès le début des années 1970.

Ces avantages ayant assuré la percée des boues activées-aération prolongée, la multiplication de ces installations a été amplifiée grâce au processus cumulatif classique de diffusion de l'information ou de l'innovation. Nous rejoignons ici les explications selon lesquelles ce succès est une question de mode (cf. tableau ci-dessus). Mais il est vrai que choisir une station d'un type connu permet non seulement de se prémunir contre les risques d'échec, mais aussi facilite le travail de conception et de recherche d'information.

Les boues activées-aération prolongée ont donc, selon cette logique, été considérées comme le procédé de référence. Enfin l'École Nationale de la Santé Publique de Rennes n'a pu qu'amplifier encore ce mouvement en réservant une large place à ce procédé dans son enseignement.

Les facteurs économiques ont aussi eu leur rôle dans le succès des boues activées. Au moment du lancement des grands programmes d'épuration, le prix de l'électricité présentait une baisse sensible et continue. Une baisse des coûts de fonctionnement semblait donc prévisible. Cependant il y a eu, au départ, sous-estimation des consommations d'électricité par rapport à la réalité.

¹ 78 techniciens et ingénieurs travaillant en D.D.A.F. ont retourné un questionnaire exploitable. Les pourcentages sont calculés par rapport à ce chiffre.

² 63 techniciens et ingénieurs travaillant en D.D.E. ont retourné un questionnaire exploitable. Les pourcentages sont calculés par rapport à ce chiffre.

³ 42 membres des C.D.H. ont retourné un questionnaire exploitable. Les pourcentages sont calculés par rapport à ce chiffre.

⁴ 81 techniciens et ingénieurs travaillant en S.A.T.E.S.E. ont retourné un questionnaire exploitable. Les pourcentages sont calculés par rapport à ce chiffre.

Enfin, les constructeurs ont plus d'intérêt à réaliser une boue activée qu'une autre station. En effet, ils calculent leurs marges bénéficiaires sur l'équipement électromécanique, non sur le génie civil. Ce sont les boues activées qui présentent la proportion la plus importante de ce type d'équipement (FAUDRY D. 1985).

- Boues activées moyenne et forte charge : une diffusion limitée.

Les boues activées moyenne charge et forte charge se limitent à l'épuration des grandes agglomérations, leur coût par habitant étant inférieur à celui des boues activées-aération prolongée. Il ne faut cependant pas oublier que ces quelques grandes stations traitent, en fait, la pollution d'une très grande proportion d'habitants. De très gros efforts de Recherche-Développement sur ces filières sont donc réalisés par les constructeurs.

- La relative désuétude des lits bactériens.

Parallèlement au succès des boues activées-aération prolongée, les lits bactériens étant de moins en moins fréquemment construits, la publicité, l'information entraînée par les mises en service de telles installations s'est faite de plus en plus rare, amplifiant ainsi "l'oubli" de cette technique.

Toutefois, l'oubli ne suffit pas pour expliquer la faible proportion de cette technique ni pour expliquer que l'on ait remplacé certaines stations de ce type par des boues activées, notamment dans le bassin Seine-Normandie (cf. chapitre méthodologie). Il est indéniable que cette filière souffre d'une mauvaise image de marque parmi une partie des professionnels de l'eau français. Nous avons posé aux D.D.E., D.D.A.F. et Conseils Départementaux d'Hygiène la question suivante : "les lits bactériens sont-ils dépassés ?".

La formulation pousse à répondre par la négative, ce que 112 techniciens sur 183 (61,2%) ont fait, mais la justification de leur réponse montre que les arguments donnés en faveur de cette technique sont rarement mis en avant.

Tableau 58 : Opinions des agents des D.D.E., D.D.A.F. et C.D.H. sur les lits bactériens.

		Acteurs travaillant en		
		D.D.A.F. ¹	D.D.E. ²	C.D.H. ³
Arguments défavorables aux lits bactériens	La conduite de ce type de station est difficile.	6 (7,7%)	2 (3,2%)	3 (7,1%)
	Le coût d'investissement est fort.	5 (6,4%)	5 (7,9%)	2 (4,8%)
	Les lits bactériens ne permettent pas de traiter l'azote.	0	5 (7,9%)	4 (9,5%)
	Leur rendement épuratoire est insuffisant.	10 (12,8%)	6 (9,5%)	3 (7,1%)
Arguments favorables aux lits bactériens.	Le coût d'exploitation est faible.	12 (15,4%)	7 (11,1%)	7 (16,7%)
	La conduite de ce type de station est facile	10 (12,8%)	10 (15,9%)	4 (9,5%)

Par ailleurs, nous avons posé la question suivante aux S.A.T.E.S.E. : "La filière des Lits Bactériens était prédominante, au niveau national, à la fin des années soixante. Pour quelles raisons cette filière n'occupe-t-elle plus que 16,3% du parc national de stations d'épuration communales ?"

¹ 78 techniciens et ingénieurs travaillant en D.D.A.F. ont retourné un questionnaire exploitable. Les pourcentages sont calculés par rapport à ce chiffre.

² 63 techniciens et ingénieurs travaillant en D.D.E. ont retourné un questionnaire exploitable. Les pourcentages sont calculés par rapport à ce chiffre.

³ 42 membres des C.D.H. ont retourné un questionnaire exploitable. Les pourcentages sont calculés par rapport à ce chiffre.

Tableau 59 : Opinions des agents des S.A.T.E.S.E.¹ sur les lits bactériens.

		Nb de SATESE ayant répondu la proposition citée en colonne 2	%
Explications mettant en avant des défauts intrinsèques de la technique des lits bactériens	Les boues activées présentent beaucoup plus de qualités techniques que les lits bactériens.	8	9,9
	Le coût d'investissement est fort.	24	29,6
	Les lits bactériens ne permettent pas de traiter l'azote.	26	32,1
	Leur rendement épuratoire est insuffisant.	37	45,7
Explications ne mettant pas en avant des défauts intrinsèques de la technique des lits bactériens	Les constructeurs sont moins gagnants sur la construction d'un lit bactérien que sur la construction d'une boue activée.	8	9,9
	Les lits bactériens ont été étouffés par les boues activées dont le succès n'est qu'une question de mode.	14	17,3

Il est à noter la présence de deux avis opposés concernant l'exploitation des lits bactériens. Les arguments mettant en avant sa difficulté sont contraires à de nombreux textes techniques ou normatifs, avis d'experts et de techniciens qui présentent cette filière comme étant nettement plus rustique que les boues activées. En fait, les acteurs qui tiennent ces propos sont d'ardents partisans des lagunes et il semble qu'ils ne voient pas dans les lits bactériens un concurrent des boues activées à un niveau de capacité se situant autour de 2.000 équivalents-habitants, mais un concurrent des lagunes au niveau des très faibles capacités qui, il est vrai, demandent encore moins d'entretien.

Le coût d'investissement, le rendement épuratoire théoriquement moindre de celui des boues activées ainsi que le problème du traitement de la pollution azotée sont les principales raisons de la mauvaise image de marque de cette filière. Notons cependant qu'il est possible de traiter l'azote avec des lits bactériens mais avec un autre dimensionnement que celui pratiqué actuellement en France. Cependant, le fait que cette technique vieillissait bien et son faible coût de fonctionnement ont milité dans certains bassins pour la réhabilitation des anciennes stations de ce type dont les investissements étaient déjà amortis. Les cas particuliers de Rhône-Méditerranée-Corse et d'Adour-Garonne mettent en évidence l'existence de différences dans les attitudes des acteurs responsables des choix techniques selon les régions, différences que nous allons tenter de décrire en analysant les innovations exposées précédemment.

Tableau 60 : La maîtrise d'oeuvre des lits bactériens en bassin Adour-Garonne.

Organisme maître d'oeuvre	Nb de stations suivies par l'organisme	Nb de lit bactériens construits	% de lits bactériens par rapport au nb total de stations suivies par l'organisme
D.D.A.F.	753	166	22
D.D.E.	414	82	19,8
Privés	296	66	22,3

Au regard du tableau ci-dessus, on ne peut affirmer que la bonne tenue des lits bactériens en Adour-Garonne soit due à tel ou tel maître d'oeuvre. Jean Lassalle-Michel, de la Sous-Direction Pollution Assistance Technique de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, nous a précisé que cette technique d'épuration a longtemps été "proposée" aux petites collectivités par les maîtres d'oeuvre pour des raisons de facilité d'exploitation, d'entretien et d'économie d'énergie.

La "résistance" des lits bactériens en Rhône-Méditerranée-Corse est évoquée dans un récent rapport de Chantal Aspe où il est précisé que l'A.R.P.E. est très favorable à cette technique (ASPE C., 1988). L'A.R.P.E., Agence Régionale Pour l'Environnement, est un établissement public de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Il regroupe les Services d'Assistance Technique aux Stations d'Épuration. Cet établissement stipule, dans ses critères d'intervention financière que, pour les projets de construction de stations de moins de 3.000 équivalents-habitants, seules seront prises en compte les filières rustiques, sauf cas particulier. Les boues activées sont donc condamnées par l'A.R.P.E. à cause de leur forte consommation d'énergie et de la nécessité d'employer, pour la conduite des installations, des personnels qualifiés, ce qui reste impossible pour la plupart des petites villes de moins de 3.000 habitants. La politique de l'environnement défendue par l'A.R.P.E. repose sur une philosophie d'économie d'énergie.

¹ 81 techniciens et ingénieurs travaillant en S.A.T.E.S.E. ont retourné un questionnaire exploitable. Les pourcentages sont calculés par rapport à ce chiffre.

Cet organisme a donc logiquement favorisé les lits bactériens pour les collectivités locales les plus petites. La création de normes non écrites au niveau du bassins, déjà constatée au niveau des techniques de test de réception, est, ici, à nouveau confirmée.

- L'échec d'une innovation.

L'échec de la diffusion des disques biologiques s'explique par la très mauvaise réputation acquise par cette filière suite aux premières réalisations de ce type de stations : "l'axe casse, le rendement épuratoire n'est pas celui attendu" tels étaient les reproches faits à cette technique... Cet échec est dû, en premier lieu, à des défauts de dimensionnement. Les bases de dimensionnement utilisées pour construire les disques biologiques en France sont divisées par un facteur quatre par rapport à celles utilisées en Bavière¹ ("berceau" des disques biologiques). Ceci permettait d'abaisser les coûts et de faire des offres compétitives mais a contribué à discréditer ce procédé, cependant très efficace en cas de respect de bases de dimensionnement.

L'échec de cette filière n'a pu qu'être accentué par le fait que celle-ci ne pouvait pas occuper une place dans le marché des deux grands constructeurs. La technique des disques biologiques ne s'applique qu'aux très petites capacités. La Compagnie Générale des Eaux comme la Société Lyonnaise des Eaux ne construisent pratiquement pas de stations en dessous de 5.000 équivalents-habitants. Elles n'ont donc pas mené d'actions de Recherche-Développement concernant cette technique.

L'essai de diffusion est dû à des constructeurs de moyenne importance qui ont commencé par occuper le marché des petits lotissements privés. En raison de l'absence de personnel qualifié, ces premiers disques biologiques n'ont bénéficié d'aucune gestion ni de maintenance. Les arrêts étaient donc fréquents. Or dès qu'un disque ne tourne plus, les bactéries fixées ne se développent plus que d'un côté du tambour induisant ainsi un phénomène de balourd qui, par la suite, empêche le bon fonctionnement de la station. Ajoutées aux handicaps précédents, ces pannes, engendrées en fait par une absence de gestion, ont conféré une réputation détestable à cette filière dont la diffusion s'est arrêtée dès la fin des années 1970.

- La technique la plus ancienne diffusée récemment.

C'est seulement vers la fin de la décennie 1970-1980 que l'on assiste au démarrage timide du lagunage bien que ce procédé d'épuration soit l'un des plus anciens.

Les principaux avantages de cette filière sont :

- un très faible coût d'investissement,
- la simplicité de fonctionnement,
- la forte capacité d'amortissement des variations de charge,
- son efficacité face à la charge bactériologique (prise en compte dans les zones de baignade ou de conchyliculture), est meilleure de celle des boues activées.

Les inconvénients présentés par les lagunes sont cependant importants :

- les rendements épuratoires sont moins bons que ceux des boues activées pour les paramètres couramment pris en compte (les matières en suspension notamment),
- le lagunage naturel nécessite environ dix fois plus de place que les stations classiques.

Mais le développement du lagunage a aussi été limité par des facteurs non liés à ses qualités et inconvénients techniques au sens strict du terme. Le lagunage, en concurrençant directement les stations d'épuration de faible capacité, menaçait une part de ce marché. Enfin, cette filière ne bénéficie pas d'une aura de modernisme, bien au contraire. L'installation d'une lagune n'est donc pas rentable pour l'image de marque du décideur.

La montée du lagunage a néanmoins lieu à partir les années 1976-1978. Elle est liée au constat suivant :

- les stations de petites collectivités rencontraient de grosses difficultés de fonctionnement.

¹ D'après entretien avec Monsieur Denis Ballay, Directeur de l'E.N.G.R.E.F.

- leurs coûts d'investissement et de fonctionnement étaient disproportionnés.

Des textes, à l'initiative du ministère de l'agriculture, ont alors favorisé les lagunes pour cette part du marché ; en particulier la circulaire DA/SG 1.5.050 du 15 juin 1976 affirmait que la "tendance qui consistait à réaliser pour les petites collectivités des installations de traitement inspirées de celles des grandes villes a conduit trop souvent à des déboires techniques et financiers". Parallèlement, le Ministère de la Santé accordait une reconnaissance officielle à ce procédé par la circulaire du 10 juin 1976 relative à l'assainissement des agglomérations et à la protection sanitaire des milieux récepteurs et redéfinissait des "normes de qualité d'effluents traités" adaptées à ce procédé (cf. chapitre 3 I-1). Ainsi, devant la nécessité de favoriser une technique rustique, les acteurs ont modifié une norme écrite. Il y donc eu un effet-retour des conséquences des choix techniques passés sur la réglementation.

Un phénomène intéressant est à souligner sur le processus de diffusion des lagunes. Quelques déconvenues ont eu lieu lors des premières constructions de ce type de stations. En effet, par un trop grand souci d'économie, certaines lagunes ont été mises en place sans étude préalable de la mécanique du sol. Dans plusieurs cas, des mouvements du sol ont eu lieu. L'eau usée s'infiltrant dans le sol directement, l'efficacité de ces installations était réduite à néant. Mais, à l'inverse du cas des disques biologiques, ces échecs initiaux n'ont pas nuit à la diffusion des lagunes. Il est vrai que cette dernière technique a bénéficié de gros efforts de Recherche-Développement soutenus par le C.E.M.A.G.R.E.F, conscient de l'intérêt de cette technique pour l'assainissement des petites communes rurales.

La filière lagunage naturel a cependant fait l'objet d'une diffusion plus modérée dans les bassins Rhin-Meuse et Rhône-Méditerranée-Corse. Comme nous l'avons précisé précédemment, la caractéristique la plus spectaculaire de cette percée est l'inégalité de sa répartition sur le territoire. Ainsi, en 1986, sept départements disposaient de plus de quarante lagunes, la moitié des installations se situait sur dix départements. On peut être tenté d'expliquer ces différences en mettant en avant les exigences du milieu récepteur, fortement variables selon les régions. Cette hypothèse est sans doute précipitée. Il suffit, pour se convaincre des limites de cet argument, de relever qu'au début de l'année 1989, le lagunage est pratiquement absent dans certains départements comme les deux Corses, les Pyrénées Atlantiques, et les Pyrénées Orientales, où la protection du littoral aurait pu justifier, au moins, quelques installations. En revanche on observe que des conditions géologiques et pédologiques *a priori* défavorables ne sont pas un obstacle à la construction de lagunes sur la côte aquitaine sableuse. Certes, la présence, sur un département, d'industries, de zones à forte densité de population, ou d'un relief accidenté, est un facteur négatif pour l'implantation d'une lagune, ce qui explique en partie ces disparités territoriales. Cependant, parmi les départements où il n'existait pratiquement aucune installation de ce type début 1989, certains, comme le Cantal, l'Ariège et la Meurthe-et-Moselle ne présentent pas une forte pression foncière... loin de là. Ce phénomène montre surtout qu'il ne faut pas négliger le rôle de l'influence des habitudes des prescripteurs dont l'attitude peut être motivée par une expérience, bonne ou mauvaise, d'une technique sans être pour autant rationnelle. La production de normes non écrites au niveau local est donc essentielle; cependant, l'influence des grands corps d'ingénieurs, en particulier celle des ingénieurs du Génie Rural des Eaux et des Forêts, n'est pas étrangère au succès des lagunes. Rappelons que c'est le C.E.M.A.G.R.E.F qui a promu un type de lagune naturelle assez particulier comprenant trois bassins en série occupant 1 ha de plan d'eau pour 1.000 équivalents-habitants.

Toutefois, le facteur de diffusion le plus important est le suivant : la France a réalisé la plus grosse partie de son équipement en matière de stations d'épuration avant 1980, la baisse de la demande observée le confirme. Lors de la première phase d'équipement (1970-1980), priorité a été donnée aux plus grandes collectivités locales, vu l'importance de la pollution engendrée. Ces grandes villes avaient la possibilité d'investir d'assez grands moyens dans une station. La deuxième phase (1980-1989) est plutôt celle de l'équipement des zones jugées non prioritaires précédemment, c'est-à-dire les petites collectivités locales où le lagunage est bien adapté. C'est aussi une phase de perfectionnement des stations d'épuration déjà existantes par la mise en place d'un traitement tertiaire, le lagunage a été utilisé là aussi pour ses qualités.

On observe une plus large diffusion de la filière lagunage aéré dans le bassin Seine-Normandie. Cette technique consiste à favoriser l'aération à l'aide de turbines de surface. Ce principe permet d'augmenter la profondeur du premier bassin et donc de réduire la surface de la "station". Le bassin Seine-Normandie, qui regroupe les départements proches de Paris, présente, par conséquent, des prix de terrain au mètre carré plus élevés que dans les bassins "ruraux" tels que Adour-Garonne, et a donc vu cette filière être privilégiée. Le moindre ensoleillement au nord de la Loire a aussi conduit à privilégier cette filière par rapport au lagunage naturel qui, lui, repose uniquement sur le phénomène de photosynthèse.

Il semble que les professionnels prennent maintenant quelques distances par rapport aux procédés de lagunage. Afin d'évaluer l'état actuel de la confiance des acteurs dans les lagunes, nous avons posé la question suivante aux S.A.T.E.S.E. et C.D.H. : "Pratiquement inexistantes avant 1975, les lagunes occupent aujourd'hui plus de 16% du parc français de stations d'épuration communales. Comment expliquez-vous une telle confiance ? Ce succès récent est-il vraiment justifié par les performances de cette filière ?".

Aux D.D.A.F., nous avons demandé : "Plus récemment, c'est le lagunage qui a surtout été installé au niveau des petites communes rurales. Quels sont, selon vous, les avantages et inconvénients de cette technique ?".

Ces interrogations ont entraîné les avis favorables et défavorables suivants.

Tableau 61 : Opinions sur les lagunes formulées par des acteurs appartenant aux D.D.A.F., S.A.T.E.S.E et aux C.D.H.

		Acteurs travaillant en		
		D.D.A.F. ¹	D.D.E. ²	C.D.H. ³
Arguments favorables aux lagunes.	L'entretien est facile.	15 (19,2%)	25 (39,7%)	17 (40,5%)
	Les coûts d'exploitation et d'investissement sont très faibles.	36 (46,2%)	38 (60,3%)	18 (42,9%)
	Filière rustique particulièrement adaptée au milieu rural.	21 (26,9%)	29 (46%)	8 (19%)
	Filière réagissant très bien aux brusques variations de charge.	17 (21,8%)	11 (17,5%)	4 (9,5%)
Arguments défavorables aux lagunes.	Les lagunes présentent des problèmes d'étanchéité.	16 (20,5%)	6 (9,5%)	2 (4,8%)
	Cette technique nécessite beaucoup trop de surface.	10 (12,8%)	11 (17,5%)	2 (4,8%)
	Les lagunes sont mal entretenues par les communes.	25 (32,1%)	4 (6,3%)	0
	Le rendement épuratoire est insuffisant.	17 (21,8%)	21 (33,3%)	0

Les réponses données montrent que les lagunes jouissent encore d'une très bonne image de marque auprès des acteurs. La facilité d'entretien, la rusticité, et la bonne tenue face aux brusques variations de charge de cette technique bon marché sont toujours très appréciées des professionnels. On observe cependant une forte proportion d'acteurs critiques vis-à-vis de cette technique. Les problèmes d'étanchéité qui n'ont pourtant pas nui à la diffusion massive de ce type de stations constituent une préoccupation importante en particulier au niveau des ingénieurs des D.D.A.F. Les difficultés liées à la surface et au rendement épuratoire qui avaient très longtemps bloqué la diffusion des lagunes sont certes citées, mais la proportion d'acteurs interrogés émettant ce type de réserves est relativement restreinte :

- 23 techniciens (12,6% des acteurs qui ont répondu) citent les problèmes liés à la surface,
- 38 acteurs (21%) mettent en avant la question du rendement épuratoire.

Un nouveau problème semble être apparu après la diffusion des lagunes : celui de leur entretien par les communes. L'entretien consiste en :

- un dégrillage (une intervention par semaine) ;
- l'entretien des digues et des macrophytes (cela représente un à deux jours de travail une fois par an) ;
- l'élimination des flottants une fois par semaine. Ces flottants se rassemblent sous l'effet des vents dans un coin de la lagune. Ils sont à mettre en décharge de même que les résidus de dégrillage ;
- l'élimination des lentilles d'eau. Il se peut que le bassin se couvre de lentilles d'eau qui limitent la pénétration de la lumière. L'élimination de ces lentilles peut se faire par racleage de la surface du plan d'eau ;
- la démoustication éventuelle dans le cas des lagunes à macrophytes ;
- un curage du premier bassin qui doit avoir lieu tous les 5 à 10 ans. Il faut cependant un curage partiel à proximité du point d'introduction de l'effluent tous les deux à trois ans. Les bassins secondaires doivent

¹ 78 techniciens et ingénieurs travaillant en D.D.A.F. ont retourné un questionnaire exploitable. Les pourcentages sont calculés par rapport à ce chiffre.

² 63 techniciens et ingénieurs travaillant en D.D.E. ont retourné un questionnaire exploitable. Les pourcentages sont calculés par rapport à ce chiffre.

³ 42 membres des C.D.H. ont retourné un questionnaire exploitable. Les pourcentages sont calculés par rapport à ce chiffre.

subir un curage tous les 15-20 ans ;
- un maintien d'une tranche d'eau à peu près constante hors saison.

Si le curage des bassins n'est pas réalisé, les performances de la station chutent de manière spectaculaire au bout d'une dizaine d'années. C'est donc à la fin des années 80, dix ans après le début du succès des lagunes, que ces problèmes sont apparus comme majeurs aux yeux de certains. Une part de la responsabilité de cet état de fait revient aux promoteurs des lagunes. Bien des prescripteurs ont présenté cette technique comme une panacée face aux problèmes de conduite des stations d'épuration des petites collectivités. Ainsi, beaucoup de communes ne connaissent pas l'importance des curages et les déboires qui en découlent risquent fort de nuire à la réputation de technique rustique des lagunes.

- Les innovations récentes.

*** La nitrification-dénitrification biologique.**

C'est le bassin Seine-Normandie qui a été le siège du début de diffusion de la filière nitrification-dénitrification biologique. Ces stations sont, en fait, des boues activées bien particulières nécessitant des bases de dimensionnement plus importantes. Réponses au problème de la pollution des nitrates, elles ne sont cependant pratiquement pas encore observées sur les autres bassins. Il est vrai que cette filière apparaît encore en France comme un luxe que seules peuvent financer l'Agence de l'Eau et les collectivités locales les plus riches. Autre facteur induisant le démarrage de cette innovation dans ce bassin : c'est la région parisienne qui a organisé plus tôt et mieux le contrôle de l'efficacité de ces stations car c'est là que les problèmes de pollution des eaux par les rejets d'égout ont été d'abord ressentis. L'avance constatée s'explique donc aussi par une sensibilisation plus grande des professionnels de l'eau vis-à-vis de la teneur en nitrates des rejets de stations d'épuration. Enfin il ne faut pas négliger le fait que les producteurs d'eau potable de la région parisienne, qui sont aussi des constructeurs de stations d'épuration, aient de plus en plus de difficultés à fournir aux parisiens une eau répondant aux normes en ce qui concerne la pollution nitratée.

*** Les traitements physico-chimiques.**

Leur mise au point a été rendue nécessaire par les problèmes rencontrés au niveau des stations d'épuration des zones touristiques, les traitements biologiques s'adaptant très mal aux variations saisonnières et, pour les stations de montagne, au froid hivernal. Le procédé physico-chimique consiste essentiellement en une coagulation-floculation des colloïdes par adjonction de réactifs, suivie d'une décantation. Déjà utilisé pour l'épuration des effluents industriels et la potabilisation de l'eau, ce procédé a été transféré à l'épuration des eaux urbaines en raison de son adaptabilité aux variations de charge et de température. L'utilisation de nouveaux décanteurs lamellaires a permis un important gain de place, très appréciable en zone touristique où la pression foncière est toujours très forte.

D'autre part, ce procédé est plus efficace qu'une station classique pour traiter la pollution microbienne... Hélas il n'y a pas de norme chiffrée sur ce paramètre qui puisse sanctionner cette efficacité particulière. En revanche, la pollution par les phosphates, que cette filière traite aussi avec de bons résultats, est prise en compte dans les normes de rejet depuis 1980 et dans l'assiette des redevances de pollution de certaines agences depuis 1982. Il n'est cependant pas évident que ces modifications de réglementation et de taxation des rejets aient favorisé la filière physico-chimique car la voie de la déphosphatation biologique, elle aussi très prometteuse, lui a été préférée.

La diffusion de ce type de stations a commencé en 1977, suite aux expérimentations menées par l'Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, très fortement soutenue par le ministère de l'environnement.

Concernant le processus d'innovation, on constate pour les traitements physico-chimiques, des mécanismes similaires à ceux observés avant la diffusion des lagunes. Premièrement, il a fallu vaincre les réticences des constructeurs suscitées par le moindre coût d'investissement mais aussi par la faiblesse des débouchés prévisibles. Ces obstacles n'ont pu être vaincus que par l'action du Ministère Chargé de l'Environnement dont le souci était de trouver une solution au problème d'assainissement du littoral. Deuxièmement, la réglementation a dû être modifiée pour que le procédé ne soit pas pénalisé. L'arrêté interministériel du 13 mai 1975 fixant les conditions techniques des autorisations de rejets, modifié par

l'arrêté du 6 janvier 1977 du Ministère Chargé de la Qualité de la Vie, décale légèrement et reformule les valeurs limites du niveau de qualité des rejets habituellement exigées. Ces modifications ont eu lieu pour que le procédé puisse atteindre les normes avec des coûts de réactifs raisonnables.

On constate cependant que cette filière n'a jamais été diffusée de manière massive, elle dépasse à peine la soixantaine d'unités début 1989 sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse. En effet, si l'investissement est moindre que celui des stations biologiques, son fonctionnement est beaucoup plus coûteux, à cause de l'emploi des réactifs. D'autre part, son rendement pour la DBO₅ est un peu inférieur aux autres procédés.

Malgré certaines différences selon les bassins et les départements, l'équipement français s'est plutôt fait sous le mode de l'uniformité, la principale tendance des choix techniques restant la construction d'une boue activée quel que soient les besoins du milieu récepteur et les moyens en personnel qualifié des collectivités concernées. Il y a bien eu changement de pratique, mais il a lui-même été réalisé sous le mode de l'uniformité. La seule technique du lagunage a été diffusée en réponse aux problèmes spécifiques des collectivités rurales, les techniques d'épandage ou les Lits bactériens n'ont pas fait l'objet d'une nouvelle diffusion d'une importance notable. Ainsi, une certaine évolution rompant quelque peu avec l'approche classique a bien eu lieu mais elle reste bien moins spectaculaire que dans les domaines des réseaux d'assainissement. La pérennité de l'approche classique nous est confirmée par les réponses apportées à nos enquêtes. En fait, nous allons le voir maintenant, la pratique française, caractérisée par la construction massive de stations du type boues activées, n'a pu être que favorisée par les usages et présumées techniques ayant cours chez les différents acteurs de l'eau.

I-3-2) Résultats d'enquêtes : des exemples de présupposés techniques favorables aux filières d'épurations complexes.

L'idée selon laquelle la construction de stations reste une urgence continue à être majoritaire chez certains acteurs fort influents sur les choix techniques du fait des postes qu'ils occupent.

Tableau 62 : Réponse des professionnels sur la priorité à donner à la construction de nouvelles stations d'épuration.

Acteurs appartenant aux	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	Pas de réponse	Autre	Total
D.D.E.	13 (20.6%)	37 (58.7%)	9 (14.3%)	2 (3.2%)	2 (3.2%)	0	63 (100%)
D.D.A.F.	11 (14.7%)	46 (61.3%)	13 (17.3%)	0	3 (4%)	2 (2.7%)	75 (100%)
S.A.T.E.S.E.	8 (9.9%)	29 (35.8%)	32 (39.5%)	3 (3.7%)	9 (11.1%)	0	81 (100%)
C.D.H.	4 (9.5%)	21 (50%)	11 (26.2%)	1 (2.4%)	4 (9.5%)	1 (2.4%)	42 (100%)
Grandes villes	48 (18.6%)	18 (7%)	28 (10.9%)	98 (38%)	58 (22.5%)	8 (3.1%)	258 (100%)
Communes rurales	17 (10.4%)	9 (5.5%)	19 (11.7%)	61 (37.4%)	56 (34.4%)	1 (0.6%)	163 (100%)
Total	101 (14.8%)	160 (23.5%)	112 (16.4%)	165 (24.2%)	132 (19.4%)	12 (1.8%)	682 (100%)

En raisonnant sur l'ensemble des acteurs, on constate que les personnes considérant que la construction de nouvelles stations est une priorité ne représente qu'une minorité (38,3%). Cependant, les acteurs favorables à la construction de nouvelles stations ont un très grand poids sur les choix techniques.

Comme pour la construction de nouveaux réseaux et pour les mêmes raisons, on note un décalage entre la perception de la situation par les personnes appartenant aux services départementaux et celles des services techniques des villes. Les premières jugent la construction de nouvelles stations urgente avec une nuance pour les membres des S.A.T.E.S.E. Les agents chargés de l'aide aux exploitants de stations sont moins demandeurs d'installations nouvelles que les autres acteurs des services départementaux. Les agents des communes déjà équipées trouvent logiquement une telle construction inutile. Les membres des D.D.E., D.D.A.F. et Conseils Départementaux d'Hygiène ont une très grande influence sur les choix techniques effectués dans leur département. Les deux premières institutions détiennent la police des eaux et assurent un rôle de conseil technique auprès des collectivités locales. Elles assurent souvent la maîtrise d'ouvrage des travaux d'assainissement sur délégation des collectivités. Les Conseils Départementaux d'Hygiène donnent un avis sur les projets d'assainissement des collectivités et différentes subventions

sont subordonnées à l'obtention d'un avis favorable de cet organisme.

Nous avons vu en quoi l'équipement français était loin d'être dramatiquement insuffisant en terme d'unités de traitement et par quel mécanisme l'utilisation du taux de dépollution pouvait entraîner une surévaluation des besoins en la matière. Les affirmations des différents acteurs doivent donc être pris avec une extrême prudence. Elles n'en constituent pas moins une confirmation supplémentaire de l'existence d'une approche caractérisée par la mise en oeuvre d'une politique volontariste d'équipements en infrastructures lourdes. L'émergence d'une demande de gestion, d'entretien et de fiabilisation du patrimoine actuel n'en n'existe pas moins. Les professionnels de l'eau sont, on l'a vu, très alertés par le manque de fiabilité des réseaux. Il en est de même pour les stations d'épuration comme le montrent les réponses à la question "Améliorer la fiabilité des stations existantes constitue-t-il une priorité ?".

Tableau 63 : Réponse des professionnels sur la priorité à donner aux actions visant à améliorer la fiabilité des stations d'épuration existantes.

Acteurs appartenant aux	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	Pas de réponse	Autre	Sans objet	Total
D.D.E.	25 (49,7%)	28 (44,4%)	7 (11,1%)	0	3 (4,8%)	0	0	63 (100%)
D.D.A.F.	31 (41,7%)	28 (37,3%)	9 (12%)	1 (1,3%)	4 (5,3%)	2 (2,7%)	0	75 (100%)
S.A.T.E.S.E.	25 (30,9%)	44 (54,3%)	9 (11,1%)	1 (1,2%)	2 (2,5%)	0	0	81 (100%)
C.D.H.	13 (31%)	22 (52,4%)	4 (9,5%)	1 (2,4%)	2 (4,8%)	0	0	42 (100%)
Grandes villes	34 (13,2%)	54 (20,9%)	29 (11,2%)	51 (19,8%)	88 (34,1%)	2 (0,7%)	0	258 (100%)
Communes rurales	6 (6,3%)	15 (15,8%)	13 (13,7%)	31 (32,6%)	30 (31,6%)	0	68 ¹	95 (100%)
Total	134 (21,8%)	191 (31,1%)	71 (11,6%)	85 (13,8%)	129 (21%)	4 (0,7%)	68 ¹	614 (100%)

La différence de perception de la situation entre les acteurs des services départementaux et ceux de l'échelon municipal observée pour les autres questions est ici aussi présente. Les principales causes de dysfonctionnement mises en avant par les acteurs appartenant aux S.A.T.E.S.E., Conseils Départementaux d'Hygiène et de communes sont les suivantes:

Tableau 64 : Causes de dysfonctionnement des stations d'épuration communales.

	Nb de professionnels ayant cité cette cause			
	S.A.T.E.S.E.	C.D.H.	Grandes villes	Communes rurales ²
Pb causés par les eaux claires parasites	23 (28,4%)	23 (47,9%)	58 (22,5%)	20 (21,1%)
Pb liés aux boues (relargage, devenir)	34 (42%)	7 (14,6%)	17 (6,7%)	5 (5,3%)
Pb de conception et de dimensionnement	22 (27,2%)	5 (10,4%)	12 (4,7%)	7 (7,4%)
Surcharge	24 (29,6%)	9 (18,8%)	35 (13,6%)	3 (3,2%)
Vétusté des installations	12 (14,8%)	5 (10,4%)	16 (6,2%)	4 (4,2%)
Pb d'entretien	16 (19,8%)	12 (25%)	0	0

Comme pour les réseaux, les communes ne citent pas les problèmes d'entretien comme cause de dysfonctionnement des stations d'épuration, cela revenant à s'autocritiquer.

Les causes de dysfonctionnements évoquées sont à rapprocher de la forte proportion de stations appartenant à la filière boue activée. Ces installations sont bien plus sensibles aux eaux claires parasites et aux surcharges qu'un lit bactérien ou une lagune. Par ailleurs, elles posent bien plus de problèmes de relargage des boues et leur conduite ainsi que leur entretien sont relativement délicats et nécessitent un personnel hautement qualifié.

La faiblesse de l'impact des normes écrites sur les choix techniques est confirmé par l'analyse des évolutions du parc technologique d'épuration. Les facteurs économiques et présumés techniques paraissent bien plus déterminants. Par ailleurs, la France a développé des pratiques locales assez variables selon les territoires couverts par les Agences de l'Eau et par les administrations départementales. Ce dernier phénomène est révélateur de la production de normes non écrites au niveau du bassin et du département.

¹ Les communes pour lesquelles la question est sans objet (absence d'équipements collectifs d'assainissement) n'ont pas été prises en compte pour le calcul des pourcentages.

² Les communes pour lesquelles la question est sans objet (absence d'équipements collectifs d'assainissement) n'ont pas été prises en compte pour le calcul des pourcentages.

II) LA SITUATION ALLEMANDE.

II-1) Évolution des normes écrites et textes de références (Karl Imhoff, 1932 - entretien avec Monsieur Aldick).

II-1-1) Le livre de référence du Docteur Karl Imhoff.

Les pratiques d'épuration allemandes ont débuté bien plus tôt qu'en France. La première station d'épuration du continent européen a été construite à Francfort en 1881. La première station de type boue activée¹ du continent a été construite en 1921 par le docteur Karl Imhoff² dans la vallée de la Ruhr. Nous avons déjà évoqué les travaux de ce dernier en matière de réseaux mais son apport fut encore plus important en matière de stations. L'équipement en stations d'épuration de l'Allemagne de l'avant et de l'après-guerre a été fortement marqué par la philosophie de cet expert dont l'autorité, nous l'avons vu, a dépassé les frontières. L'ouvrage sur l'assainissement et l'épuration écrit par le docteur Karl Imhoff en 1928, remis périodiquement à jour par lui puis par son fils le Professeur Klaus Imhoff³, est le livre de référence de tous les techniciens. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une norme écrite à proprement parlé, l'impact, en termes d'uniformisation et de rationalisation des pratiques d'épuration, de cet ouvrage est supérieur à celui de la commission "Caquot" en matière de réseaux d'assainissement français (entretiens avec différents techniciens municipaux allemands).

La première étape de la construction d'une station est, selon cet ouvrage, l'analyse des eaux à épurer. En 1928, le Docteur Karl Imhoff estimait que les eaux usées ordinaires d'une ville allemande avec une consommation d'eau de 150 litres par habitant, contiennent en moyenne, pour une durée de 24 heures, les quantités de matières ci-après.

Tableau 65 : Quantités de matières des eaux usées ordinaires d'une ville allemande avec une consommation d'eau de 150 litres par habitant (Karl Imhoff, 1928).

	Minérales (mg/l)	Organiques (mg/l)	Totales (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)
Matières en suspension	120	300	420	160
Séparables par décantation	90	200	290	100
Non séparables par décantation	30	100	130	60
Matières dissoutes	300	150	450	140
Total	420	450	870	300

Les analyses réalisées avant construction de la station étaient les suivantes :

- détermination volumétrique des matières en suspension décantables,
- la demande biologique en oxygène sur cinq jours.

Les recommandations du Docteur Karl Imhoff relatives au degré d'épuration à prévoir sont marquées par une approche différenciée selon la fragilité du milieu. Il précise, en effet, que la station à prévoir diffère selon le pouvoir auto-épurateur du cours d'eau récepteur.

"Dans quelle mesure doit-on épurer l'eau usée avant de la déverser dans un cours d'eau ? La réponse à cette question dépend des conditions de temps et de lieu et de diverses autres. Un cours d'eau peut se débarrasser des matières qui polluent en les détruisant ou en les entraînant. Dans la plupart des cas, ces deux phénomènes interviennent dans l'auto-épuration. La destruction biologique est particulièrement importante. Un cours d'eau contient de très nombreux organismes vivants, grands ou microscopiques, animaux ou végétaux. La somme de tous les phénomènes alimentaires de ces organismes correspond à une transformation des matières polluantes en de nouveaux corps comparables à ceux que l'eau du fleuve contenait à l'origine. L'entraînement mécanique des eaux usées par l'eau du fleuve a pour effet principal d'activer les phénomènes précédents. L'eau usée, transportée dans toutes les directions, est, en effet intimement mélangée à l'eau fraîche du cours d'eau, les matières entraînées sont réparties

¹ Le procédé des boues activées a été inventé et mis au point en 1914 par deux jeunes chimistes anglais, Edward Ardern et William Lockett (Boutin P., 1986).

² Alors président de la Ruhrverband.

³ Président actuel de la Ruhrverband et d'ATV.

sur une plus grande surface, les sédiments sont entraînés par les crues. L'effet de ces processus sur les eaux usées déversées dépend notamment de la durée d'écoulement. Le cours d'eau a généralement recouvré sa pureté initiale au bout d'environ sept jours d'écoulement." (Karl Imhoff, 1932).

Se basant sur l'hypothèse selon laquelle "les boues polluent bien plus un cours d'eau qu'une même quantité de matières dissoutes", le docteur Karl Imhoff donnait la priorité au traitement primaire, le traitement biologique paraissant alors presque un luxe.

"Il est très important d'établir de bonnes installations de décantation même pour les eaux de pluie et de les exploiter avec soin. Un cours d'eau transforme aisément les matières fermentescibles dissoutes pourvu qu'on lui laisse le temps nécessaire. Pour cette raison, des bassins de retenue qui augmentent la durée d'écoulement sont avantageux quand on peut, par une bonne décantation, éviter les dommages résultant du dépôt des boues. Pour la même raison, les procédés d'épuration biologiques qui se limitent à la destruction des matières dissoutes ne présentent pas, et de très loin, la même importance que de bons bassins de décantation pour maintenir un cours d'eau en état de propreté. Lorsqu'on veut agrandir une installation de décantation qui ne suffit pas, il faut d'abord la compléter par des bassins de décantation des eaux de pluie avant de se décider à réaliser une épuration biologique par exemple par lits bactériens ou bassins de boues activées." (Karl Imhoff, 1932).

II-1-2) Bases de dimensionnement.

Les stations allemandes ont, dès le début du siècle, été dimensionnées selon la règle suivante : le débit que peuvent traiter les installations d'épuration doit être égal à deux fois le débit de temps sec. Il est quelquefois (assez rarement) égal à trois fois le débit de temps sec. Le débit de pointe de temps sec est généralement compté sur 14 heures.

L'équivalent-habitant allemand est fixé à 200 l/j d'eau usée. L'estimation allemande de la pollution pour un équivalent-habitant est différente de celle ayant cours en France. On estime en Allemagne qu'un équivalent-habitant rejette 60 g/j de Demande Biologique en Oxygène sur cinq jours (DBO₅), 120 g/j de Demande Chimique en Oxygène (D.C.O.) (soit 80 de Matières Oxydables), 70 g/j de Matières En Suspension (MES), 13 g/j de Matières Azotées (MA) et 3,5 g/j de Matières Phosphorées (MP) par jour, alors qu'en France un équivalent-habitant correspond à 57 g/j de matières oxydables (MO), 90 g/j de MES, 15 g/j de MA, 4 g/j de MP. Si l'on ne prend pas garde à cette différence et que l'on compare une station française de X équivalents-habitants français avec une station allemande de X équivalents-habitants allemands, les installations allemandes visant à traiter les Matières Oxydables paraîtront automatiquement très largement sur-dimensionnées par rapport aux installations françaises.

Avant la mise en place de bassins de pollution, pour une dilution supérieure à deux, "l'excès" du mélange d'eaux usées et pluviales était évacué sans passer par la station. Néanmoins très tôt, des bassins d'eau de pluie ont été utilisés en tête de station. Une partie de "l'excès" est alors traitée par ces bassins, les boues brutes sont, la pluie terminée, envoyées avec l'eau de pluie retenue dans le canal d'arrivée à la station. Ces bassins sont vides par temps sec. Lorsque l'Allemagne n'était pas équipée en bassins de pollution, ils servaient de bassins de retenue pour les courtes pluies dans la mesure où les déversoirs d'orage ne fonctionnaient pas.

Dans un premier temps, ce sont uniquement les installations de décantation primaire qui traitaient un débit égal au double du débit par temps sec puis, à partir des années 1970, ce sont les étages biologiques des stations qui ont été dimensionnés selon cette règle.

Actuellement, les bases de dimensionnement des boues activées (stations les plus utilisées actuellement) sont normalisées par la "feuille de travail" A 131 d'A.T.V.¹.

Les principes généraux sont les suivants :

- le moindre coût doit être recherché,
- la durée d'aération doit être suffisante pour que les boues ne perdent pas de leur activité,
- le brassage des eaux usées doit être intensif,

¹ Nous ne détaillerons pas les normes des dimensionnement des autres filières, moins utilisées. Les principes de dimensionnement pour les cultures fixées sont donnés par la "feuille de travail" ATV A 135 et par ATV A 201 pour les lagunes.

- la vitesse d'écoulement au fond des bassins doit être comprise entre 15 cm/s pour les boues peu chargées et 30 cm/s pour les boues chargées,
- la réduction maximale des nuisances sonores, olfactives, visuelles... doit être recherchée.

La version d'A 131 antérieure à février 1991 stipule que le débit que doit traiter la station est le suivant :

$$Q_m = 2 \cdot Q_t$$

avec Q_m = débit d'eau que doit traiter la station et Q_t débit de temps sec.

La version la plus récente d'A 131 (février 1991) donne une autre formule :

$$Q_m = 2 \cdot Q_s + Q_f$$

avec Q_m = débit d'eau que doit traiter la station (en m^3/h),
 Q_f = moyenne annuelle des arrivées d'eaux parasites par temps sec (en m^3/h),
 Q_s = pointe journalière d'arrivée d'eaux usées (en m^3/h).

La pointe journalière d'arrivée d'eaux usées Q_s doit être calculée grâce à la formule suivante :

$$Q_s = \frac{24}{x} \cdot Q_h + \sum_1^n \frac{24}{a_g} \cdot \frac{365}{b_g} \cdot Q_g + \sum_1^n \frac{24}{a_i} \cdot \frac{365}{b_i} \cdot Q_i$$

Avec :

x = taux horaire/nombre d'habitants (ex 14,16, 18 heures),
 Q_h = arrivée journalière des zones résidentielles et des petites entreprises (m^3/h),
 a_g = temps de travail/jour (8 h/j) pour les activités artisanales,
 a_i = temps de travail/jour (8 h/j) pour les activités industrielles,
 b_g = nombre de jours de production par an pour les activités artisanales,
 b_i = nombre de jours de production par an pour les activités industrielles,
 Q_g = moyenne journalière des apports d'eaux usées pour les activités artisanales (m^3/h),
 Q_i = moyenne journalière des apports d'eaux usées pour les activités industrielles (m^3/h),

Pour déterminer le volume des bassins d'aération on se base sur t_{TS} , l'âge des boues (en jours). Il est donné par la formule suivante :

$$t_{TS} = \frac{TS_{BB} \cdot V_{BB}}{Q_{US} \cdot TS_{US} + Q \cdot TS_e}$$

Avec :

TS_{BB} = teneur en matières sèches dans le bassin (kg/m^3),
 V_{BB} = volume utile du bassin (m^3),
 Q_{US} = débit des boues activées en excès par jour (m^3/j),
 Q = entrée d'eau usée par jour (m^3/j),
 TS_e = teneur en matière sèche à la sortie du décanteur secondaire (g/m^3).

L'âge des boues à fixer varie selon les objectifs, comme le montre le tableau ci-après.

Tableau 66 : Age des boues en fonction des objectifs.

Objectif	Capacité	
	< 20.000 eq-hab	> 100.000 eq-hab
Pas de nitrification	5	4
Nitrification	10	8
Nitrification - Dénitrification (température = 10°C)		
$V_D/V_{BB} = 0.2$	12	10
$V_D/V_{BB} = 0.3$	13	11
$V_D/V_{BB} = 0.4$	15	13
$V_D/V_{BB} = 0.5$	18	16
Nitrification - Dénitrification et stabilisation des boues	25	Pas recommandé

V_D/V_{BB} = Volume utile pour la dénitrification / Volume utile du bassin.

Nous avons pu noter une différence avec la France assez importante au niveau de la philosophie de conception des stations. Alors que l'on semble se tourner en France de plus en plus vers une automatisation des différents ouvrages, toutes les commandes tendant à être centralisées dans une seule salle de commande, de nombreux experts allemands et, parmi ceux-ci les membres de la Ruhrverband, refusent cette approche et construisent des stations dont les commandes sont le plus proche possible des ouvrages. L'opérateur doit se rendre sur place pour actionner ces commandes. La justification de cette approche allemande décentralisée est la même que celle, centralisée, en France, à savoir la sécurité, mais alors que l'automatisation est révélatrice d'une méfiance, sinon d'une défiance, à l'égard de la fiabilité humaine, la décentralisation des commandes s'appuie, elle, sur les techniciens en les obligeant à aller "se rendre compte sur place" des effets des différentes manœuvres pour pouvoir ensuite réagir très rapidement en cas de problème. Cette dernière approche nécessite un personnel plus important, ce qui n'est pas sans conséquence sur les coûts de fonctionnement des stations allemandes. Il convient de souligner que toutes les stations nouvelles sont maintenant construites avec double circuit, ce qui permet de réaliser des interventions sur un des deux circuits sans que la station ne soit totalement mise hors service.

Pour conclure ce chapitre relatif aux normes écrites, revenons sur les valeurs maximales admises qui ont été décrites lors de la description générale des différents acteurs et institutions de l'assainissement en Allemagne (cf. chapitre II-3-1), pour rappeler leur extrême sévérité. Son application interdit l'utilisation de tout procédé actuellement connu autre que les boues activées pour les installations de plus de 5.000 équivalents-habitants et risque donc d'engendrer une homogénéisation du parc de stations d'épuration sans pour autant que soient réellement pris en compte les besoins du milieu récepteur local dans les choix techniques. Nous allons voir maintenant quel parc technologique cette approche allemande a produit.

II-2) Les évolutions des pratiques d'épuration.

II-2-1) Les pratiques engendrées par les recommandations du Docteur Imhoff.

L'application de l'approche préconisée par le docteur Karl Imhoff a conduit, dans l'Allemagne de la première moitié du XX^{ème} siècle, à la construction d'un parc technologique d'épuration caractérisé avant tout par la généralisation d'installations assurant un traitement primaire.

Les installations de tamisage seules étaient utilisées le long des grands fleuves comportant de fortes dilutions. Le principal avantage de ces installations était leur faible encombrement. Elles ont été néanmoins peu utilisées car leur rendement épuratoire est faible en comparaison de celui des bassins de décantation. Le docteur Karl Imhoff se montrait très réticent face à ce procédé dès 1928, d'autant plus que la nature des matières retenues provoque des nuisances olfactives si on ne les évacue pas immédiatement.

Les séparateurs d'huile ont été utilisés très tôt dans un but de protection de l'installation d'épuration. En revanche, les bassins de dessablement n'étaient utilisés que dans des stations d'épuration importantes et seulement lorsqu'elles desservaient un réseau d'évacuation unitaire. La forme conique était proscrite au profit d'un fond plat et ces dispositifs étaient conçus dans le but d'éviter que le sable déposé

ne soit mélangé aux boues d'égout organiques. A cette fin, la section des bassins à sable (largeur, profondeur) était déterminée de manière que la vitesse moyenne soit de l'ordre de 0,30 m/s. Dans les petites installations, une vitesse légèrement plus importante était parfois utilisée. En effet, le courant d'eau n'a qu'une faible force d'entraînement, du fait de son petit débit.

La formule la plus utilisée pour calculer la section des bassins de dessablement était la suivante :

$$\text{Section (m}^2\text{)} = \frac{\text{Débit (m}^3\text{/s)}}{\text{Vitesse (0,3m/s)}}$$

Les bassins de décantation utilisés sont traversés par l'eau d'égout en direction horizontale ou ascendante. La profondeur du bassin est considérée comme absolument indifférente. Les durées de séjour ne sont pas prises en compte pour le calcul de ces bassins.

Pour le calcul de la superficie, la formule suivante était utilisée :

$$\text{Superficie (m}^2\text{)} = \frac{\text{Débit (m}^3\text{/heure)}}{\text{Vitesse minimum de précipitation (m/h)}}$$

Les bassins de décantation à deux étages furent les plus employés. Dans ce type d'installation, sous le bassin de décantation proprement dit, est disposée une fosse à boues. La boue descend continuellement et automatiquement du premier dans la seconde. Mais un dispositif de séparation particulier empêche le retour dans le bassin de décantation proprement dit des bulles de gaz et des boues qui remontent. En général, la fosse à boue était calculée pour une accumulation de deux mois. Elle sert alors de fosse de digestion. Ces bassins de décantation et de digestion comportant deux étages sont les "fosses Imhoff". C'est en effet le directeur de la Ruhrverband qui a mis ces bassins au point en évitant, dans la plus large mesure possible, l'écoulement des eaux usées à travers la fosse à boue. Les bassins de décantation à deux étages dont une partie notable de l'eau usée s'écoulait à travers la fosse de digestion (au moins un cinquième), étaient dénommés les "bassins Travis". Leur utilisation a été abandonnée dès le premier quart du XX^{ème} siècle car l'eau usée putréfiée, expulsée de la fosse de digestion, corrompt l'effluent de la décantation.

D'autres techniques de traitement primaire, encore plus rustiques, étaient utilisées. Ainsi, les bassins de remblaiement étaient des bassins en terre traversés par les eaux usées. La boue demeure où l'eau la dépose. Le bassin était remblayé jusqu'au moment où il était entièrement comblé et où un autre bassin était construit. Ils étaient construits d'une dimension aussi grande que possible sans aucun calcul. Les installations d'épuration fluviales, elles, sont des retenues dans les cours d'eaux. Il en existe encore notamment dans la vallée de la Ruhr. Leur utilisation dans des cours d'eau très pollués a conduit à certains déboires techniques car elles retiennent les boues putrescibles et favorisent en été la décomposition générale des eaux de retenue. Pour une pollution réduite, cette technique rustique constituait un excellent mode d'épuration grâce à l'augmentation du pouvoir auto-épurateur provoqué par l'augmentation de la durée d'écoulement et des surfaces libres pour l'absorption de l'air et l'action de la lumière. La boue de ces installations était évacuée par des crues ou régulièrement par des dragues. Elles étaient réalisées sans aucun calcul.

Les procédés biologiques étaient recommandés par le docteur Karl Imhoff uniquement lorsqu'il était établi que les moyens mécaniques ne suffisaient pas. Néanmoins ils ont été utilisés en Allemagne bien plus tôt que dans les autres pays du continent européen.

Les champs d'épandage ont été utilisés sur des sols sablonneux avec une nappe assez basse. D'une manière générale il était prévu un hectare pour 250 habitants. Cette surface était considérablement diminuée grâce à une décantation préalable. On déversait alors les eaux de 500 à 1.000 habitants sur un hectare. Ces règles n'étaient utilisées que lorsque l'exploitation des champs d'épandage reposait sur la valorisation agricole des eaux usées. Dans le cas contraire la charge était bien plus grande. Il s'agit alors de filtration par le sol. On épure alors les eaux de 2.500 à 3.000 habitants sur un hectare de terrain.

Les lits bactériens sont constitués de matériaux empilés choisis pour leur résistance aux intempéries (pierres, mâchefer). Pour les lits de petite dimension, des lattes de bois croisées étaient également utilisées. La quantité moyenne de matériaux utilisée par mètre cube d'eau usée (effluent de temps sec) à épurer quotidiennement est de 1,4 m³. Cette base n'était pas utilisée en cas d'eau très concentrée, la quantité de matériaux des lits était alors d'au moins 130 litres par habitant.

Les lacs et étangs à poissons utilisés dès le début du siècle en Allemagne sont encore utilisés comme moyens de finition dans les nouvelles stations allemandes de grandes et moyennes importances. Dans les installations anciennes, les eaux étaient préalablement débarrassées de leurs matières décantables par une décantation poussée. En cas de décantation défailante, les boues se déposaient au fond du lac et se décomposaient l'été. Le fait que l'on y implantait ou non des poissons (carpes et tanches) ne rajoutait rien à l'épuration. Cette solution était employée quand l'on disposait de grandes étendues de terrains qui ne conviennent pas à l'épandage. La superficie nécessaire est de un hectare par 2.000 habitants. La profondeur des étangs est de 0,5 à 1 mètre.

C'est le Docteur Karl Imhoff qui a importé le procédé des boues activées en Allemagne. Ce procédé avait été mis au point en 1914 par Ardern et Lockett en Angleterre. Cinq grands types de bassins ont été utilisés lors des premières réalisations :

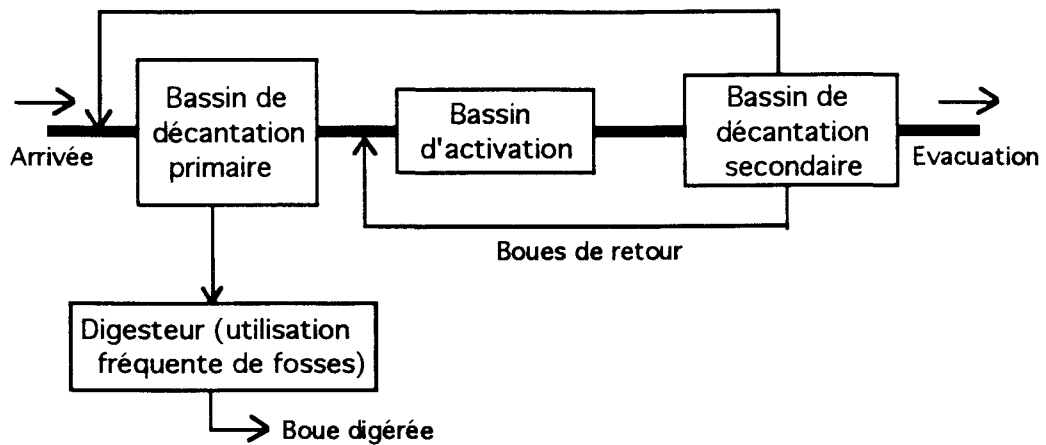
- le bassin à air insufflé où l'air insufflé est réparti uniformément par des plaques filtrantes ou diffuseurs,
- les canaux Haworth sont des canaux serpentant, allongés et étroits, de 1 à 1,5 mètre de profondeur, dans lesquels l'eau mélangée à la boue activée coule à une vitesse de 0,5 m/s. L'air n'est absorbé que par la surface de l'eau usée. L'eau est mise en mouvement par des roues à aubes dont le battement augmente les contacts de l'air et de l'eau. La construction de ces installations était très simple. Cependant, l'aération y est moins bonne et la durée de séjour devait donc y être augmentée en conséquence. Elle est de quinze heures environ pour des eaux usées moyennes. La superficie nécessaire est environ 10 fois celle des bassins à air comprimé.
- Roue Bolton (Procédé Simplex) : il s'agit de bassins à fond pyramidal dans le milieu desquels est placé un tuyau vertical portant une roue centrifuge. La roue provoque la remontée de l'eau et de la boue et les répartit en fines gouttelettes à la surface. Le contenu d'un bassin est entièrement pompé toutes les vingt minutes. Le temps de séjour utilisé est d'environ quinze heures.
- Bassin Kessener : l'agitation et l'aération de l'eau sont assurées par une brosse cylindrique tournant autour d'un axe horizontal et placée sur un grand côté du bassin. Ce cylindre qui tourne très rapidement projette l'eau usée à la surface du bassin comme c'est le cas avec la roue Bolton. Cette conception, très simple, était utilisée pour les petites installations.
- Les bassins mixtes avec agitateurs mécaniques et insufflations d'air sont des bassins allongés de trois mètres de large et de trois mètres de profondeur munis d'un dispositif d'agitation d'axe parallèle à l'axe longitudinal des bassins. L'agitateur fait sept tours par minute. L'air comprimé est insufflé par un grand côté du bassin. Le sens des bulles d'air montant est donc opposé au sens du mouvement de l'eau. Ce n'est pas l'air qui assure l'agitation de l'eau. La consommation d'air n'atteint donc que 1 m³ par m³ d'eau usée ce qui permet une réduction notable de la consommation d'énergie. Les durées d'activation utilisées sont de six heures pour des eaux moyennes et de trois à quatre heures pour des eaux usées très diluées.

Dans les bassins de décantation secondaire, les cultures libres de bactéries, appelées boues activées, qui ont été ajoutées à l'eau usée en sont séparées par décantation. Les bassins à fond pyramidal et à mouvement ascendant ont été utilisés dans la plupart des cas. Les techniciens ont, dans ces cas, tablé sur un temps de séjour du mélange d'eau et de boue compris entre une heure et une heure et demi. Dans les grandes installations, la construction de nombreux bassins pyramidaux étant trop onéreuse, les bassins plats avec racleur de boues ont alors été utilisés. Le temps de séjour utilisé pour le dimensionnement de ces ouvrages est alors de deux à trois heures.

Après des bassins de décantation sont placées des pompes à boues qui évacuent les boues activées aussitôt que possible après leur décantation. La plus grande partie des boues retourne aux bassins d'aération comme "boue de retour".

En résumé les boues activées utilisées ont toujours été construites selon un schéma classique qui n'a pas varié (cf. schéma ci-après).

Schéma 15 : Schéma de principe d'une boue activée.



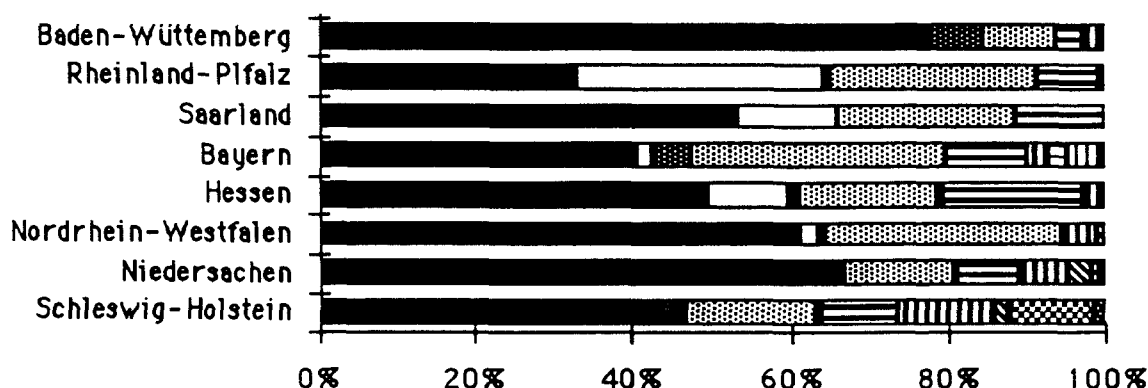
Les boues activées dont le principe était connu dès le début du XX^{ème} siècle n'ont cependant été mises au point que tardivement (Boutin P.- 1986). Des procédés réellement fiables n'ont existé qu'à la fin des années soixante. Aussi, en 1928, le Docteur Karl Imhoff mettait les professionnels de l'eau en garde contre les inconvénients de ce procédé : *"Le procédé des boues activées n'est compatible qu'avec une épuration parfaite des eaux usées. Lorsque l'on veut diminuer les dépenses en réduisant la durée d'aération ou la consommation d'air comprimé, la boue surchargée perd de son activité. Toute installation cesse alors d'épurer au bout d'un temps très court, si l'on ne prend pas soin de réactiver la boue malade dans des bassins spéciaux. Mais cette opération demande tant de temps que le procédé n'est pas économique."* Il préconisait alors la voie suivante : *"Lorsque l'épuration biologique totale n'est pas nécessaire et qu'une épuration partielle suffit, le procédé des boues activées peut-être appliqué ainsi : on se borne à épurer complètement une partie des eaux usées dans une installation plus petite et on évacue directement le reste des eaux usées immédiatement après la décantation préliminaire en les mélangeant avec l'épuration biologique totale."* Cela permettait, en fait, de conserver un flux de pollution à peu près constant.

Les lits immergés ont été très fréquemment utilisés. Ils permettent une épuration biologique complète au moins aussi rapide que les installations à boues activées mais ils sont plus chers car le coût des matériaux immergés qui constituent les lits s'ajoute aux coûts de construction des bassins dont les dimensions sont les mêmes. Néanmoins, ce procédé a connu un certain succès pour son principal avantage qui est sa facilité d'adaptation à n'importe quel degré d'épuration biologique partielle. Des bassins de lits immergés établis pour une durée d'aération d'une heure seulement permettent un rendement sur la DBO₅ égale à la moitié au moins de celle que réaliserait une boue activée complète en six heures. La consommation d'air est alors de 3 m³ par m³ d'eau usée. L'autre avantage pour lequel ce procédé a connu un certain succès est sa rapidité de mise en marche. Les lits immergés sont mis en marche en deux jours, alors qu'il en fallait dix pour les bassins de boues activées et trente pour les lits bactériens. Leur temps de récupération après une pollution industrielle toxique est donc bien plus rapide.

Le docteur Karl Imhoff recommandait les combinaisons de ces différents procédés biologiques. De fait le parc de stations d'épuration allemand est caractérisé par une forte proportion de stations mixtes comme nous le verrons ultérieurement.

II-2-2) Le parc technologique actuel.

Graphique 7 : Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens Länder : toutes capacités confondues [Source : A.T.V. (01/01/90)]



Légende :

BA	TP	PC	DB	LB
DIV	Lag	LB + BA	DB + BA	DB + LB + BA
BA + PC	LB + PC	Lag + DB	Lag + LB	DB + LB

Pour parvenir à ce résultat nous avons exploité les informations disponibles dans les annuaires des *Landesgruppen* d'A.T.V. (technique employée, gérant, commune propriétaire).

Cet organisme était constitué avant la réunification de cinq sous-groupes régionaux (*Landesgruppen*) : le *Landesgruppe* Nord regroupant les *Länder* de Schleswig-Holstein, Hambourg, Basse-Saxe, Brême, Berlin-Ouest, le *Landesgruppe* de Rhénanie du nord-Westphalie, le *Landesgruppe* de Hesse / Rhénanie-Palatinat / Sarre, le *Landesgruppe* de Bavière, le *Landesgruppe* de Bade-Wurtemberg.

Pour chacun de ces groupes, A.T.V. a édité une liste des stations d'épuration communales dont les personnels sont adhérents de l'association. Malheureusement ces listes sont plus ou moins fiables selon les groupes régionaux. L'hétérogénéité des données fournies par les différents organismes contactés rend difficile l'établissement de résultats globaux pour les anciens *Länder* de la R.F.A..

Nous allons, pour chaque *Land*, exposer en quoi les données collectées sont représentatives. Lorsque cela sera possible, nous décrirons et analyserons les choix techniques. Les résultats des *Länder*, dont l'histoire du parc n'a pu être reconstituée, seront analysés en gardant à l'esprit qu'ils sont le résultat d'une évolution.

- *Landesgruppe* Nord, des données peu fiables (cf. annexe 17 et tableau ci-dessous).

Tableau 67 : Données concernant les *Länder* de Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen, Bremen, Berlin.

Stations assurant un traitement..	Données fournies par l'Office Fédéral des Statistiques (1983)	Statistiques établies à l'aide de la liste des stations du <i>Landesgruppe</i> (A.T.V.- 1/01/1989)
primaire	183	5
secondaire voire tertiaire	1.554	997

Les données fournies par A.T.V. sont fort éloignées des statistiques officielles (cf. tableau ci-dessus). Nous les considérerons comme non représentatives et inexploitable. Elles montrent cependant que, sur le territoire de ces *Länder* (cf. annexe 17), ont été construites certaines stations d'épuration utilisant trois filières techniques différentes simultanément : boues activées, lits bactériens et disques biologiques. Ce type d'installation n'a été recensé que dans cette partie de l'Allemagne. Nous n'avancerons aucun chiffre sur leurs effectifs, celui-ci serait nécessairement trop éloigné de la réalité.

Cependant l'existence même de ce type de station montre que les concepteurs sont capables de laisser cohabiter deux filières techniques différentes dans une seule et même installation, fait restant exceptionnel en France.

- Rhénanie du Nord-Westphalie.

Tableau 68 : Données concernant le *Land* de Rhénanie du Nord-Westphalie

Stations assurant un traitement..	Données fournies par l'Office Fédéral des Statistiques (1983)	Statistiques établies à l'aide de la liste des stations du <i>Ländesgruppe</i> (A.T.V.- 1/01/1989)
primaire	114	29
secondaire voire tertiaire	1.224	992

Étant donné l'écart entre les données d'A.T.V. et celles de l'Office Fédéral des Statistiques (cf. tableau ci-dessus), nous ne pouvons affirmer que l'échantillon fourni par l'association soit réellement représentatif. Il montre cependant (cf. annexe 17) un très grand nombre de boues activées ainsi qu'un taux bien plus élevé qu'en France de boues activées suivies d'une étape de stabilisation des boues (il s'agit en fait de boues activées moyenne et forte charge).

L'autre filière la plus représentée est celle des lits bactériens. En revanche, les disques biologiques sont quasi-inexistants. Contrairement aux *Länder* du Nord, on ne constate pas la présence d'installations utilisant trois filières. On remarque cependant la présence de stations utilisant deux filières: boues activées + lit bactériens, boues activées + chimique... On notera, en particulier, l'existence d'installations renfermant deux variantes de boues activées, l'une étant une aération prolongée, l'autre une moyenne ou forte charge.

- Hesse, des données plus fiables (cf. tableau ci-dessous).

Tableau 69 : Données concernant le *Land* de Hesse.

Stations assurant un traitement..	Données fournies par l'Office Fédéral des Statistiques (1983)	Statistiques établies à l'aide de la liste des stations du <i>Ländesgruppe</i> (A.T.V.- 1/01/1990)
primaire	103	67
secondaire voire tertiaire	466	607

Les différences entre les données fournies par A.T.V. et celles fournies par l'Office Fédéral des Statistiques s'expliquent:

- pour les traitements primaires (effectifs A.T.V. plus faibles), par le fait que des installations de traitement secondaire ont été construites sur ces sites entre 1983 et 1990.
- pour les stations assurant un traitement secondaire ou tertiaire (effectifs A.T.V. plus élevés) par l'effort d'équipement poursuivi pendant cette phase.

Ainsi, bien que, pour la Hesse, nous ne disposions que du même type de source que précédemment, les statistiques établies nous paraissent beaucoup plus fiables. L'histoire des différentes filières techniques nous est inconnue mais nous disposons d'un état détaillé du parc à la date du 1/01/1990 (cf. annexe 17).

Le parc de ce *Land* est dominé par les boues activées (environ 50% du parc), les moyennes et fortes charges y semblent moins implantées que dans le *Land* précédent. Le pourcentage de lits bactériens s'élève à près de 17%. De même les effectifs de lagunes aérées (16% du parc) et de traitement primaire (9,9% du parc) sont relativement élevés. Les disques biologiques et les lagunes naturelles sont présents en très faible quantité.

- Sarre (cf. tableau ci-dessous).

Tableau 70 : Données concernant le *Land* de Sarre.

Stations assurant un traitement..	Données fournies par l'Office Fédéral des Statistiques (1983)	Statistiques établies à l'aide de la liste des stations du <i>Ländesgruppe</i> (A.T.V.- 1/01/1990)
primaire	8	12
secondaire voire tertiaire	45	55

Pour ce très petit *Land*, les deux sources sont homogènes. Les données d'A.T.V. montrent que le parc de stations de la Sarre est constitué, dans sa grande majorité de boues activées (52,4% du parc). Sur 33 boues activées, la part de moyennes et fortes charges est très importante (15 installations). On compte 14 lits bactériens (22% du parc). Traitement primaire et lagunes sont présents contrairement aux disques biologiques, filière à laquelle les concepteurs de la Sarre n'ont pas fait appel (cf. annexe 17).

- Rhénanie-Palatinat (cf. tableau ci-dessous).

Tableau 71 : Données concernant le *Land* de Rhénanie-Palatinat.

Station assurant un traitement..	Données fournies par l'Office Fédéral des Statistiques (1983)	Statistiques établies à l'aide de la liste des stations du <i>Ländesgruppe</i> (A.T.V.- 1/01/1990)	Statistiques fournies par l'agence pour l'aménagement des eaux (1/01/1990)
primaire	398	296	248
secondaire voire tertiaire	614	662	638

Tableau 72 : Rhénanie-Palatinat, détail des différentes filières techniques.

Filière technique	Données A.T.V (1/01/1990)	Données A.A.E (1/01/1990)
Boues activées	315	279
Traitement primaire	296	248
Disques biologiques	7	12
Lits bactériens	256	227
Lagunes aérées	53	66
Lagunes naturelles	19	17
Divers	12	31

Les traitements primaires posent problème¹ si l'on compare les données de l'Office Fédéral des Statistiques aux deux autres sources. Le recensement concernant les traitements secondaires ou tertiaires semble en revanche assez fiable comme le confirment les deux tableaux ci-dessus. En effet les résultats du recensement effectué par l'agence pour l'aménagement des eaux sont relativement proches de ceux d'A.T.V.. On peut donc utiliser les résultats de l'agence pour analyser les tendances qu'ils mettent en évidence (cf. annexes 17 et 19).

Tableau 73 : Évolution du parc de Rhénanie-Palatinat.

	1/1/1966		1/1/1970		1/1/1975		1/1/1980		1/1/1985		1/1/1989	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Boues activées	14	4,9	38	9,05	107	18,2	162	23,5	231	29,3	279	31,75
Trait prim	182	63,2	212	50,5	238	40,4	245	35,6	247	31,3	248	28,2
Disques bio	2	0,7	5	1,2	5	0,8	5	0,7	9	1,1	12	1,4
Lits bactériens	76	26,4	142	33,8	194	32,9	219	31,8	224	28,4	221	25,1
Lagunes aérées	2	0,7	3	0,7	3	0,5	11	1,6	26	3,3	66	7,5
Lagunes nat	2	0,7	4	1	14	2,4	15	2,2	16	2	17	1,9
Divers	10	3,4	16	3,8	28	4,8	31	4,5	35	4,4	37	4,2
Total	288	100	420	100	589	100	688	100	788	100	880	100

¹ A.T.V. et l'agence pour l'aménagement des eaux n'ont pas pris en compte les stations les plus petites.

Ce parc ne ressemble en rien à ce que nous avons rencontré en R.F.A. (cf. tableaux 73 et 72 ci-dessus). Il était caractérisé, fin 1965, par une domination écrasante des traitements primaires qui représentaient 63% du parc. L'autre filière très représentée était celle des lits bactériens (26,4% du parc). La proportion de boues activées était en revanche très faible. Disques biologiques et lagunes n'existaient pratiquement pas.

Avant fin 1971, les lits bactériens et les traitements primaires représentaient une très grande proportion des constructions. Les mises en service de traitements primaires deviennent ensuite très rares (12 entre le 1/01/1972 et le 1/01/1990). Les lits bactériens continuent à bien se diffuser jusqu'en 1978 ; 49 stations de ce type ont été construites entre le 1/01/1971 et le 1/01/1978. Cependant, depuis le 1/01/1978, seulement 13 lits bactériens ont été construits. Parallèlement à la baisse du nombre de constructions annuelles de ces deux filières, les boues activées ont remporté un succès grandissant mais moins spectaculaire qu'en France puisque au 1/01/1990 les différentes filières de boues activées représentaient 31,7% du parc. La diffusion bien que limitée des lagunes naturelles a eu lieu au début des années 1970 (1,9% du parc au 1/01/1990). La filière lagunage aéré a eu un plus grand succès à partir de 1975 et représentait 7,5% du parc au 1/01/1990.

- Bavière.

Tableau 74 : État du parc bavarois.

	Données A.T.V. (01/01/90)		Données Ministère Intérieur
BA + Stab	297	556	622
BA	255		
Lag + BA	1		
BA+ BA	3	464	465
LB	463		
LB + LB	1		
LB + BA + Stab	42	44	54
LB + BA	1		
DB + BA	1		
Lag + LB	62	97	164
Lag + DB	35		
Lag aérée	122		139
Lag naturelle	22		489
Trait prim	27		118
Divers	12		19

Pour ce *Land*, nous disposons de deux sources différentes (tableau ci-dessus) :

- la liste fournie par le Landesgruppe A.T.V.,
- une description détaillée de l'état du parc à la date du 1/01/1990 fournie par le ministère de l'intérieur de ce même *Land*.

Les données fournies par A.T.V paraissent à première vue très différentes de celles fournies par le ministère. En effet, la liste d'A.T.V. comptait 1.234 stations au 1/01/1990 alors que le ministère annonçait à cette date le chiffre de 3.001 installations. Une grande partie de cet impressionnant écart est due au fait que le ministère inclut dans ses statistiques les "lagunes provisoires". Il s'agit, en fait, d'installations traitant, en général, les eaux usées de très petites collectivités pas encore raccordées. Elles ne répondent pas aux règlements et normes techniques de rejets d'effluents. Ce type de petites installations existe en réalité partout en France et dans les autres *Länder* allemands mais n'est jamais pris en compte par les statistiques officielles ni dans les listes d'A.T.V. pour les raisons suivantes :

- beaucoup épurent les eaux de lotissements privés,
- leur taille est très faible,
- leur manque de fiabilité est tel que leur apport à la protection de l'environnement est loin d'être évident,
- le flux polluant traité est peu important.

En conséquence, afin de raisonner sur des chiffres les plus homogènes possibles, nous ne tiendrons pas compte de ces installations pour la suite de l'analyse.

Au regard du tableau, nous pouvons constater qu'à l'exception des données concernant les lits bactériens, les chiffres d'A.T.V sont inférieurs à ceux du ministère de l'intérieur. Ces écarts sont les plus

importants pour les lagunes naturelles, les traitements primaires et les lagunes combinées (avec lits bactériens ou disques biologiques). De telles différences s'expliquent par la finalité de la liste établie par A.T.V.. Il s'agit, pour cette association, de mettre en place un annuaire afin de faciliter l'échange d'informations entre responsables de station. Mis à part ceux gérant les *Länder* de Hesse, Rhénanie-Palatinat, Sarre et Bade-Wurtemberg, les groupes régionaux d'A.T.V. ont recensé les stations les plus importantes dont les responsables sont adhérents de l'association. Les installations les plus petites de traitement primaire ou de lagunage qui, dans le meilleur des cas, ne sont suivies que par un employé municipal à temps partiel, risquent fort d'échapper à ce type de recensement officiel effectué par les professionnels eux-mêmes. Le recensement officiel effectué par les ministères des *Länder* est mené en relation avec les administrations des collectivités locales qui sont censées très bien connaître le nombre de stations d'épuration présentes sur leur territoire. Les chiffres établis selon cette dernière méthode sont sans doute plus fiables. Malheureusement, à l'exception de la Bavière, les filières techniques ne sont pas détaillées. De plus, ces recensements ne sont pas fréquents.

Malgré ces difficultés, les deux sources sont suffisamment concordantes pour mettre en évidence certains phénomènes (cf. annexe 17 et tableau ci-dessus). La filière boues activées est la plus développée en effectif, les moyennes et fortes charges étant très nombreuses. Le lagunage¹ est, lui aussi, très fréquent (28,8% du parc recensé par le ministère de l'intérieur), avec une très large proportion de lagunes aérées. Les lits bactériens sont présents dans les mêmes proportions que les lagunes. Le pourcentage de disques biologiques, bien que relativement faible, reste exceptionnel en comparaison de la France et des autres *Länder* puisque seuls le bassin Adour-Garonne, avec 7,6% du parc, et le Bade-Wurtemberg, avec 5,2% du parc, présentaient une proportion de disques biologiques comparable ou supérieure. Par ailleurs une petite quantité de stations mixtes (lits bactériens + boues activées) est observable.

- Bade-Wurtemberg.

Tableau 75 : Données concernant le *Land* de Bade-Wurtemberg.

Stations assurant un traitement..	Données fournies par l'Office Fédéral des Statistiques (1983)	Statistiques établies à l'issue de la liste des stations du <i>Ländesgruppe</i> (A.T.V. - 1/01/1990)
primaire	29	2
secondaire voire tertiaire	1215	1.264

Pour ce parc, comme pour les parcs de Hesse, Rhénanie-Palatinat et Sarre, les deux types de sources concordent parfaitement (cf. annexes 17 et 20 et tableau ci-dessus). L'évolution du parc de stations d'épuration communales ressemble fort à celle des bassins du nord de la France (cf. tableau ci-dessous et annexe 20). Il existe néanmoins une différence importante : les lits bactériens n'étaient pas majoritaires au début des années soixante, la filière boues activées représentait déjà plus de la moitié du parc (32 stations sur 60).

Tableau 76 : Évolution du parc du Bade-Wurtemberg.

	1/1/1960		1/1/1965		1/1/1970		1/1/1975		1/1/1980		1/1/1985		1/1/1989	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Boues act	32	53,3	97	55,1	237	59,25	441	70,2	724	76,7	908	77,2	974	76,9
Lit bact	16	26,7	51	29	88	22	104	16,6	113	12	115	9,8	116	9,2
Disq bio	1	1,7	4	2,3	26	6,5	29	4,6	36	3,8	58	4,9	67	5,3
Trait prim	2	3,3	2	1,1	2	0,5	2	0,33	2	0,2	2	0,2	2	0,2
B A + L B	7	11,7	18	10,2	34	8,5	36	5,7	37	3,9	38	3,2	39	3,1
B A + B A	2	3,3	3	1,7	6	1,5	7	1,1	8	0,8	9	0,8	9	0,7
Lag aérée	0	0	0	0	1	0,25	1	0,2	11	1,2	25	2,1	30	2,4
Lag nat	0	0	0	0	1	0,25	2	0,33	5	0,5	7	0,6	12	0,9
Divers	0	0	1	0,6	3	0,75	4	0,6	5	0,5	6	0,5	9	0,7
Total	60	100	176	100	400	100	628	100	944	100	1174	100	1266	100

Cette hégémonie des boues activées s'est accentuée. Cette filière représentait à partir de 1980 près de 77% du parc. Cette domination des boues activées se vérifie pour toutes les tranches de capacité (annexe 20). Certes, les lits bactériens sont plus fréquents au niveau des petites capacités, mais la proportion de boues activées dépasse toujours 50% du parc, y compris pour les capacités inférieures à

¹ Installations provisoires exclues.

250 équivalents-habitants. Parallèlement, la proportion de lits bactériens n'a cessé de baisser, passant de 29% du parc au 1/01/1965 à 9,2% du parc au 1/01/1990. Il en est de même pour les installations mixtes : représentant 10,2% du parc au 1/01/1965, ce type d'installation atteint 3,1% en 1990.

Les lagunes n'ont pas réellement réussi à percer. Quelques très rares constructions ont eu lieu à partir de la seconde moitié des années soixante-dix, mais au 1/01/1990, lagunes naturelles et lagunes aérées ne représentaient plus que 3,3% du parc.

Les disques biologiques ont connu un succès plus important (5,2% du parc au 1/01/1990). L'évolution du nombre annuel de constructions de disques biologiques depuis 1966 n'est pas la même que celle des différents bassins français. Alors qu'en France la diffusion a eu lieu entre 1969 et 1979, l'équipement en disques biologiques du Bade-Wurtemberg est caractérisé par deux vagues de constructions successives. La première se déroule de 1962 à 1973, la seconde de 1976 à 1989. On a donc construit sept installations de ce type en 1965 au Bade-Wurtemberg mais aussi en 1981 et 1982, contrairement à la France. Toutefois, cette différence ne doit pas nous faire perdre de vue que cette filière n'a pas connu une diffusion massive dans ce *Land*.

Les résultats allemands (*Länder* du Nord exclus), dont l'essentiel est présenté dans le tableau ci-dessous, montrent une situation qui varie fortement selon les *Länder* (cf. annexe 18).

Tableau 77 : Les principales filières en % du parc du *Land*.

	Rhénanie-Palatinat		Sarre	Rhénanie du Nord Westphalie	Hesse	Bavière		Bade Wurtemberg
Sources	A.T.V	A.A.E	A.T.V	A.T.V	A.T.V	Ministère	A.T.V	A.T.V
Boues act.	31.4	32.9	52.4	57	49.9	28.6	37.3	77.2
Lits bact.	25.6	26.7	22.2	31	17.4	21.4	31.2	9.3
Lagunes	9.4	5.5	11.1	1.1	15.7	28.8	9.7	3.1
Trait prim.	28	31	12.7	2.8	9.9	5.4	1.8	0.2
B A + L B	/	0.7	0	3.8	2.2	2.5	2.9	3.1

Les boues activées sont aussi fréquentes qu'en France uniquement en Bade-Wurtemberg. Parallèlement, les lits bactériens représentent en moyenne un plus grand pourcentage dans les *Länder* que dans les bassins français. Les disques biologiques sont rares : c'est en Bavière et en Bade-Wurtemberg qu'ils sont le mieux représentés. La situation des lagunes, comme des installations de traitement primaire, est très variable selon les régions. Très rares en Bade-Wurtemberg et Rhénanie du nord-Westphalie, les lagunes sont beaucoup plus fréquentes dans les autres *Länder*. Les traitements primaires, pratiquement inexistantes dans les deux *Länder* précités, représentent une proportion exceptionnelle du parc de Rhénanie-Palatinat (entre 28 et 31%). Les stations mixtes sont le mieux représentées en Bade-Wurtemberg et en Rhénanie du Nord-Westphalie mais restent exceptionnelles. Cependant, on observe dans les anciens *Länder* de R.F.A., davantage de stations d'épuration constituées de plusieurs filières techniques différentes qu'en France.

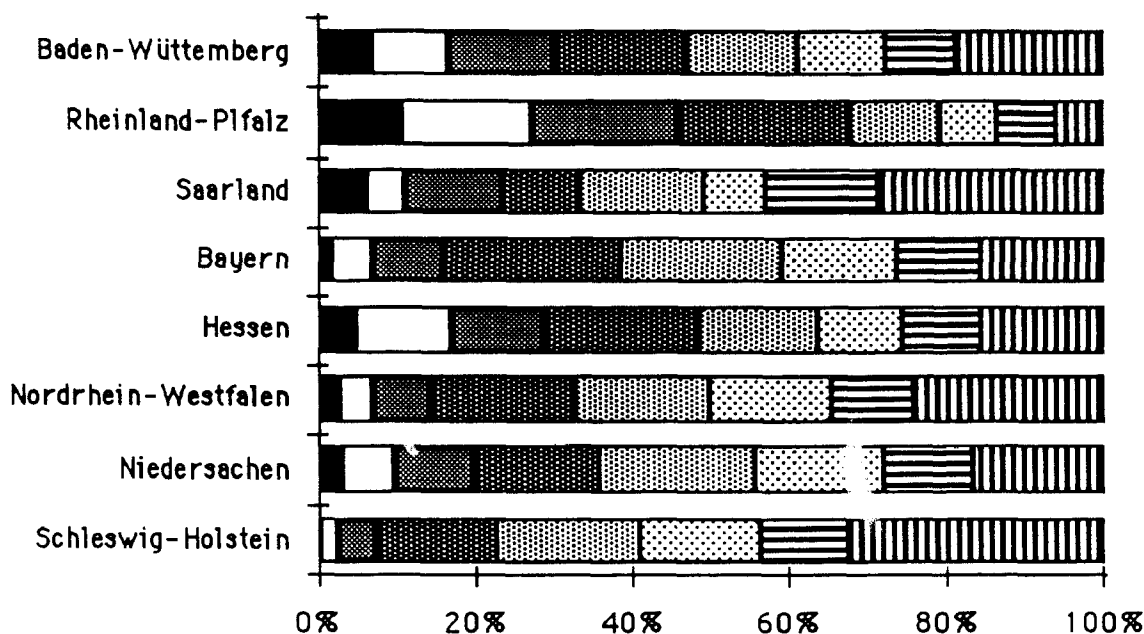
Enfin, on notera que les statistiques officielles, établies par l'Office Fédéral des Statistiques, font état de 8.812 stations en 1983. En se basant sur nos sources et en additionnant les parcs des différents *Länder*¹, nous pouvons estimer que le parc allemand compte aujourd'hui environ 9.000 unités avec, sous réserve :

47% de boues activées, 22% de lits bactériens, 1,5% de stations mixtes,
4% de disques biologiques, 14% de lagunes, 10% de traitement primaire,
1,5% de "divers".

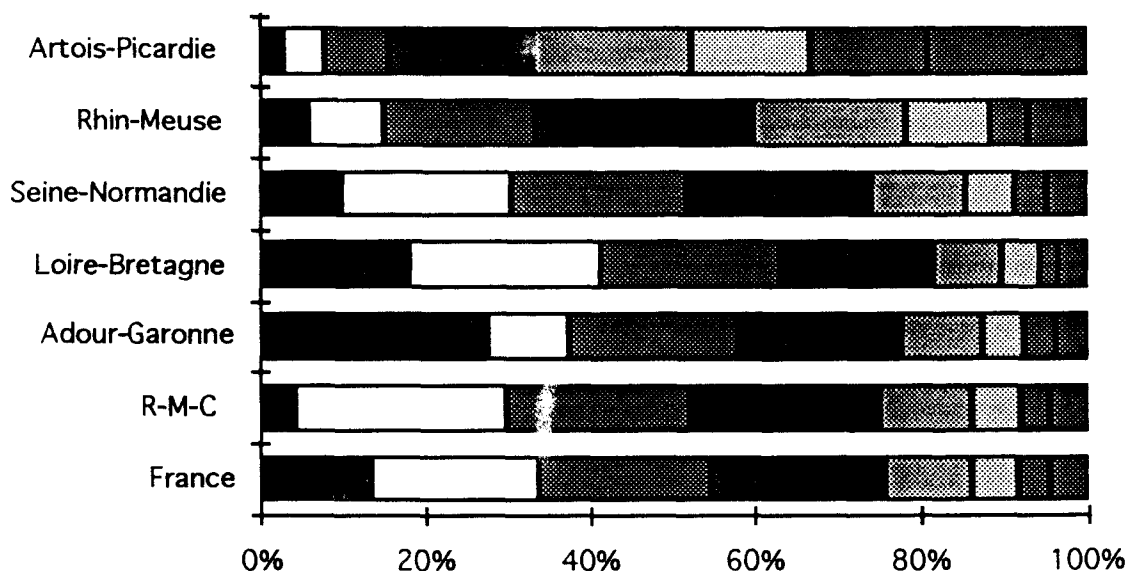
Les différences sont donc assez marquées. Les anciens *Länder* de l'Allemagne présentent moins de boues activées, mais plus de lits bactériens, de lagunes et de traitements primaires que la France. Cette différence est d'autant plus frappante que l'Allemagne présente une proportion bien plus importante de stations de grande capacité que la France (cf. annexe 21) comme le démontre la comparaison des deux graphiques ci-après.

¹ Afin de raisonner sur des sources homogènes, nous n'avons pas pris en compte les quelques 830 installations provisoires comptées par le ministère de l'intérieur de Bavière.

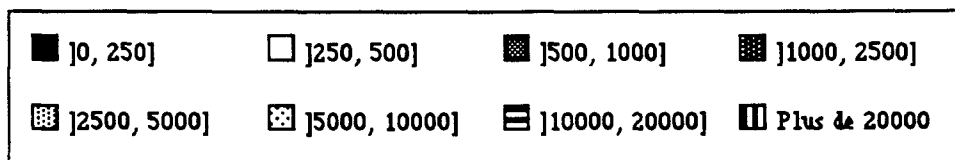
Graphique 8 : Pourcentage des tranches de capacité (en Eq-Hab) des stations d'épuration dans les parcs technologiques des différents anciens *Länder*.



Graphique 9 : Pourcentage des tranches de capacité (en Eq-Hab) des stations d'épuration dans les parcs technologiques des différents bassins français.



Légende des graphiques 8 et 9 : Tranches de capacité.



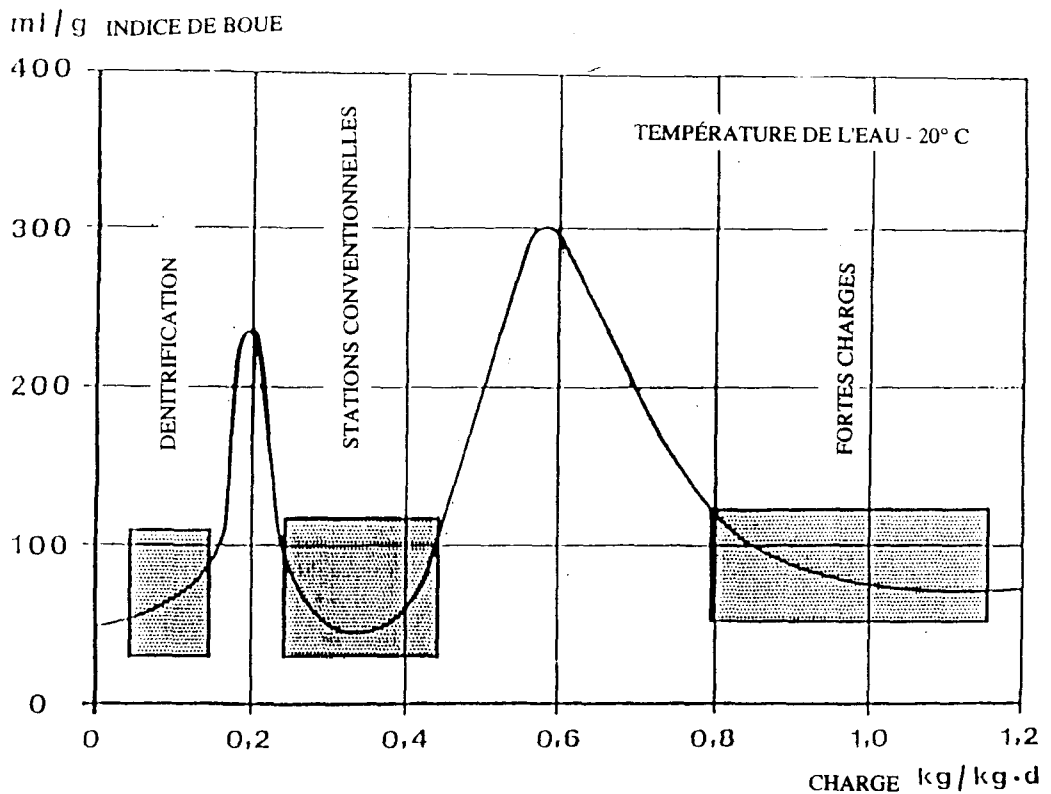
Enfin, l'autre caractéristique remarquable du parc technologique allemand en matière d'assainissement est l'existence de fortes différences régionales au niveau des techniques employées (cf. annexe 20). Le fédéralisme allemand semble expliquer en grande partie ces fortes disparités entre *Länder*. Le parc technologique va cependant, selon toutes probabilités, tendre vers une uniformisation, car, si un *Land* peut édicter des normes plus sévères qu'un autre et favoriser ainsi les techniques les plus perfectionnées, nous avons vu aussi que le *Bund* a une forte tendance au centralisme en matière d'épuration des eaux usées. Cette homogénéisation, cependant, aura ses limites. En effet, il ne faut pas

perdre de vue que certains *Länder*, comme la Bavière, sont constitués essentiellement de communes rurales où l'emploi de techniques rustiques pour l'épuration, telles que les lagunes, se justifieront toujours plus que dans la Ruhr.

II-3) Analyse des pratiques : Le réel impact des normes écrites sur les choix techniques.

Le parc allemand de stations d'épuration est, nous venons de le voir, constitué dans une plus large mesure que le parc français de filières telles que les lits bactériens, les disques biologiques, les lagunes, les traitements primaires. Par ailleurs, sans qu'il soit possible de donner un chiffre précis, il est certain que les boues activées utilisées sont, dans une plus large mesure qu'en France, des installations à moyenne et forte charge. Toutes ces filières ne permettent pas d'obtenir une élimination des composés azotés et du phosphore satisfaisante et donc de répondre aux nouvelles dispositions cadres relatives aux exigences maxima admissibles comme le montre le schéma ci-après.

Schéma 16 : Un traitement biologique de l'Azote impossible par les stations conventionnelles
(Schéma fourni par Monsieur Aldick, ingénieur à la Ruhrverband).



Des programmes ambitieux ont donc été mis en œuvre pour mettre à niveau les stations d'épuration dès début 1989. Ils ont en général comme date butoir l'an 2000. Au niveau des boues activées, les bassins d'aération doivent être allongés, les lits bactériens, disques biologiques et lagunes doivent être remplacés soit par une boue activée aération prolongée, soit par une filière aux mêmes performances théoriques. Dans d'autres cas, on garde l'installation initiale mais on y rajoute une boue activée-aération prolongée ou un traitement tertiaire. De telles combinaisons sont considérées par bon nombre d'experts comme des succès techniques; ce qui explique la présence, dans certains *Länder*, de stations présentant deux ou trois techniques différentes.

II-3-1) Une planification locale puissante.

Fin 1989 - début 1990, les anciens Länder de l'Allemagne ont effectué un bilan de leurs systèmes d'épuration et mis en place un plan décennal relatif aux travaux à effectuer avant l'an 2000. Ces plans sont, en général, très détaillés et indiquent les travaux à réaliser sur chaque installation ; de plus leur analyse permet de révéler certains traits de la philosophie des planificateurs et praticiens allemands. C'est pourquoi, nous nous sommes procuré les plans de différents *Länder*. Voici les grandes caractéristiques de ces documents pour la Sarre, la Rhénanie du Nord-Westphalie, le Bade Wurtemberg, et la Basse Saxe.

- Sarre.

La caractéristique du plan élaboré par le *Land* de Sarre est de passer sous silence l'état des réseaux et de se focaliser sur l'application de la disposition cadre du 8 novembre 1989 fixant de nouvelles exigences en matière de valeurs maximales admissibles (entrée en vigueur le 1/1/90). C'est donc sur la remise à niveau du parc de stations d'épuration que porte, pour l'essentiel, ce plan. Différents travaux à réaliser d'ici l'an 2000 ont été classés selon trois niveaux de priorité, mais il n'est pas donné de date butoir pour la réalisation des travaux de première et seconde priorité. Les travaux planifiés et leurs coûts prévus fin 1989 sont les suivants :

Tableau 78 : Travaux à réaliser en priorité I en SARRE.

Nature des travaux planifiés	Classes de capacité des stations sur lesquelles sont prévus des travaux de remise à niveau									
	]0-1.000[		[1.000-5.000[		[5.000-20.000[		[20.000-100.000[		100.000 et +	
	Nb de stations	Capacité totale	Nb de stations	Capacité totale	Nb de stations	Capacité totale	Nb de stations	Capacité totale	Nb de stations	Capacité totale
Remise à niveau sur boues activées (BA).	1	200	6	8.300	7	70.500	10	566.600	1	200.000
Remise à niveau sur station assurant un traitement primaire.	/	/	/	/	/	/	1	30.000	/	/
Remise à niveau procédés biologiques autres que les BA	2	600	/	/	1	15.000	/	/	/	/
Investissements prévus en millions de DM 89 (Fr. 89)	5,6	(18,7)	33,7	(113)	100,6	(337)	602,6	(2019)	3	(10)

Tableau 79 : Travaux à réaliser en priorité II en SARRE.

Nature des travaux planifiés	Classes de capacité des stations sur lesquelles sont prévus des travaux de remise à niveau									
	]0-1.000[		[1.000-5.000[		[5.000-20.000[		[20.000-100.000[		100.000 et +	
	Nb de stations	Capacité totale	Nb de stations	Capacité totale	Nb de stations	Capacité totale	Nb de stations	Capacité totale	Nb de stations	Capacité totale
Remise à niveau sur boues activées (BA).	1	200	6	10.350	4	57.900	2	76.500	1	170.000
Remise à niveau sur station assurant un traitement primaire.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Remise à niveau procédés biologiques autres que les BA	1	600	/	4.000	/	/	2	62.500	/	/
Investissements prévus en millions de DM 89 (Fr. 89)	2,5	(8,4)	33,7	(113,9)	39	(130,7)	77,1	(258,3)	26,1	(87,4)

Tableau 80 : Travaux à réaliser en priorité III en SARRE.

Nature des travaux planifiés	Classes de capacité des stations sur lesquelles sont prévus des travaux de remise à niveau									
	[0-1.000[		[1.000-5.000[		[5.000-20.000[		[20.000-100.000[		100.000 et +	
	Nb de stations	Capacité totale	Nb de stations	Capacité totale	Nb de stations	Capacité totale	Nb de stations	Capacité totale	Nb de stations	Capacité totale
Remise à niveau sur boues activées (BA).	7	4.600	25	47.850	4	33.500	8	230.500	/	/
Remise à niveau sur station assurant un traitement primaire.	/	/	3	8.500	/	/	1	5.000	/	/
Remise à niveau procédés biologiques autres que les BA	38	14.650	1	1.000	3	15.000	/	/	/	/
Investissements prévus en millions de DM 89 (Fr. 89)	51,6	(172,9)	70	(234,5)	43,5	(145,7)	112,9	(378)	/	/

Fin 1989, le Land de Sarre avait donc prévu d'investir 1,2 milliards de DM 89 (4,02 milliards de Francs 89) en dix ans afin de pouvoir répondre aux nouvelles exigences fédérales en matière de valeurs maxima admissibles. 745,5 millions de DM sont prévus pour réaliser les travaux de priorité I ; 176,4 pour réaliser les travaux de priorité II et 278,3 pour réaliser les travaux de priorité III. C'est donc 1065 DM (3.570 Fr.) par habitant qui seront injectés dans la réhabilitation des stations en 10 ans ; l'effort est donc important. Pour comparaison, rappelons que l'équipement massif en bassins de pollution n'a mobilisé "que" 165,6 DM par habitant des anciens Länder de l'Allemagne. L'état des réseaux et la nécessité ou non de leur réhabilitation sont, en revanche, passés sous silence. Il est simplement précisé que 98% de la population du Land est raccordé à un réseau.

- Rhénanie du Nord-Westphalie.

Les investissements consentis en Rhénanie du Nord-Westphalie ont évolué comme suit (cf. tableau ci-après).

Tableau 81 : Investissements consentis en Rhénanie du Nord Westphalie.

	Investissement en millions de DM			Subventions du Land	
	Canalisations	Stations	Montant total des travaux	en millions de DM	en % du montant total des travaux
1976	326.263	297.009	623.272	287.717	46,16
1977	357.894	425.373	783.267	288.856	36,88
1978	501.054	443.264	944.318	279.204	29,57
1979	611.833	458.934	1.070.767	374.603	34,99
1980	821.090	588.911	1.410.001	542.324	38,46
1981	709.845	484.787	1.194.632	469.201	39,28
1982	553.221	381.314	934.535	355.004	37,99
1983	567.189	309.445	876.634	313.332	35,74
1984	599.421	290.146	889.567	313.870	35,28
1985	704.373	275.195	979.568	360.189	36,77
1986	735.829	352.600	1.088.429	344.920	31,69
1987	605.845	384.206	990.051	323.100	32,63
TOTAL	7.093.857	4.691.185	11.785.042	4.252,32	36,08

60,2% des investissements relatifs à l'assainissement entre 1976 et 1987 étaient destinés à la mise en place de nouvelles canalisations ou à la réhabilitation d'anciennes. L'effort de la Rhénanie du Nord-Westphalie a donc été conséquent en la matière. En onze ans, il a été investi 412,3 DM (1.380 Fr.) par habitant pour les canalisations et 272,6 DM (910 Fr.) par habitant pour les stations d'épuration. Cela a permis une réduction notable des rejets.

Tableau 82 : Évolution des rejets en Rhénanie du Nord Westphalie.

Année	Rejets en D.C.O. en Tonnes/année
1981	353,652
1982	316,222
1983	286,674
1984	279,014
1985	273,882
1986	251,134
1987	245,101

En sept ans, les rejets en D.C.O. ont été réduits de 108,551 tonnes/an. Malgré cela, début 1990, il existait un certain nombre de stations qui ne répondaient pas aux nouvelles exigences en matière de valeurs maxima admissibles.

Tableau 83 : Rejet des stations fin novembre 1989.

Capacité en équivalent habitant	Rejet en D.C.O.					Total
	< 40 mg/l	< 75 mg/l	< 90 mg/l	< 120 mg/l	> 120 mg/l	
< 1.000	68	80	35	8	41	232
< 5.000	170	146	57	14	12	399
< 10.000	84	46	17	4	2	153
< 50.000	99	94	27	11	4	235
< 100.000	26	33	8	0	1	68
< 500.000	17	22	3	2	3	47
> 50.000	0	6	3	1	0	10
Total	464	427	150	40	63	1.144

* Les stations hors normes sont dans les cases grisées.

46 stations sur 1.144 dépassaient les normes de rejets en matière de D.C.O. dont 12 étaient des stations d'une capacité supérieure à 100.000 équivalents-habitants. Par ailleurs, les volumes d'eaux rejetées par les réseaux unitaires en temps de pluie étaient encore très importants.

Tableau 84 : Volumes d'eaux rejetées par les réseaux unitaires en temps de pluie.

Circonscription	Volumes d'eaux rejetées par les réseaux unitaires en temps de pluie en m ³
Düsseldorf	246.435
Köln	353.986
Münster	107.117
Detmold	66.583
Arnsterg	272.071
Rhénanie du Nord-Westphalie	1.046.192

Nous n'avons pas pu nous procurer le plan des travaux prévus dans le *Land* à l'horizon 2000. Cela reste une note interne à l'administration mais aux dires des fonctionnaires de ce *Land*, une remise à niveau du parc de stations similaire à celle pratiquée dans les autres *Länder* sera menée conjointement à une campagne de réhabilitation du réseau.

- Le Bade-Wurtemberg

Le bilan dressé par le *Land* est loin d'être négatif comme le montre l'évolution des différents polluants (D.C.O., déficit en oxygène, nitrates, phosphate, D.B.O.₅) (cf. annexe 22).

Le plan décennal du Bade-Wurtemberg consiste en une remise à niveau des stations pour le traitement des matières azotées et phosphorées (cf. annexe 22). Ce sont donc 98,6% des 1.242 stations du *Land* qui vont faire l'objet de travaux avant l'an 2.000. La construction de 395 nouvelles installations est aussi inscrite au programme.

Les travaux de mise à niveau des stations existantes ont été classés selon quatre rangs de priorité comme l'indique le tableau ci-après:

Tableau 85 : Les travaux de mise à niveau des stations existantes

	Date de réalisation	Nb de stations devant faire l'objet de travaux
Priorité I	entre 1988 et 1992	230
Priorité II	entre 1990 et 1993	199
Priorité III	entre 1993 et 1998	142
Priorité IV	entre 1996 et 2000	554

La mise en place d'installations assurant le traitement du phosphore a été programmé sur 95 stations représentant environ 75% de la capacité totale d'épuration du *Land*. Enfin, il a été inscrit à ce plan la construction de 395 nouvelles installations de petite taille en général puisque la capacité totale représente 262.296 équivalents-habitants (moyenne de 664 équivalents-habitants par station). Les classes de capacités des stations dont la construction a été planifiée début 1988 par le ministère de l'environnement du Bade-Wurtemberg sont les suivantes :

Tableau 86 : Capacité des stations dont la construction a été planifiée début 1988.

	- de 1.000 éq-hab		[1.000-5.000[		[5.000-10.000[
	Nb de stations	capacité totale	Nb de stations	capacité totale	Nb de stations	capacité totale
Travaux planifiés par le Bade-Wurtemberg	306	100.476	87	160.230	2	15.900

Le coût de cette remise à niveau du parc de stations d'épuration a été évalué comme suit :

Tableau 87 : Investissement consenti dans le Bade-Wurtemberg pour la remise à niveau du parc de stations.

	Investissements prévus entre le 1/1/89 et le 1/1/2000	
	en millions de DM	en millions de Fr.
Construction de nouvelles stations (petites capacités)	800	2.800
Équipement pour le traitement des eaux pluviales en réseau unitaire (1,6 millions de m ³ en terme de bassins de pollution)	3.000	10.500
Réhabilitation des stations existantes	1.700	5.950
Élimination de phosphore	270	945
Nitrification	2.000	7.000
Poursuite du traitement poussé du phosphore dans le bassin du lac de Constance (application des résolutions de la conférence internationale pour le lac de Constance)	100	350
Dénitrification dans les stations d'une capacité comprise entre 20.000 éq-hab et 50.000 éq-hab	800	2.800
Élimination du phosphore dans les stations d'une capacité comprise entre 20.000 éq-hab et 50.000 éq-hab	120	420
TOTAL	8.790	30.765

L'investissement consenti entre 1989 et 2000 par le Bade-Wurtemberg est de 8790 millions de DM soit environ 977 DM/habitant (3.419,5 francs/habitant) entre 1989 et l'an 2000. Les travaux sur réseaux ne sont pas évoqués dans le programme.

- Basse Saxe.

La première priorité de ce *Land* est d'augmenter son taux de raccordement. Celui-ci qui était de 86% en 1988 doit atteindre la valeur de 92% avant l'an 2000. L'autre objectif est la remise à niveau du parc de stations d'épuration en application de la disposition cadre du *Bund* relative aux exigences maximales entrées en application le 1/1/90 et des résolutions de la conférence internationale pour la protection de la mer du Nord. En voici les coûts estimés :

Tableau 88 : Coût du programme du *Land* de Basse Saxe.

	Investissements prévus en millions de DM	Investissements prévus en millions de francs
Extension du réseau d'assainissement	2.000	7.000
Réhabilitation des stations	200	700
Nitrification	450	1.575
Dénitrification	250	875
Élimination du phosphore	50	175
Filtration	350	1.225
Traitement des boues	300	1.050
Réhabilitation du système unitaire	500	1.750
Total	4.100	143.500

Le programme de la Basse Saxe se différencie de ceux analysés précédemment par la planification de travaux sur les réseaux. On notera que les investissements prévus pour les travaux de réhabilitation des stations et d'installation d'une étape de traitement tertiaire sont 2,6 fois plus importants que les investissements prévus pour les travaux de réhabilitation des réseaux.

II-3-2) L'impact réel mais limité des facteurs économiques.

Le système d'assainissement allemand est donc marqué par de gros efforts consentis sur les stations. Les investissements prévus sont énormes. L'État allemand en a fait une priorité politique depuis 20 ans sous la pression de l'opinion publique. Les estimations les plus basses font état de 107 milliards de DM à débloquer dans les années 90. Environ 40% de cette somme devront être consacrés à la remise en état et au remplacement d'installations existantes et 15 milliards de DM devront être affectés à l'élimination du Phosphore et de l'Azote¹. En 1989, les anciens *Länder* avaient investi 9 milliards pour les eaux usées. L'effort va donc devoir être encore plus soutenu. Le domaine des eaux usées est le plus gros poste d'investissement et excède même le montant des investissements pour les infrastructures routières (Reidenbach M., 1993).

La structure du prix des stations a évolué : le pourcentage de l'électrotechnique et de l'appareillage mécanique a augmenté au détriment du génie civil.

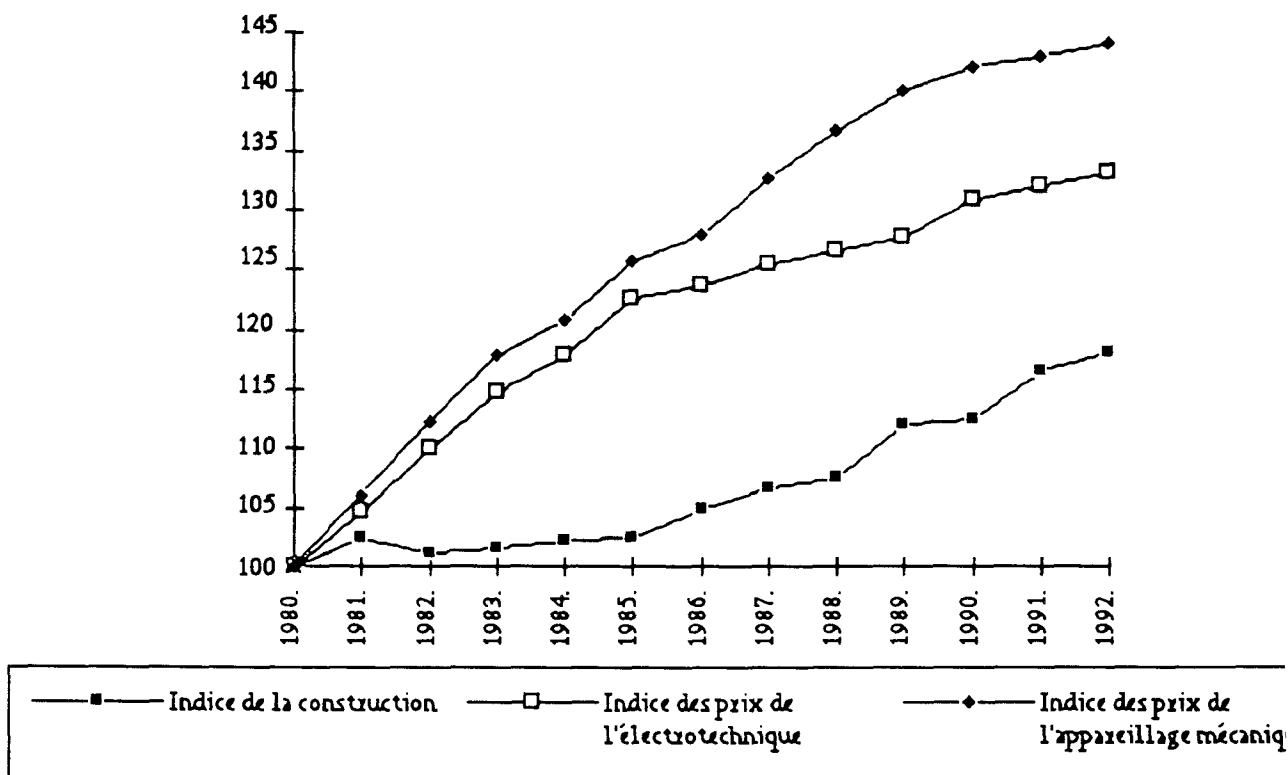
Tableau 89 : Structure du prix des stations d'épuration allemandes.

Source	Année	Structure du prix.	
		Génie civil	Mécanique et électrotechnique
BUCKSTEEG	1971	80%	20%
SCHOENENBERG	1973	67,5%	32,5%
NEGAARD	1975	69%	31%
SEYFRIED	1975	72%	28%
HOFFMANN	1977	66%	34%
DOHMANN	1993	50%	50%

De plus en plus d'appareillages de mesure sont installés sur les stations dans un but d'auto-contrôle et de fiabilisation de la station. Cela a conduit à une très sensible augmentation du prix des stations allemandes et ce, d'autant plus que les indices des prix en matière d'électrotechnique et de mécanique ont augmenté bien plus rapidement que l'indice de la construction.

¹ Ce chiffre ne prend en compte que les installations destinées à la dénitrification et à l'élimination de l'Azote et du Phosphore. Il ne tient pas compte, par exemple, des coûts engendrés par le remplacement d'un lit bactérien par une boue activée quand la décision a été motivée par la nécessité de traiter les éléments nutritifs. Cela est considéré comme un remplacement d'une station existante.

Graphique 10 : Indices des prix allemands des éléments pour la construction d'une station (*Abwasserverband Saar*, 1991)



La forte augmentation du coût de construction des stations gêne fortement les différentes administrations au point que l'*Abwasserverband Saar* a organisé un colloque sur ce thème. De nombreux experts ont proposé de geler ou du moins d'étaler dans le temps les prescriptions cadres du 8 novembre 1989. Cela a même été proposé par l'administration fédérale afin de contribuer à la consolidation du budget de l'année 1993. Néanmoins, la réalisation des programmes de remises à niveau des stations d'épurations n'a nullement été remise en cause, elle risque seulement être retardée.

II-3-3) Des normes non écrites proches de celles ayant cours en France.

L'analyse de l'histoire des parcs technologiques de stations d'épuration allemandes nous conduit à affirmer que la phase de construction massive de nouvelles stations est maintenant terminée. La phase actuelle consiste en une "mise à niveau" qui ne peut être assimilée à la seule gestion du patrimoine puisque de nombreuses stations sont "cassées" et reconstruites pour atteindre les nouvelles exigences en matière de rejets.

Il n'y a pas, au contraire de la situation française, une majorité d'acteurs représentant l'État qui prône un discours sur le nombre insuffisant de stations et qui affirme que la construction de nouvelles stations constitue une urgence. Cela nous est confirmé par l'enquête réalisée auprès des acteurs allemands. A la question "Construire des nouvelles stations constitue-t-il une priorité selon vous ?", les personnes contactées ont répondu comme suit :

Tableau 90 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à la construction de nouvelles stations.

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	NSPP ¹	Autre	Total
Fonctionnaires de l'État	4 (14,8%)	7 (25,9%)	4 (14,8%)	8 (29,6%)	2 (7,4%)	2 (7,4%)	27 (100%)
Techniciens des collectivités locales	3 (5,3%)	19 (33,3%)	12 (21,1%)	12 (21,1%)	9 (15,8%)	2 (3,5%)	57 (100%)
Ensemble des acteurs (y compris les experts)	7 (7,7%)	28 (30,8%)	18 (19,8%)	20 (22%)	13 (14,3%)	5 (5,5%)	91 (100%)

¹ ne se prononce pas

La politique de "remise à niveau" des stations qui va nécessiter un appel de plus en plus massif aux traitements tertiaires semble devoir être bien accueilli. En effet, les réponses à la question "Ajouter une étape de traitement tertiaire constitue-t-il une priorité selon vous ?" font ressortir que 72,5% des acteurs pensent qu'une telle action est urgente voire très urgente (cf. tableau ci-après).

Tableau 91 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à l'ajout d'une étape de traitement tertiaire.

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	NSPP ¹	Autre	Total
Fonctionnaires de l'État	10 (37%)	13 (48,1%)	1 (3,7%)	1 (3,7%)	0	2 (7,4%)	27 (100%)
Techniciens des collectivités locales	11 (19,3%)	26 (45,6%)	15 (26,3%)	0	3 (5,3%)	2 (3,5%)	57 (100%)
Ensemble des acteurs (y compris les experts)	23 (25,3%)	43 (47,3%)	16 (17,6%)	1 (1,1%)	3 (3,3%)	5 (5,5%)	91 (100%)

¹ ne se prononce pas

Parallèlement, 72,5 % des personnes interrogées affirment qu'améliorer la fiabilité des stations constitue une urgence. A la question "Améliorer la fiabilité des stations existantes constitue-t-il une priorité selon vous ?", les acteurs ont répondu de la manière suivante :

Tableau 92 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à l'amélioration de la fiabilité des stations existantes.

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	NSPP ¹	Autre	Total
Fonctionnaires de l'État	9 (33,3%)	14 (51,9%)	3 (11,1%)	0	0	1 (3,7%)	27 (100%)
Techniciens des collectivités locales	7 (12,3%)	29 (50,8%)	12 (21,1%)	2 (3,5%)	7 (12,3%)	0	57 (100%)
Ensemble des acteurs (y compris les experts)	16 (17,6%)	50 (54,9%)	15 (16,5%)	2 (2,2%)	7 (7,7%)	1 (1,1%)	91 (100%)

¹ ne se prononce pas

La construction massive de stations n'est plus à l'ordre du jour. C'est maintenant le fonctionnement qui préoccupe les professionnels de l'eau allemands, ce que confirme les réponses à la question relative au fonctionnement des stations.

Tableau 93 : Réponses à la question "Les stations d'épuration fonctionnent-elles de manière optimale ?"

	OUI	NON	Ne se prononce pas	TOTAL
Fonctionnaires de l'État	14 (51,9%)	9 (33,3%)	4 (14,8%)	27 (100%)
Experts	2 (28,6%)	4 (57,1%)	1 (14,7%)	7 (100%)
Techniciens de service assainissement	16 (28,1%)	30 (52,6%)	11 (19,3%)	57 (100%)
TOTAL	32 (35,15%)	43 (47,25%)	16 (17,6%)	91 (100%)

Les lits bactériens et les boues activées sont critiqués.

Tableau 94 : Réponses à la question "Les boues activées présentent-elles des inconvénients ?"

	OUI	NON	Ne se prononce pas	TOTAL
Fonctionnaires de l'État	19 (70,4%)	8 (29,6%)	0	27 (100%)
Experts	5 (71,4%)	2 (28,6%)	0	7 (100%)
Techniciens de service assainissement	31 (54,4%)	23 (40,4%)	3 (5,3%)	57 (100%)
TOTAL	55 (60,4%)	33 (36,3%)	3 (3,3%)	91 (100%)

Tableau 95 : Réponses à la question "Les lits bactériens sont-ils dépassés ?"

	OUI	NON	Ne se prononce pas	TOTAL
Fonctionnaires de l'Etat	13 (48,15%)	13 (48,15%)	1 (3,7%)	27 (100%)
Experts	4 (57,1%)	3 (42,9%)	0	7 (100%)
Techniciens de service assainissement	34 (59,6%)	20 (35,1%)	3 (5,3%)	57 (100%)
TOTAL	51 (56%)	36 (39,6%)	4 (3,4%)	91 (100%)

Le principal reproche fait aux lits bactériens est de ne pas traiter l'azote. Les boues activées posent problème, elles, de par leur sensibilité aux brusques variations de charge. Ceci constitue un problème majeur vu la voie choisie par l'Allemagne pour traiter la pollution des eaux pluviales (cf. chapitre 2 II). De plus, la plupart de ces installations sont anciennes. Elles ne peuvent pas traiter l'azote et doivent être rénovées.

Bien que les acteurs allemands soient moins demandeurs de construction de nouvelles stations que leurs homologues français, les "évidences techniques" sur lesquelles reposent leur jugement sont assez proches en ce qui concerne les aspects soulevés par le questionnaire :

- nécessité d'ajouter une étape de traitement tertiaire,
- nécessité d'améliorer la fiabilité des stations d'épuration,
- rejet des lits bactériens qui ne peuvent pas traiter la pollution azotée.

L'histoire des pratiques allemandes d'épuration est caractérisée par un appel à des techniques de plus en plus complexes et performantes quelle que soit la sensibilité du milieu. Les normes de rejets de plus en plus sévères ont conduit à une utilisation quasi-générale de la filière boues activées dans sa version permettant une dénitrification biologique pour les capacités supérieures à 5.000 équivalents-habitants. La remise en cause actuelle des programmes de "remise à niveau des parcs de stations d'épuration" porte, avant tout, sur les délais à prévoir pour réaliser ce programme à des coûts acceptables, non sur une remise en question plus générale portant sur les buts à poursuivre.

Les facteurs expliquant cette absence de remise en cause de l'approche allemande actuelles sont multiples :

- du fait de la densité plus élevée du pays, le parc de stations d'épuration est, dans une plus grande proportion qu'en France, constitué de stations de capacité supérieure ou égale à 5.000 équivalent-habitants. Le recours à des techniques complexes dans une plus forte proportion s'en trouve donc mieux justifié ;
- les équipements de traitement des eaux usées ont été mis en place très tôt et l'emploi de techniques rustiques lors de la première phase d'équipement a empêché les déboires financiers connus par certaines communes rurales françaises. Les communes allemandes ont ainsi pu s'équiper progressivement en techniques d'épuration de plus en plus complexes, sans rencontrer d'aussi grosses difficultés financières que leurs homologues françaises. De plus, elles peuvent mobiliser les fonds des caisses d'épargnes locales pour rassembler le capital nécessaire aux travaux ;
- l'utilisation du rendement des stations comme un des principaux indicateurs de références par tous les acteurs ne peut que favoriser la technique qui a le rendement théorique le plus élevé, c'est à dire les boues activées, et ce quels que soient les besoins du milieu récepteur ;
- enfin, les boues activées, dans leurs versions les plus modernes, restent actuellement le seul recours pour les collectivités devant réduire la pollution azotée d'origine domestique. La politique volontariste de lutte contre cette pollution n'a pu que favoriser cette technique.

Par ailleurs, comme nous l'avons déjà souligné pour les réseaux, nous constatons pour l'épuration que la structure fédérale de l'Allemagne n'a pas évité une certaine uniformisation des réponses techniques à la pollution indépendamment des besoins du milieu récepteur. L'hypothèse, confirmée après l'analyse des évolutions techniques des réseaux, selon laquelle le système normatif est bien plus puissant en Allemagne qu'en France est de nouveau confirmée par l'analyse des évolutions techniques du parc de stations d'épuration.

CONCLUSION DU CHAPITRE 3.

L'analyse de l'évolution des choix techniques en matière d'épuration confirme différentes conclusions émises suite à l'analyse des pratiques en matière de réseau ; à savoir :

- pour la France, une certaine déconnexion entre l'évolution des normes écrites et l'évolution des pratiques,
- pour l'Allemagne une application presque "à la lettre" des dispositions cadre édictées par le Bund, des *Arbeitsblätter* ATV et des recommandations écrites contenues dans le livre de référence de Karl puis de Klauss Imhoff.

On constate, pour la France, un effet retour des conséquences des choix techniques passés sur les normes écrites. Les problèmes engendrés par l'emploi de techniques trop complexes au niveau des faibles capacités et, par voie de conséquence, la nécessité de permettre la diffusion des lagunes, ont entraîné la reformulation des normes de rejet pour que cette filière ne soit pas bloquée. Parallèlement, une circulaire émanant du ministère de l'agriculture invitait en 1975 les préfets à veiller à ce que le recours aux filières complexes soit évité au niveau des communes rurales de taille moyenne.

En revanche, on observe en France une très forte influence des facteurs économiques sur les choix techniques. Le succès des lagunes a pour principale cause son faible coût d'investissement et surtout son très faible coût d'exploitation. De même l'impact des indicateurs et des normes non écrites semble capital.

En Allemagne, le poids de la norme écrite paraît bien plus fort qu'en France. La crise généralisée n'a fait que retarder l'application des dispositions cadres de 1989 mais n'a pas engendré une reformulation des normes écrites. Les évidences techniques qui ont cours chez les acteurs de l'eau allemands, sont proches de celles de leur homologues français et leur influence paraît très importante.

Déduire de ces constations que l'approche allemande des problèmes de pollution des eaux est plus légaliste que celle des Français est trop rapide. Notre recherche ne nous permet pas une telle conclusion. Pour cela, il nous faudrait avoir une analyse plus anthropologique de l'attitude des acteurs face à la norme écrite. En revanche, il est acquis que la force de la réglementation en Allemagne est à relier à l'existence d'administrations locales de contrôle aux pouvoirs très forts. Le développement des S.T.A.W.A, ces structures locales qui contrôlent les installations non seulement *a priori*, lors de la réception des ouvrages, mais aussi *a posteriori*, par une surveillance du fonctionnement des ouvrages, a été permis par la structure fédérale de l'État allemand. Ainsi, une technique, bien que réputée excellente sur le papier mais ne pouvant convenir **pratiquement** à certaines situations locales ne peut passer au travers des mailles de ce système de contrôle. *A contrario*, la structure très centralisée de l'État en France a été synonyme d'une concentration des pouvoirs et des moyens au niveau de l'administration centrale. Cette dernière ne peut gérer les aspects du vaste territoire sur lequel elle a compétence aussi finement qu'une administration locale peut le faire.

Cela nous conduit à formuler une conclusion qui peut paraître paradoxale au premier abord : l'État centralisé en France est synonyme d'un contrôle et d'une influence des normes écrites sur les choix techniques bien moindres que l'État fédéral allemand qui pourtant est censé laisser une plus grande autonomie aux collectivités locales.

CHAPITRE 4 : L'ASSAINISSEMENT AUTONOME.

Nous allons maintenant analyser l'évolution des normes et des choix techniques dans le domaine de l'assainissement autonome. Cet objet technique présente une originalité par rapport aux précédents ; dans ce cas, c'est la France qui a une avance certaine en terme de normalisation et de rationalisation des pratiques.

D) LA SITUATION FRANÇAISE.

I-1) Évolution de la réglementation : du refus à la tentative de promotion.

Avant d'être une "technique alternative", l'assainissement individuel a été le cas général. Cependant, parler d'**assainissement** individuel à la fin du XIX^{ème} siècle pour évoquer les installations utilisées peut paraître un excès de langage tant la fiabilité et l'efficacité des dispositifs d'assainissement individuel étaient réduites voire inexistantes. La normalisation et la politique d'équipement collectif engendrées par le mouvement hygiéniste vont tendre à la suppression de ces installations.

La circulaire du 30 mai 1903 contient différents règlements modèles d'application de la loi de 1902 relative à la protection de la santé publique. Le règlement applicable aux villes, bourgs et agglomérations interdit les puits et puisards absorbants (Art. 49) et précise que les fosses d'aisance doivent être rigoureusement étanches (Art. 42). Elle rend **obligatoire** le raccordement au réseau "des habitations des rues desservies par des réseaux d'égouts susceptibles de recevoir des matières de vidange". Le règlement applicable aux communes rurales est plus souple puisqu'il stipule seulement que "les cabinets et fosses d'aisance doivent être établis à une distance convenable des sources, puits et citernes" (Art. 28).

La circulaire du 22 juin 1925 relative aux fosses septiques régit très sévèrement leurs conditions d'utilisation, leur mode d'emploi et leur surveillance. Le rapport précédant le règlement proprement dit indique que les dysfonctionnements des appareils d'assainissement individuel sont de la responsabilité des propriétaires et des constructeurs. En effet, selon ce rapport, les propriétaires sont "presque toujours très ignorants des conditions de fonctionnement d'une fosse septique, ne fournissent aux constructeurs aucune indication sur le nombre des usagers qu'elle doit desservir, sur la capacité volumétrique qu'elle doit avoir, sur la destination de son effluent, etc". Par ailleurs, selon cette même source, les constructeurs ont eu trop souvent le tort de ne pas réclamer ces indications et de fournir à leur clients des appareils qualifiés "d'omnibus" sans se soucier de savoir comment, ni même où ils étaient installés. Les rédacteurs du rapport estiment que le principal défaut de ces fosses septiques est l'absence de lits bactériens et en concluent que ces installations "ne constituent pas des appareils d'épuration mais de simples bassins de décantation et de digestion, destinés à éviter les opérations coûteuses et malodorantes de vidanges". L'interdiction des puits et puisards pour l'évacuation des effluents, même épurés, est rappelée dans ce rapport. Le modèle d'arrêté préfectoral que contient la circulaire de 1925 a pour objet la réglementation des conditions d'installation, le mode d'emploi et la surveillance des fosses septiques. Il institue les dispositions très strictes. Installer des appareils d'assainissement individuel est interdit s'ils ne sont pas pourvus de dispositifs d'épuration capables de produire des effluents imputrescibles et inodores (Art. 1). Les propriétaires d'immeubles sont tenus de déclarer leur intention d'installer ce type d'appareils (Art. 2). La déclaration est communiquée au *bureau d'hygiène* (appelé maintenant service communal d'hygiène) dans les villes qui en sont pourvues. Elle doit être signalée au service départemental d'hygiène (Art. 2). Elle doit être accompagnée de la description de l'appareil et de son installation, de l'exposé de son fonctionnement et de l'indication du nombre maximum de personnes pour l'usage desquelles il est établi (Art. 2). Une autorisation de mise en service doit être délivrée par le maire dans un délai de vingt jours (Art. 2). Si, ce délai révolu, le maire n'a pas statué, le propriétaire peut alors se considérer comme autorisé à commencer les travaux. Le constructeur doit prendre l'engagement vis-à-vis du propriétaire de veiller à l'entretien et au bon fonctionnement de l'appareil (Art. 3). Les services départementaux et municipaux d'hygiène sont chargés du contrôle permanent des appareils. Les échantillons des effluents devaient ainsi être prélevés, sans préavis, au moins deux fois par an et envoyés à des laboratoires agréés (Art. 5). Les fosses septiques et autres appareils analogues ne doivent pas provoquer de nuisances olfactives. L'effluent épuré ne doit pas contenir plus de 3 centigrammes de matières organiques en suspension et le test de putrescibilité (cf. descriptif situé dans le chapitre 3 I-1) doit être négatif. En cas de dysfonctionnement constaté, le service de contrôle doit en avvertir le maire qui a alors pour obligation de mettre en demeure le propriétaire d'y remédier dans un délai d'un mois (Art. 7).

L'arsenal réglementaire précédemment décrit contient des dispositions relativement autoritaires révélatrices de la méfiance des hygiénistes vis-à-vis de dispositifs alors peu fiables. Cependant, les exigences des ces textes sont tellement décalées par rapport aux moyens des administrations de contrôle que leur application était impossible. En revanche, par cette circulaire de 1925, est demandé aux préfets de ne pas interdire les fosses septiques, comme cela avait eu lieu dans certains départements. De telles interdictions avaient comme résultat d'inciter les propriétaires à adopter le système des fosses à vidange (fosses d'accumulation), ce qui présentait encore plus de risques pour la santé publique puisque les parois de ces appareils, jamais complètement étanches, laissaient suinter des liquides susceptibles de contaminer l'eau des sources et des puits. De plus l'opération de vidange était alors dangereuse, malpropre et coûteuse.

Le modèle d'arrêté préfectoral réglementant les conditions d'installation, le mode d'emploi et la surveillance des fosses septiques et des appareils ou dispositifs épurateurs de leurs effluents annexés à la circulaire n°60 du 4 mai 1953 est très semblable à celui instauré par la circulaire de 1925. Il introduit néanmoins plus de souplesse en permettant de différencier les techniques utilisées selon les besoins du milieu récepteur puisqu'il est précisé que, dans "certaines circonstances favorables", l'évacuation d'un effluent incomplètement épuré pourra être tolérée. *A contrario*, lorsque les "conditions sanitaires l'exigent", il doit être prescrit un traitement complémentaire de l'effluent comportant sa stérilisation. L'innovation la plus importante par rapport au texte antérieur est la définition des différents dispositifs d'assainissement individuel. Un nombre restreint de techniques est décrit et recommandé : la fosse septique, le lit bactérien percolateur et l'épandage souterrain (cf. description de différentes techniques d'assainissement autonome en annexe 23). Les descriptions sont très détaillées, une règle de dimensionnement des fosses septiques est même donnée.

Le décret du 18 juin 1956 du ministère de la santé élargissait la liste des techniques utilisables aux fosses de décantation-digestion dérivées de la fosse Imhoff et aux fosses chimiques. Les fosses de décantation-digestion ne sont recommandées que dans le cas d'immeubles collectifs et l'une des conditions exigibles est une capacité suffisante pour répondre aux besoins de trente usagers au minimum. Les fosses chimiques, qui ne peuvent assurer l'épuration des eaux usées, sont à réserver aux cas où l'assainissement doit être réalisé sans ou avec très peu d'eau. L'éventail des techniques va donc en s'élargissant. Parallèlement, la demande de garanties relatives à l'entretien des fosses septiques s'accroît, le préfet devant recommander que le constructeur ou l'installateur assurent par contrat l'entretien et l'enlèvement des boues des fosses selon une périodicité au moins bisannuelle.

La circulaire du 19 février 1965 émanant du ministère de la santé interdit, elle, l'utilisation d'une fosse septique pour tout groupement supérieur à 300 personnes. Pour les groupements compris entre 300 et 2.000 habitants, elle recommande les stations compactes, les fossés d'oxydation ou les étangs de stabilisation. Ces installations sont aussi recommandées pour les colonies de vacances, les maisons familiales, les campings et les sanatoriums. La rédaction du modèle d'arrêté préfectoral réglementant les conditions d'installation, le mode d'emploi et la surveillance des fosses septiques et des appareils ou dispositifs épurateurs de leurs effluents reste pratiquement identique à celle de la circulaire précédente.

La préoccupation de contrôle de l'assainissement autonome s'accroît encore dans la circulaire du 2 mai 1968. Le ministère de la santé institue une procédure administrative d'autorisation par le maire après l'avis de la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales et demande un contrôle plus strict de la part des D.D.A.S.S. et des bureaux municipaux d'hygiène sur différents points de la demande d'autorisation adressée par l'usager au maire. Les aspects à vérifier très strictement sont :

- 1°) la distance entre les points d'eau d'alimentation et les parties de l'installation qui en seront les plus proches,
- 2°) l'efficacité de l'élément épurateur. Une condition essentielle au bon fonctionnement de celui-ci est que le liquide à épurer circule de haut en bas et soit réparti sur toute la surface du lit bactérien. Il est, par conséquent, demandé de veiller tout spécialement à ce que le système répartiteur empêche tout écoulement direct le long des parois,
- 3°) la capacité utile de l'élément liquéfacteur (volume du liquide), qui est proportionnelle au nombre des usagers et ne doit jamais être inférieure à 1 m³, pour la plus petite des installations,
- 4°) la bonne disposition des conduits de ventilation,
- 5°) le nombre suffisant de tampons de visite et leur disposition judicieuse. Ceux-ci doivent permettre, d'une part, d'accéder facilement et sans danger aux éléments susceptibles de s'engorger et, d'autre part, en cas de nécessité, de ventiler rapidement et efficacement les divers compartiments.

Par ailleurs, il est demandé que la conformité de l'installation avec le projet édifié soit vérifiée par un personnel qualifié avant toute mise en service. Un procès verbal de cette visite doit être établi. Deux exemplaires de celui-ci doivent être envoyés au maire qui autorise ou non la mise en fonctionnement de l'installation. Les rédacteurs insistent sur le fait que toute conception défectueuse des appareils, toute

malfaçon ainsi que toute infraction aux règles relatives à la capacité minimum, entraînent la responsabilité de l'installateur ainsi que celle du constructeur. Enfin, il est demandé aux D.D.A.S.S et aux bureaux municipaux d'hygiène de sensibiliser les propriétaires de certaines installations¹ à l'intérêt qu'ils ont à passer un contrat d'entretien avec le constructeur, l'installateur ou un entrepreneur qualifié.

L'arrêté du 14 juin 1969 relatif aux fosses septiques donne des règles de dimensionnement plus précises pour les fosses septiques, les lits bactériens utilisés en assainissement individuel et les dispositifs d'épandage souterrain et permet ainsi une réduction des marges de manoeuvre des constructeurs.

Jusqu'au début des années 1980, l'histoire de la réglementation en matière d'assainissement individuel semble sous tendue par une vision négative de ces techniques qui sont considérées, la plupart du temps à juste titre, comme incertaines et au rabais. Le but des différents textes est, alors, de cantonner l'assainissement individuel dans une place de solution provisoire dans l'attente du raccordement à l'égout ou dérogatoire quand celui-ci est impossible. La circulaire du 10 juin 1976 relative à l'assainissement des agglomérations et à la protection sanitaire des milieux récepteurs semble être l'aboutissement de cette logique. Tous les textes du chapitre relatif au système d'assainissement et à la construction des ouvrages sont très restrictifs quant à l'utilisation de l'assainissement individuel. Au chapitre des principes, il est rappelé que le but premier que doit rechercher le technicien chargé d'établir le programme d'assainissement d'une collectivité est l'évacuation et l'élimination rapides sans stagnation de tous les déchets. Ce principe, précise la circulaire, conduit le technicien "le plus souvent à prévoir un équipement collectif pour l'ensemble de la population à desservir". Une étude particulièrement approfondie doit précéder toute décision en faveur de l'assainissement individuel. Le problème de l'inégalité des citoyens devant le service public d'assainissement est soulevé. La circulaire précise, en effet, "qu'il ne serait pas admissible qu'une décision en faveur de l'assainissement individuel puisse découler de considérations financières mal fondées, telles que celle de décharger la collectivité de ses obligations pour les faire reposer sur les usagers". Il est précisé toutefois que l'assainissement individuel peut être adopté dans trois cas. Premièrement, cette voie est "pratiquement obligatoire dans le cas d'immeubles ou d'établissements isolés qu'on ne saurait, techniquement et financièrement, rattacher à un dispositif collectif". Le deuxième cas évoqué révèle, lui, une certaine prise de conscience d'un des avantages techniques de l'assainissement individuel et permet une réelle prise en compte de certains besoins du milieu, puisqu'il est précisé que le recours à cette voie "peut également résulter d'une décision délibérée visant à assurer une protection spéciale à un milieu naturel particulièrement sensible qui, dans le cas d'un assainissement collectif, constituerait l'exutoire obligatoire du réseau". Il est ainsi reconnu que le rejet d'effluents, même épurés, d'un réseau collectif peut être insuffisant pour la conservation des qualités requises pour certains milieux naturels. Sont cités, à titre indicatif, par la circulaire de 1976 divers milieux susceptibles de requérir cette protection spéciale : les lacs (risques d'eutrophisation), les retenues si leurs eaux sont utilisées pour l'alimentation humaine, ainsi que le voisinage de gisements et parcs coquilliers. Le troisième cas est celui des zones consacrées à un habitat uniquement saisonnier ou à faible densité.

Le fait que l'on délimite de mieux en mieux les zones où on peut faire de l'assainissement autonome est révélateur d'une suspicion des différentes autorités sanitaires vis-à-vis de l'assainissement individuel. Cette suspicion était justifiée car mal conçues, mal réalisées ou encore mal entretenues, ces techniques sont loin d'être fiables. Néanmoins, les enjeux sont tels qu'ils motivent une refonte partielle de la réglementation à partir de 1980. Ces enjeux sont d'ordre économiques, urbanistiques et juridico-politiques. L'assainissement individuel représente un marché considérable. Le ministère de l'agriculture estimait, en 1984, que 30% de la population des communes rurales, soit alors environ 9 millions d'habitants, relèvent de cette technique d'assainissement. Pour la planification urbaine, la reconnaissance de l'assainissement autonome comme technique de plein droit favorise la dispersion des zones urbanisables, voire le mitage. Ainsi facilité, le développement de l'habitat individuel ne peut cependant se réaliser qu'à condition que les dispositifs réglementaires ne soient pas trop coûteux. Ce souci d'économie a motivé l'attitude des représentants de la Direction de la Construction lors de l'élaboration de l'arrêté du 3 mars 1982 fixant les règles de construction et d'installation des fosses septiques et appareils utilisés en matière d'assainissement autonome des bâtiments d'habitation. Par ailleurs, pour être efficace, le recours à l'assainissement individuel implique certaines contraintes dans l'établissement du Plan d'Occupation des Sols et dans l'usage des parcelles. Du point de vue du droit de propriété et de la définition du service public de l'assainissement, la réglementation de l'assainissement individuel soulève aussi des questions importantes qui, elles, vont clairement à l'encontre du développement de ces techniques. Ce sont les questions relatives à la prise en charge de l'entretien. Elles se sont heurtées à des obstacles juridiques

¹ La circulaire vise ici plus particulièrement les fosses septiques importantes, les installations de décantation-digestion et les fossés d'oxydation.

insurmontés jusqu'à la publication de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992. L'obligation de signer un contrat d'entretien est repoussée par les juristes car elle est jugée contraire à la liberté de contracter. Cette liberté est, pourtant, bafouée pour le plus grand bien de tous dans le cas des assurances automobile, logement et responsabilité civile et cela est accepté de manière consensuelle. L'institution d'un service public d'assainissement autonome nécessiterait que les agents chargés de ce service puissent entrer à tout moment à l'intérieur de la propriété privée, ce qui était interdit jusqu'à la parution de la loi de 1992. De plus, ce service nécessite l'établissement d'une redevance d'assainissement particulière, ce que le code des communes réservait, jusqu'en janvier 1992, à l'assainissement collectif.

L'arrêté de 1982 est un compromis entre ces intérêts divergents. Par rapport à la réglementation antérieure, les trois principales nouveautés résident dans l'apparition, pour la première fois dans un texte réglementaire, du terme assainissement autonome, dans l'obligation de traiter toutes les eaux domestiques et non plus les seules eaux vannes et, enfin, dans la définition plus systématique et plus précise des filières autorisées.

L'utilisation du terme autonome n'est pas sans conséquences et n'a pas eu lieu sans arrière-pensées. Certains y voient le signe d'une volonté de techniciser ce domaine en supprimant un mot, l'assainissement individuel, qui était devenu synonyme de technique non fiable (Fritsch E., 1993 d'après entretien avec Monsieur Cadiou, Agence de l'eau Seine-Normandie). D'autres vont plus loin et voient dans l'emploi de ce nouveau mot la preuve d'une tactique visant à donner des dispositifs d'assainissement autonome la vision de systèmes indépendants techniquement. Quoi qu'il en soit, la différence de langage (privé, individuel, autonome) ne résulte pas d'une différence technique des dispositifs, mais d'une volonté de revalorisation de ce type d'assainissement (Panagiotis F., 1983). Le passage du terme "individuel" au terme "autonome" marque la promotion d'un assainissement de qualité, qu'il s'agisse d'assainissement privé individuel ou unifamilial ou d'assainissement privé collectif regroupant plusieurs habitations (Fritsch E., 1993). Par ailleurs, les rédacteurs de ce texte n'ont pu ignorer le sens donné au mot autonome en matière politique. Ainsi, l'utilisation du mot autonome comme celle du terme alternatif pour désigner des techniques ne renvoie-t-elle pas aux courants contestataires recherchant une autre voie que la voie classique en matière politique¹ ? Ce qui est certain, c'est qu'être en faveur de l'utilisation de l'assainissement autonome est révélateur d'un positionnement différent de celui, plus classique, en faveur du réseau et marque donc une attitude différente vis-à-vis des différents représentants de l'État chargés de construire et gérer cette voie classique. Comme nous avons pu le constater au cours d'entretiens, l'utilisation de ce terme semble parfois faire peur ou tout du moins choquer certains professionnels qui peuvent alors avoir des réactions à la limite de la rationalité, à cause de ce sens équivoque des termes autonome ou alternatif.

L'autre nouveauté de ce texte réside dans l'obligation de traiter toutes les eaux domestiques et non plus les seules eaux vannes. En effet, l'arrêté de juin 1969 mentionnait seulement la possibilité de traiter les eaux ménagères. Il ne prévoyait pas implicitement le traitement des eaux vannes. L'accroissement de la consommation d'eau liée en grande partie à l'équipement électroménager, ainsi que la pollution de plus en plus importante des eaux vannes ont rendu leur rejet en l'état de plus en plus inacceptable.

La dernière innovation est la définition limitative des filières d'assainissement, excluant tout procédé autre que ceux décrits par le texte. L'arrêté privilégie le traitement par la fosse septique toutes-eaux et l'épuration par le sol. En revanche, en contrepartie de l'interdiction implicite² du plateau absorbant ou du filtre à cheminement lent, il reconnaît comme technique de plein droit les dispositifs nouveaux suivants :

- micro-station,
- lits filtrants drainants.

L'arrêté de 1982 reste cependant imprécis sur différents aspects. Il n'impose pas de dimensionnement minimum du système d'épandage ni de normes chiffrées de rejet sauf si celui-ci est effectué dans un milieu hydraulique superficiel. Le dimensionnement des fosses septiques est restreint autant que possible afin de minimiser le coût d'investissement. Ceci implique cependant la nécessité d'une fréquence plus élevée de vidange. Le texte ne fait que prescrire un écoulement évitant les cheminements directs entre l'entrée et la sortie. Le but de ce silence est de ne pas pénaliser les constructeurs de fosses non cloisonnées. C'est cette même motivation de non discrimination entre les constructeurs qui a contribué à faire admettre des dispositifs contestés et contestables comme les micro-stations et les filtres

¹ Certaines tendances du mouvement vert sont issues de ce courant, l'autonomie s'associant souvent au retour à la campagne.

² Ils ne sont pas mentionnés par le texte.

bactériens percolateurs. Par contre, il n'autorise pas les décanteurs digesteurs pour les collectivités de moins de 30 habitants. Cela ne pénalise personne, aucune firme n'étant spécialisée uniquement dans ces appareils.

Autre reproche fait à ce texte : il est très imprécis au sujet du système d'épandage. Par ailleurs, le respect des indications de dimensionnement minimal et de fonctionnement des fosses chimiques conduit à une nécessité de vidanges très fréquentes, tous les quatre jours selon Daniel Faudry (Faudry D., 1985). Aucun propriétaire n'est en mesure de supporter ou d'accepter cette contrainte. De telles prescriptions sont très dangereuses car, mise à part la clause générale de respect des prescriptions de la police des eaux, rien n'est dit quant à l'interdiction de vidange dans les égouts ou rivières. Or, les effluents rejetés par les fosses chimiques sont très caustiques. En ce qui concerne les fosses d'accumulation, aucun volume minimum n'est prescrit. Ici, l'effet pervers est bien connu des professionnels : la fosse d'accumulation est si souvent pleine que l'usager perce un orifice au fond à l'aide d'une barre à mine. Les fosses d'accumulation préfabriquées présentent d'ailleurs un défoncé dans le fond suggérant cette "solution" radicale au propriétaire.

Ces "oublis" ne sont que partiellement comblés par la circulaire du 20 août 1984 relative à l'assainissement autonome des lotissements d'habitation puisque seul le dimensionnement du système d'épandage est plus détaillé. Cette circulaire, qui abroge la circulaire du 2 mai 1968, ne reconduit pas le système de procédure administrative d'autorisation par le maire après avis de la D.D.A.S.S.. Néanmoins, cette procédure est restée en vigueur dans de nombreux départements. Un rapport d'enquête de la Direction Générale de la Santé publié en 1991 montre que, en 1987, 35% des D.D.A.S.S. étaient consultés systématiquement lors de l'installation d'un dispositif d'assainissement autonome, en dehors des procédures d'urbanisme existantes. La D.D.A.S.S. est consultée sous couvert du maire dans 80 des départements et directement par le propriétaire dans 40% des départements (dans plusieurs départements, les deux modes de consultation peuvent être rencontrés). 34% des D.D.A.S.S. ont déclaré être consultées systématiquement lors des demandes de permis de construire et 70% des services sont consultés de manière systématique pour les opérations d'assainissement autonome.

Malgré certains progrès, l'assainissement autonome était loin, faute d'une réglementation suffisamment stricte pour garantir un minimum de précautions lors de son emploi, de pouvoir accéder au rang de technique à part entière reconnue par les différents professionnels.

Néanmoins, il est reconnu comme une voie possible au niveau européen. La directive européenne n°91/271 relative aux eaux résiduaires urbaines indique que "lorsque l'installation d'un système de collecte ne se justifie pas, soit parce qu'il ne présenterait pas d'intérêt pour l'environnement, soit parce que son coût serait excessif, des systèmes individuels ou d'autres systèmes appropriés assurant un niveau identique de protection de l'environnement sont utilisés".

Enfin la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 marque une réelle progression dans le sens d'une meilleure reconnaissance en indiquant aux communes ou à leurs groupements qu'ils doivent délimiter, après enquête publique, les zones d'assainissement collectif et celles d'assainissement non collectif. Ce choix entre le collectif ou l'autonome doit se faire en fonction de divers critères : économiques, politiques, techniques (en particulier la prise en compte des aptitudes du sol). Cette loi permet la mise en place d'un service public d'assainissement autonome par les dispositions suivantes : les collectivités **devront** assurer le contrôle de l'assainissement non collectif et **pourront** prendre en charge les dépenses d'entretien de ce mode d'assainissement autonome (titre II, article 35). Les agents du service d'assainissement **ont ainsi accès aux propriétés privées** (titre II, article 36). L'obligation imposée aux communes est limitée au seul contrôle de ces systèmes. La prise en charge des frais d'entretien est une possibilité, ce n'est en aucun cas une obligation. L'investissement nécessaire à la mise en place des systèmes d'assainissement autonome restent donc à la charge des propriétaires. L'article 36 de la loi sur l'eau a donné un droit d'accès aux agents du service d'assainissement, non seulement pour assurer le contrôle, et, éventuellement l'entretien des dispositifs d'assainissement autonome mais aussi pour assurer le contrôle des ouvrages privés d'amenée des eaux usées à la partie publique du branchement sur le réseau de collecte. En matière de modalités de financement, le service public d'assainissement autonome est traité à égalité avec le service public d'assainissement collectif. La loi sur l'eau de 1992 a modifié l'article L-372-6 du code des communes : la nouvelle rédaction fait des services d'assainissement tant collectif qu'autonome des services publics à caractère industriel et commercial. Le service d'assainissement autonome doit donc être financé par des redevances payées par les usagers, ce qui appelle deux questions : les communes doivent-elles créer une redevance spécifique ou peut-on assujettir les usagers des dispositifs d'assainissement autonome à la même redevance assainissement que celle prélevée auprès des usagers du système collectif ? S'il s'agit d'une redevance spécifique, l'assiette de celle-ci doit-elle être calculée sur le volume d'eau consommée ou sur le volume de matières de vidange produites ?

La situation de l'assainissement autonome a évolué d'une place de technique non fiable, au rabais et provisoire vers une place de technique à part entière qu'elle n'a cependant pas complètement atteint. Cette évolution est nécessaire plus encore en France que dans d'autres pays car elle présente l'une des plus grandes proportions de population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome.

I-2) Évolution du parc technologique d'assainissement autonome.

I-2-1) Proportion de la population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome.

Selon le ministère de l'environnement, 11 millions des personnes rejetant des effluents (soit environ 20% de la population française) relèvent de l'assainissement autonome. Selon cette même source, près de 45% de ces 11 millions de personnes n'étaient pas équipés de façon correcte en 1985. Autrement dit, seulement 6 millions de personnes, soit 10,8% de la population, sont correctement raccordées à un dispositif d'assainissement autonome fiable. Par ailleurs, le dernier inventaire communal fait ressortir que 4,98 millions de logements sur 24,36 millions (Soit 20,4 %) ne sont pas raccordés à un réseau.

Notre enquête a permis d'affiner les connaissances dans ce domaine. Dans un questionnaire envoyé aux techniciens des D.D.A.S.S., des D.D.A.F., des D.D.E et des S.A.T.E.S.E., nous avons posé la question suivante : "Selon vous, quelle est la proportion de la population de votre département desservie par un dispositif d'assainissement autonome ?". Les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau 96 : Proportion de la population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome selon divers organismes¹.

Organismes dont l'ingénieur chargé de l'assainissement a été contacté	Nb de réponses à la question	% de dpts concernés	Total de la population des départements concernés	% de la population Française	Pop des départements concernés desservie par assainissement autonome	% par rapport au total de la pop. des départements concernés
D.D.A.S.S.	54	56,25%	29.864.046	52,3%	9.255.683	31%
D.D.A.F.	34	35,4%	18.235.575	32%	4.550.477	25,1%
D.D.E	34	35,4%	19.162.929	33,6%	4.500.372	23,5%
S.A.T.E.S.E.	43	44,8%	25.168.273	44,1%	4.848.950	19,3%
C.D.H.	24	25%	15.136.639	26,5%	4.496.522	29,7%

Il n'a pas été demandé quelle était la proportion des habitants desservie par un système fiable. Par conséquent, les chiffres obtenus doivent être comparés au chiffre de 11 millions de personnes relevant de l'assainissement autonome (20% de la population) avancé par le ministère de l'environnement.

A l'exception des agents des S.A.T.E.S.E., les différents acteurs contactés font une estimation bien supérieure à celle effectuée par les techniciens de D.D.A.S.S. en 1985. Ce sont d'ailleurs les techniciens des D.D.A.S.S. qui ont répondu le plus fréquemment et leurs estimations conduisent à évaluer la population desservie par un dispositif d'assainissement autonome à 31% de la population française.

Pour établir une fourchette d'estimation, nous avons adopté la méthode suivante. Dans un premier temps, prenant l'hypothèse la plus défavorable à l'assainissement autonome, nous avons pris pour chaque département, la réponse la plus basse, ou l'unique si un seul organisme de ce département a répondu à la question. Ainsi, nous avons une réponse pour 83 départements (86,5% des départements métropolitains) regroupant 48 384 504 habitants soit 86,1% de la population française. En prenant en compte les réponses les plus basses, nous arrivons à un pourcentage de la population desservie par un dispositif autonome de 22,6%. Ensuite, nous avons suivi la même méthode mais en prenant la réponse la plus haute ou l'unique si un seul organisme de ce département a répondu à la question. Pour les 83 départements regroupant 86,1% de la population française, nous arrivons alors à un pourcentage de la population desservie par un dispositif autonome de 30,4%. Si l'on retient l'hypothèse basse, notre chiffre confirme plutôt les 20% avancés par le ministère de l'environnement. En revanche, le choix de l'hypothèse haute nous conduit à une estimation bien plus élevée.

¹ Bien que Paris n'ait pas répondu, les grands départements urbains tels que le Rhône et les départements de la petite couronne ont retourné des questionnaires exploitables. L'échantillon ainsi constitué paraît donc satisfaisant.

Une autre enquête réalisée auprès des communes conduit à une autre estimation de la population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome. L'enquête a été réalisée sur un échantillon relativement satisfaisant du point de vue de la représentativité.

Tableau 97 : Pourcentage de la population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome selon les réponses des techniciens municipaux.

Strate démographique	Nb de communes dont un technicien ou un élu a répondu à la question relative à la population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome	Population concernée	Population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome	
+ de 10000 hab.	196	8.050.910	752.426	9,3%
- de 10000 hab.	132	171.036	45.732	26,74%

Si l'on retient le pourcentage de 9,3% de la population vivant dans une commune de plus de 10.000 habitants, cela représente 2,66 millions de personnes raccordées¹ à un dispositif d'assainissement autonome. En suivant la même démarche pour les communes de moins de 10.000 habitants, cela représente 7,77 millions de personnes². Ce dernier chiffre ne peut être que sous-estimé, le fait qu'une commune soit desservie à 100% par l'assainissement autonome étant un facteur de non réponse. Néanmoins si l'on en croit les techniciens et élus des communes, 10,4 millions d'habitants de la France métropolitaine voient leurs eaux usées traitées par l'assainissement alternatif soit **18,08%** de la population française. Ce chiffre est inférieur à ceux fournis par les techniciens des services départementaux et à celui fourni par les documents officiels. La prise en compte ou non de la population des résidences secondaires peut, il est vrai, faire fortement varier les estimations.

Les réponses données paraissent peu fiables, ce qui traduit le faible intérêt pour l'assainissement autonome. Il ressort néanmoins que le chiffre de 20% n'est donc pas infirmé par notre enquête. Il semble cependant, au regard des réponses des différents organismes départementaux, qu'une légère révision à la hausse soit plus pertinente. Un taux de 25% de la population raccordée à un dispositif d'assainissement individuel (soit 14,25 millions de personnes) est, sans doute, un reflet plus correct de la réalité (Barraqué B. et Berland J.M., 1992). Rappelons qu'avancer un tel chiffre n'est pas contradictoire avec l'existence d'un taux de desserte égal à 79,5% en 1988, certains logements desservis n'étant pas réellement raccordés au réseau. Sur ces quelques 14,25 millions de personnes, il est plus que vraisemblable que 45%, soit 6,4 millions de personnes, ne soient pas raccordés à un système fiable. Pour diverses raisons (maison isolée, coût de raccordement élevé...), la plupart de ces personnes ne peut actuellement être raccordée au réseau public. C'est pourquoi la loi sur l'eau est la bienvenue. Elle met en place différents outils que les professionnels vont pouvoir utiliser pour améliorer la gestion de ce parc technologique d'une importance non négligeable. Les chiffres établis montrent aussi que l'entretien et la construction, voire le contrôle, de dispositifs d'assainissement autonome constituent un très grand marché, y compris dans certaines grandes villes.

I-2-2) Les techniques employées.

Il n'a pas été possible de reconstituer finement un historique du parc technologique d'assainissement autonome. A ce jour, aucun recensement officiel des techniques utilisées n'a eu lieu. Il est certain que les techniques utilisées avant la seconde guerre mondiale étaient le plus souvent inefficaces et très peu fiables. Des progrès techniques réels ont eu lieu à partir des années 50, grâce à l'emploi de savoir-faire venant des U.S.A.. Les fosses septiques sont devenues plus fiables et les techniques d'épuration par le sol, rustiques et efficaces, ont été mises en avant par les textes (Fritsch E., 1993). Mais le parc technologique d'assainissement autonome est-il aujourd'hui un parc rationnel et moderne ? Les techniques rustiques les plus recommandées, c'est-à-dire une fosse septique suivie d'un système d'épuration par un sol naturel ou reconstitué, sont-elles les plus utilisées ?

En exploitant les résultats du questionnaire envoyé aux D.D.A.S.S., Emanuele Fritsch a pu donner une première estimation de la morphologie du parc technologique d'assainissement autonome (cf. tableau ci-après).

¹ Les communes de plus de 10.000 habitants comptent 28.621.565 habitants (recensement 1990).

² Les communes de moins de 10.000 habitants comptent 29.062.559 habitants (recensement 1990).

Tableau 98: Filières techniques les plus utilisées (Fritsch E., 1993).

	% d'habitants raccordés au dispositif décrit en colonne 1 (calculé par rapport au nombre total de personnes relevant de l'assainissement autonome)
Fosse septique + Lit d'épandage sur sol naturel	63,4 %
Fosse septique + Lit d'épandage sur sol reconstitué	4,1 %
Fosse septique + Tertre d'infiltration	0,9 %
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux vertical	9,5 %
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux horizontal	7,3 %
Fosse d'accumulation eaux vannes	1,2 %
Fosse d'accumulation toutes eaux	0,7 %
Fosse chimique	0,2 %
Micro station	1,6 %
Autres procédés	11,1 %

Le dispositif le plus utilisé au sein du parc d'assainissement autonome est celui de la fosse septique suivie d'un épandage sur sol naturel (60 à 65 % de la population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome) ; puis celle des fosses septiques plus lit filtrant à flux vertical ou horizontal (15 à 18 % de la population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome). Les fosses septiques suivies d'un épandage sur sol reconstitué sont rares. Les fosses d'accumulation, fosses chimiques et micro-stations sont, elles, marginales.

Les filières les plus utilisées sont celles qui sont réputées les plus fiables et les plus rustiques. Bien qu'il n'ait pas été possible de reconstituer en détail l'histoire des techniques utilisées, il est aujourd'hui possible d'affirmer que les puisards et autres techniques préjudiciables pour le milieu récepteur ne sont plus utilisées. Une rationalisation du parc a donc bien eu lieu mais cet équipement offre-t-il toutes les garanties quant à la fiabilité ? Nous l'avons vu au début de ce chapitre, le ministère de l'environnement affirme que près de 45% des personnes relevant de l'assainissement autonome ne sont pas équipées de façon correcte en 1985. Notre enquête le confirme avec les réponses à la question "quelles sont les principales difficultés techniques et sanitaires liées aux dispositifs d'assainissement autonome ?" (cf. tableau ci après).

Tableau 99 : Difficultés le plus fréquemment évoquées par les professionnels de l'eau.

	Nb d'acteurs ayant évoqué la proposition écrite en colonne 1							
	DDASS	DDAF	DDE	SATESE	CDH	Grandes villes	Communes rurales	Total
Mauvais choix techniques de la part des usagers	8 (11%)	0	1 (2,4%)	3 (4,8%)	0	0	0	12 (1,6%)
Manque d'entretien	17 (23,3%)	30 (46,2%)	32 (76,2%)	40 (63,5%)	16 (19,8%)	63 (24,4%)	15 (9,1%)	213 (28,6%)
Problème de contrôle (insuffisance, absence...)	2 (2,7%)	21 (32,3%)	13 (30,9%)	12 (19%)	0	38 (14,7%)	5 (3%)	91 (12,2%)
Installation pas réalisée selon les règles de l'art	26 (35,6%)	12 (18,5%)	15 (35,7%)	23 (36,5%)	4 (4,9%)	9 (3,5%)	7 (4,7%)	96 (12,9%)
Problème dû à la topographie	10 (13,7%)	11 (16,9%)	2 (4,8%)	3 (4,8%)	0	5 (1,9%)	2 (1,2%)	33 (4,4%)
Surface des parcelles trop faible	11 (15,1%)	12 (18,5%)	1 (2,4%)	6 (9,5%)	8 (9,9%)	6 (2,3%)	2 (1,2%)	46 (6,2%)
Problèmes liés à la nature des sols	35 (47,9%)	21 (32,3%)	18 (42,9%)	24 (39,1%)	14 (17,3%)	45 (17,4%)	18 (10,9%)	175 (23,5%)
Risque de pollution de la nappe	0	3 (4,6%)	3 (7,1%)	5 (7,9%)	0	13 (5%)	2 (1,2%)	26 (3,5%)
Nb d'acteurs ayant retourné un questionnaire exploitable	73 (100%)	65 (100%)	42 (100%)	63 (100%)	81 (100%)	258 (100%)	163 (100%)	745 (100%)

Ce sont le manque d'entretien et les problèmes liés à la nature des sols qui semblent le plus préoccuper les professionnels. Les acteurs travaillant en D.D.A.S.S. citent plus fréquemment que les autres les points qu'ils étaient tenus de contrôler lors de la procédure d'autorisation (dont le mécanisme perdure malgré l'abrogation de la circulaire qui l'instituait). Ces acteurs citent plus souvent que les autres les problèmes liés à la nature des sols, aux mauvais choix techniques de la part des usagers et ceux liés au fait que l'installation du dispositif n'a pas eu lieu dans les règles de l'art. Ils citent moins fréquemment que les autres les problèmes dus au manque de contrôle, ce qui n'est qu'une simple confirmation de l'influence de la fonction sur la vision des choses. Les réponses à cette question confirment l'existence d'un réel

manque de fiabilité des appareils en service actuellement et tend à montrer que l'équipement rationnel en matériel d'assainissement moderne et fiable est loin d'être achevé.

I-3) Normes non écrites : des professionnels toujours réticents mais un certain renouveau sur le terrain.

I-3-1) Des réticences qui perdurent.

Le rejet ou la méfiance vis-à-vis de cette voie n'est plus majoritaire chez les professionnels comme l'indiquent les réponses à la question : "L'assainissement autonome est, pour vous :

- * proposition 1 = une voie à proscrire ;
- * proposition 2 = un pis-aller en attendant la venue du réseau d'assainissement public ;
- * proposition 3 = une solution technique qui a tout à fait sa place dans certaines zones où le réseau d'assainissement public présente un coût économiquement inacceptable."

Les professionnels ont répondu de la manière suivante :

Tableau 100 : Jugement des professionnels sur l'assainissement autonome.

Réponses	DDASS	DDAF	CDH	DDE	SATESE	Grandes villes	Communes rurales	TOTAL
Proposition 1	0	0	0	15 (23,8%)	0	47 (18,7%)	18 (11%)	80 (10,7%)
Proposition 2	4 (5,5%)	6 (9,2%)	1 (2,4%)	14 (22,2%)	6 (7,4%)	56 (21,7%)	23 (14,1%)	110 (14,8%)
Proposition 3	65 (89%)	59 (90,8%)	37 (88,1%)	32 (50,8%)	74 (91,4%)	102 (39,5%)	71 (43,6%)	440 (59,1%)
Propositions 1 et 2	0	0	0	0	0	15 (5,8%)	6 (3,7%)	21 (2,8%)
Propositions 1 et 3	0	0	0	0	0	5 (1,9%)	3 (1,8%)	8 (1,1%)
Propositions 2 et 3	0	0	1 (2,4%)	0	0	23 (8,9%)	22 (13,5%)	46 (6,2%)
Propositions 1, 2 et 3.	0	0	0	0	0	2 (0,8%)	2 (1,2%)	4 (0,5%)
Pas de réponse	4 (5,5%)	0	3 (7,1%)	2 (3,2%)	1 (1,2%)	8 (3,1%)	18 (11%)	36 (4,3%)
Nb d'acteurs ayant retourné un questionnaire exploitable	73 (100%)	65 (100%)	42 (100%)	63 (100%)	81 (100%)	258 (100%)	163 (100%)	745 (100%)

La majorité des professionnels voit dans les dispositifs d'assainissement autonome une réelle alternative au réseau en cas d'impossibilité économique de construire un réseau. Néanmoins, la proportion d'acteurs qui les rejette ou y voit un pis-aller est loin d'être négligeable (un peu plus du tiers de l'échantillon).

On constate une certaine différence d'opinion en fonction de l'échelle territoriale couverte par l'organisme auquel appartiennent les acteurs. Si, actuellement, plus aucun acteur travaillant en D.D.A.S.S., D.D.A.F., S.A.T.E.S.E. ou siégeant au Conseil Départemental d'Hygiène ne considère l'assainissement autonome comme une voie à proscrire, la part des communes urbaines ou rurales qui le condamnent ou, au mieux, le considèrent comme un pis-aller en attendant la venue du réseau d'assainissement public est encore très élevée.

Parmi les services départementaux, les D.D.E. semblent bien plus réticentes que les autres envers l'assainissement privé. Il faut cependant noter que la question qui leur était posée était différente puisque le libellé exact en est :

"L'assainissement autonome, en milieu urbain, est, pour vous :

- * proposition 1 = une voie à proscrire ;
- * proposition 2 = un pis-aller en attendant la venue du réseau d'assainissement public ;
- * proposition 3 = une solution technique qui a tout à fait sa place dans certaines zones où le réseau d'assainissement public présente un coût économiquement inacceptable."

Il est fort probable que, si l'on avait posé exactement la même question aux autres acteurs départementaux, nous aurions eu un nombre bien plus élevé d'acteurs départementaux condamnant l'assainissement autonome. Il n'en reste pas moins que les D.D.E. ont compétence pour la maîtrise d'oeuvre en milieu urbain. Elles sont ainsi en position de blocage pour tout projet de service public d'assainissement autonome en périphérie des villes.

L'opposition d'acteurs méfiants ou hostiles à l'assainissement autonome est confirmée par l'analyse des réponses à la question : "Mettre en place un service public chargé de gérer collectivement l'assainissement autonome constitue-t-il une priorité selon vous ?".

Tableau 101 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs à la mise en place d'un service public chargé de gérer collectivement l'assainissement autonome.

Acteurs appartenant aux	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	Pas de réponse	Autre	TOTAL
D.D.E.	18 (28,6%)	22 (34,9%)	11 (17,5%)	6 (9,5%)	4 (6,3%)	2 (3,2%)	63 (100%)
D.D.A.F.	7 (9,3%)	33 (44%)	18 (24%)	10 (13,3%)	6 (8%)	1 (1,3%)	75 (100%)
S.A.T.E.S.E.	13 (16%)	30 (37%)	21 (25,9%)	8 (9,9%)	8 (9,9%)	1 (1,2%)	81 (100%)
C.D.H.	9 (21,4%)	15 (35,7%)	10 (23,8%)	2 (4,8%)	6 (14,3%)	0	42 (100%)
Grandes villes	11 (4,3%)	33 (12,8%)	38 (14,7%)	91 (35,3%)	82 (31,8%)	3 (1,2%)	258 (100%)
Communes rurales	8 (4,9%)	13 (8%)	11 (6,7%)	48 (29,4%)	81 (49,7%)	2 (1,2%)	163 (100%)
TOTAL	66 (9,7%)	146 (21,4%)	109 (16%)	165 (24,2%)	187 (27,4%)	9 (1,3%)	682 (100%)

Les organismes départementaux réservent un accueil relativement favorable à l'idée d'un service public chargé de gérer collectivement l'assainissement autonome. Il n'en est pas de même pour les collectivités locales petites ou grandes qui, dans la majorité des cas, y sont au mieux indifférentes (absence de réponse), au pire hostiles, et qui jugent cette action inutile.

Les réticences vis-à-vis des actions d'information des usagers sur l'assainissement autonome, qui pourrait être l'une des principales missions du service public à mettre en place, restent très importantes parmi certains acteurs. En effet, à la question "informer l'utilisateur potentiel sur l'assainissement autonome vous semble-t-il constituer une priorité ?", les acteurs contactés ont fourni les réponses suivantes :

Tableau 102 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs aux actions visant à informer les usagers potentiels sur l'assainissement autonome

Acteurs appartenant aux	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	Pas de réponse	Autre	TOTAL
D.D.E.	12 (19%)	32 (50,8%)	11 (17,5%)	4 (6,3%)	4 (6,3%)	0	63 (100%)
D.D.A.F.	10 (13,3%)	36 (48%)	15 (20%)	2 (2,7%)	8 (10,7%)	4 (5,3%)	75 (100%)
S.A.T.E.S.E.	9 (11,1%)	38 (46,9%)	20 (24,7%)	4 (4,9%)	10 (12,3%)	0	81 (100%)
C.D.H.	4 (9,5%)	26 (61,9%)	6 (14,3%)	0	5 (11,9%)	1 (2,4%)	42 (100%)
Grandes villes	12 (4,7%)	53 (20,5%)	44 (17,1%)	78 (30,2%)	66 (25,6%)	5 (1,9%)	258 (100%)
Communes rurales	8 (4,9%)	29 (17,8%)	19 (11,7%)	35 (21,5%)	67 (41,1%)	5 (3,1%)	163 (100%)
TOTAL	55 (8,1%)	214 (31,4%)	115 (16,9%)	123 (18%)	160 (23,5%)	15 (2,2%)	682 (100%)

On observe vis-à-vis de l'information des usagers sur l'assainissement autonome le même phénomène que pour la proposition précédente : bon accueil de la part des organismes départementaux, indifférence ou refus des communes. Les acteurs à qui incombe la mise en place d'un service public d'assainissement autonome sont les plus réticents à cette solution. Il y a bien là une limite à l'émergence d'une approche visant à achever d'équiper le territoire français en dispositifs fiables et à gérer ce parc collectivement.

L'étude de l'opinion des professionnels sur l'assainissement autonome regroupé apporte une dernière confirmation de ces différents blocages.

Un dispositif d'assainissement autonome regroupé est une des installations du type de celles décrites en annexe 23 à laquelle est raccordé un nombre limité d'habitations (de deux à une dizaine). Même en admettant que la commune se charge de l'entretien de cette installation, la question de

l'emplacement de l'installation de traitement des eaux usées reste, même après la parution de la loi sur l'eau de 1992, l'objet d'une controverse. Certains ne conçoivent cette installation que sur un terrain communal, d'autres sur un terrain privé. La dernière solution oblige à établir une servitude sur un terrain privé, ce qui pose de gros problèmes juridiques. En revanche, la première solution, si elle règle le problème relatif à la propriété privée et permet à la commune de prendre en charge l'investissement en toute légalité, a pour principal défaut de ne plus être un dispositif d'assainissement autonome mais un mini-système "réseau + station communale" et il n'est plus évident que cette solution soit des plus économiques si la commune doit acheter une multitude de parcelles pour y installer les dispositifs de traitement des eaux usées. Quel est l'avenir de cette solution ?

Tableau 103 : Opinion des communes vis-à-vis de l'assainissement autonome regroupé.

		Grandes villes	Communes rurales
La solution de l'assainissement autonome regroupé est de plus en plus évoquée. Cette alternative au réseau d'assainissement et à la station vous semble-t-elle répondre aux besoins de certains quartiers de votre commune ?	Oui	52 (20,2%)	44 (27%)
	Non	168 (65,1%)	69 (42,3%)
	Ne se prononce pas	38 (14,7%)	50 (30,7%)

Cette voie technique rencontre l'opposition de la majorité des professionnels. Même au niveau des communes rurales, pourtant les plus susceptibles d'être intéressées, 61% des personnels qui se sont exprimés rejettent cette solution. Que reproche-t-on à l'assainissement autonome regroupé ? Le dépouillement des questions relatives à celui-ci (cf. annexes 1 à 7) ne permet pas de répondre très précisément. En effet, les D.D.A.F., les Conseils Départementaux d'Hygiène, les S.A.T.E.S.E. et les communes interrogés à ce sujet ont utilisé pas moins de 70 arguments différents, l'occurrence de chacun étant faible. On peut, néanmoins, avancer que les rares partisans de cette technique mettent en avant son intérêt économique dans le cas d'un habitat dispersé, mais aussi ses qualités techniques telles que la rusticité, la souplesse et la qualité de l'épuration par le sol. En revanche le grand souci des adversaires semble le contrôle, la gestion et l'entretien des dispositifs. *"Qui va contrôler ? Qui va gérer et entretenir ? Il existe des risques de tension entre les voisins. Que vont devenir les matières de vidange ? Cela multiplie les nuisances..."* Voici quelques exemples d'arguments contre l'assainissement autonome regroupé. Ils démontrent que cette solution ne peut se concevoir qu'accompagnée d'un service public chargé de gérer les installations d'assainissement autonome. Ce qui renvoie, nous l'avons vu plus haut, aux réticences des acteurs de l'échelon communal.

L'évolution des textes relatifs à l'assainissement autonome va dans le sens d'une meilleure reconnaissance de cette voie. Le fait que les réticences des acteurs perdurent montre que différents facteurs, autres que celle d'une mauvaise reconnaissance par les normes, ont un effet décisif sur le positionnement des acteurs. Quatre parmi ceux-ci nous paraissent prépondérants :

1°) l'assainissement autonome étant un procédé provisoire et privé, il est entièrement à la charge des propriétaires. Ainsi, même s'il est globalement plus coûteux, l'assainissement collectif est préférable pour ces derniers puisqu'il est à la charge de la commune qui, bien souvent, ne répercute qu'une petite partie de la dépense sur les nouveaux raccordés. Ce facteur joue aussi auprès des ingénieurs de l'État ou des villes et des élus, puisque ceux-ci, attachés à l'égalité des citoyens devant le service public, acceptent mal l'idée que certaines personnes aient à prendre totalement en charge le coût de leur assainissement ;

2°) l'assainissement autonome concurrence directement le marché des canalisations et de l'épuration. En effet, les entreprises de fabrication de tuyaux sont, à l'exception d'une, absentes du marché des équipements individuels et les principaux fabricants de matériel d'épuration n'ont pas développé le marché des micro-stations ;

3°) développer l'assainissement autonome sur une commune ne permet pas de faire augmenter son taux de collecte ou son taux d'épuration qui sont les deux indicateurs de référence ;

4°) pour les techniciens de l'État ou des villes, cette voie relève de la biologie, discipline qui leur est étrangère. De plus, elle ne se prête pas à la réalisation de grands travaux de génie civil où, par contre, ils ont reçu une solide formation.

I-3-2) Un certain renouveau sur le terrain : les expérimentations.

Les limites à une reconnaissance de l'assainissement autonome comme une technique à part entière sont donc importantes. Néanmoins, sur le terrain, le renouveau de cette solution a été réel à partir du début des années 1980. Plusieurs opérations ont été mises en oeuvre à l'initiative et avec l'appui

financier d'Agences de l'Eau, de D.D.A.F. et/ou de collectivités locales. Ces opérations, comme nous allons le constater, ont parfois été et, pour certaines, sont encore à la limite de la légalité. Outre ces opérations, en général expérimentales, de nombreuses communes ont intégré cette technique dans leur schéma d'assainissement. Il s'est développé ainsi toute une méthodologie d'études de choix techniques d'assainissement, fondées principalement sur des critères topographiques et géo-pédologiques. Toutes les Agences de l'Eau subventionnent ces études d'aptitude des sols à l'assainissement autonome. Mais revenons aux expériences de service public d'assainissement autonome car elles sont riches en enseignements relatifs aux limites et perspectives de cette voie alternative au réseau.

D'une manière générale, c'est suite à une situation de crise mettant en évidence un problème sanitaire ou d'environnement que des communes ont engagé de telles opérations. C'est le constat de l'impossibilité économique ou technique de réaliser un assainissement collectif qui a conduit les collectivités à envisager la réhabilitation et l'entretien des dispositifs d'assainissement de manière collective. Cet entretien de dispositifs privés ne pouvant, en aucun cas, être rendu obligatoire, c'est donc un service facultatif qui a été offert aux particuliers. Afin de gagner l'adhésion de ces propriétaires, des campagnes de sensibilisation et d'information ont dû être menées. L'accord de chaque particulier a été ensuite concrétisé par une convention individuelle qui l'a lié à la collectivité. Cette convention avait à chaque fois pour but principal la définition de la pénétration des agents d'entretien dans sur la propriété privée. Le contrat a donc été utilisé comme instrument par les collectivités pour se protéger d'éventuelles réactions négatives des particuliers face à la mise en cause du droit inaliénable à la propriété. Deux facteurs ont permis de gagner la confiance des usagers. D'une part, les initiatives des communes ont toujours répondu à des problèmes cruciaux que chaque particulier concerné par l'opération avait pu ressentir. D'autre part, toutes les opérations présentaient de réels et évidents avantages financiers pour les propriétaires (Alexandre O., 1993). On constate donc une certaine constante dans les réponses apportées à différentes grandes questions. Cela ne se limite pas au seul problème de l'accès aux propriétés privées et de son règlement par l'accord conventionnel des particuliers. Sur toutes ces opérations, la maîtrise d'ouvrage des travaux de réhabilitation a été déléguée à la collectivité. Il n'a jamais été envisagé de laisser à chaque particulier la charge de réaliser ou de réhabiliter ses propres équipements moyennant le respect d'un cahier des charges techniques et d'un contrôle de conformité. Dans la majeure partie des cas, les ouvrages ont été remis, au terme des travaux, au particulier qui en est devenu propriétaire. Il devra, à ce titre, supporter la charge des grosses réparations et du renouvellement des ouvrages. Cette démarche est cependant illégale car, en droit français, il est interdit de financer par de l'argent public une installation privée. En contrepartie de cette prise en charge par la collectivité, le particulier s'engage par convention à respecter les ouvrages et à prendre toutes les précautions nécessaires à la poursuite de leur bon fonctionnement.

Sur l'ensemble des différentes opérations, réhabilitation et entretien ont été associés. Seules les installations réhabilitées par la collectivité ou estimées conformes ont pu bénéficier du service qui comporte trois types d'interventions :

- des visites de routine une à deux fois par an afin de surveiller le niveau des boues dans la fosse et de vérifier la bonne marche du système de dispersion,
- des visites d'entretien lors desquelles la vidange des fosses septiques est réalisée. Ces vidanges sont effectuées avec des fréquences allant, selon les opérations, d'une fois tous les 18 mois à une fois tous les 5 ans, mais c'est le plus souvent tous les 2 ans que les vidanges sont effectuées. Il s'agit davantage d'une fréquence de sécurité que d'une réelle exigence technique,
- des interventions d'urgence.

Différentes solutions ont été retenues pour l'entretien : soit le contrôle des équipements est assuré par la commune qui fait appel au coup par coup à une entreprise spécialisée pour des interventions d'entretien, soit l'ensemble des prestations est assurée par une société de service. D'une manière générale, il semble que la prestation d'entretien reste encore très mal maîtrisée. Cela est dû au manque de connaissance précise du fonctionnement des fosses septiques et à l'absence sur le terrain de règles pratiques permettant une analyse du fonctionnement des équipements et indiquant clairement l'instant à partir duquel la fosse doit être vidangée.

Le financement du service est assuré de deux façons :

- soit par une rémunération forfaitaire annuelle ou semestrielle, le prix reste directement lié à la prestation de service offerte et au nombre de clients,
- soit par une redevance assise sur le volume d'eau consommé. Ce choix est effectué quand l'assainissement collectif et l'assainissement autonome coexistent au sein d'une même collectivité, le but étant alors de placer tous les habitants sur une même base de facturation.

Pour une consommation de référence de 100 m³ par an, les prix de l'entretien varient entre 250 et 570 fr./habitation/an. Le coût moyen des installations est de l'ordre de 29.000 francs TTC mais ils restent

très variables car les coûts moyens par opération varient approximativement de 20.000 à 40.000 francs Hors Taxes. Le rapport des coûts extrêmes est, sur l'ensemble des opérations, de 5. Par opération, il varie de 2,0 à 3,4.

Tableau 104 : Coût par opération (Alexandre O., 1993).

Opération	Nbre d'inst.	Coûts actualisés en fr. HT 1993			Maxi/min
		Moyen	Mini	Maxi	
Denipaire	20	20.667	12.113	29.219	2,4
Sivom de Foix	36	21.925	13.058	36.727	2,8
Pierre Percée	33	31.137	18.833	53.092	2,8
Bailleau-Armenonville	29	33.545	18.140	61.057	3,4
Aulnoy	10	34.996	23.824	47.886	2
Bermont	13	37.353	24.277	61.226	2,5
Syndicat de l'Echandon	6	39.395	24.838	56.453	2,3
Toutes opérations	147	29.311	12.113	61.226	5

Les différences de matériau utilisé pour les fosses septiques expliquent en partie les variations de coût. Ainsi, par exemple, sur le syndicat de l'Echandon, le coût élevé des installations est principalement dû à la mise en oeuvre de fosses septiques en polyester. La très grande variété des ouvrages de prétraitement mis en oeuvre ainsi que l'utilisation de plusieurs filières d'épuration-dispersion entraîne une multitude de facteurs de surcoût. Il est donc difficile de généraliser mais il semble que trois grands facteurs de surcoût par rapport à la seule réhabilitation des appareils défectueux puissent être avancés (Alexandre O., 1993) :

- le coût des ouvrages annexes peut être très important,
- le taux d'installations conformes est très faible. La réutilisation d'équipements existants étant exceptionnelle, la réhabilitation est aussi chère et parfois plus que la construction d'équipements neufs car les anciennes fosses doivent être vidangées et remblayées.
- la réfection des sites peut représenter jusqu'à 15% du coût total des travaux.

Pour conclure sur les expérimentations, il ne faut pas perdre de vue que, si elles ont une très grande importance symbolique en tant que révélateur d'un changement de pratique, elle ne couvrent qu'une infime partie du parc de dispositifs d'assainissement autonome.

L'assainissement autonome a fait, en France, l'objet d'une production de normes écrites assez volumineuse. Le passage d'une place de technique au rabais et provisoire à celle d'une technique à part entière s'effectue actuellement via la mise en place de la possibilité de créer un service public d'entretien des dispositifs. Cependant, on constate au niveau de l'assainissement autonome, la même déconnexion entre normes écrites et pratiques que nous avions constatée au niveau des réseaux et des stations d'épuration. Elle se manifeste, dans le cas présent, par une certaine avance des pratiques sur la loi de 1992. En effet, les opérations expérimentales de service public d'assainissement autonome telles que celles d'Amfreville-la-Campagne ou de Toulouse (Beyeler C., Fritsch E., Berland J.M. - 1993) ont été mises en place au début des années 1980. De plus, les normes écrites restent, jusqu'à ce jour, bien en retrait des pratiques mises en oeuvre lors de ces expériences en ne rendant obligatoire que le contrôle des dispositifs d'assainissement autonome et en ne permettant pas la prise en charge de leur rénovation par la commune. Cependant, si les pratiques d'une infime minorité de communes sont en avance sur la loi, la presque totalité des villes et villages est loin de s'orienter vers la mise en place d'un service de gestion des dispositifs d'assainissement autonome ayant une ambition supérieure à celle du simple contrôle.

Les facteurs économiques ne sont pas défavorables à la mise en place d'un service public d'entretien de l'assainissement autonome puisque celui-ci doit prendre place dans les zones où le coût d'un réseau physique est économiquement inacceptable pour la collectivité. Le plus gros blocage est lié à la nécessité, en cas de mise en place d'un service public, de pénétrer sur la propriété privée, mais d'autres usages font que les acteurs se tournent plus volontiers vers la construction d'un réseau physique que vers la mise en place d'un service public d'assainissement autonome :

- refus de voir certains usagers payer leur installation d'assainissement autonome alors que les habitants de la commune desservis par le réseau ne payent que le raccordement ;
- méfiance à l'égard de dispositifs qui, pour la plupart, manquent de fiabilité ;
- les indicateurs tels que les taux de collecte ou le taux de dépollution n'augmentent pas quand la commune met en place une politique volontariste d'entretien des dispositifs d'assainissement autonome.

En matière d'assainissement autonome, les normes écrites sont donc bien loin de constituer un outil de production de nouvelles pratiques. Néanmoins, la situation française en matière de gestion de l'assainissement autonome n'est pas celle du "mauvais élève" et un regard sur la situation allemande permet d'évaluer l'avance de la France en la matière.

II) ALLEMAGNE : UNE POLITIQUE RELATIVE À L'ASSAINISSEMENT AUTONOME LIMITÉE.

II-1) Une normalisation moins développée qu'en France.

Mis à part dans le *Land* de Basse Saxe, il n'y a pas eu d'évolution pouvant conduire à une obligation de contrôle des dispositifs d'assainissement autonome par les communes et à la possibilité pour celles-ci d'assurer l'entretien des appareils. A.T.V. a cependant édicté une *Arbeitsblatt* relative aux installations de très faible capacité pouvant être employées en assainissement autonome. Cette feuille de travail constitue, comme celles étudiées précédemment, une norme d'obligation de moyens techniques et nous ne la détaillerons pas ici. La normalisation allemande en matière d'assainissement autonome est donc restée très limitée.

II-2) Le parc technologique d'assainissement autonome en Allemagne.

II-2-1) Population relevant de l'assainissement autonome.

Tableau 105 : Pourcentage de la population relevant de l'assainissement autonome selon les *Länder* - données 1989 (*Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Stadtebau*, 1991).

	% de la pop. relevant de l'assainissement autonome	Nb d'habitants concernés
Schleswig-Holstein	14,1	362.000
Hambourg	4,8	87.000
Basse saxe	14,1	1.005.000
Brême	0,1	800
Rhénanie du nord-Westphalie	7,6	1.308.000
Hesse	1,5	82.000
Rhénanie-Palatinat	5,8	214.000
Bade-Wurtemberg	2	180.000
Bavière	12	1.277.000
Sarre	1,5	17.000
Berlin-Ouest	2,5	53.000
Total	7,5	4.585.800

La proportion de la population allemande relevant de l'assainissement autonome est moindre qu'en France (cf. tableau ci-dessus). 4,6 millions d'Allemands habitant dans les anciens *Länder* sont concernés par l'assainissement autonome. Ce chiffre, même s'il est de 2,5 fois inférieur au chiffre français, n'est cependant pas négligeable.

II-2-2) Les techniques employées.

Il n'y a eu aucun recensement des dispositifs d'assainissement autonome. Il n'existe pas de service chargé de centraliser les données relatives à cette voie technique au niveau des *Länder* et les *S.T.A.W.A.* ou *L.W.A.* ne gèrent pas de dossier d'autorisation comme le font les *D.D.A.S.S.* Il est donc plus difficile de trouver une source indiquant les tendances en matière de techniques employées sur un territoire assez large. Nous avons demandé leur avis sur la morphologie du parc technologique d'assainissement autonome de leur *Land* aux techniciens des collectivités locales, des syndicats de bassin et aux agents des administrations de contrôle. Peu d'acteurs ont avancé une estimation et elles sont, le plus souvent, assez différentes les unes des autres pour un même *Land*. De plus, il n'y a aucune estimation venant d'un milieu académique fondée sur une enquête ou un recensement systématique. Néanmoins, la comparaison de différentes sources permet de dégager certaines concordances et d'avancer, sur la base de celles-ci, certains grands traits de la morphologie du parc technologique d'assainissement autonome de différents *Länder*. Il ne s'agit là que d'une première tentative d'estimation. Le degré d'imprécision est très grand.

- Land du Bade-Wurtemberg.

Tableau 106 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le Land de Bade-Wurtemberg selon dix sources différentes.

	% d'habitants raccordés au dispositif décrit en colonne 1 (estimé par rapport au nombre total de personnes relevant de l'assainissement autonome) selon la source									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Fosse septique + Lit d'épandage sur sol naturel	0	0	0	0	0	0	2	0	10	0
Fosse septique + Lit d'épandage sur sol reconstitué	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Fosse septique + Terte d'infiltration	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux vertical	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux horizontal	0	0	50	0	60	0	8	0	5	0
Fosse d'accumulation	20	20	40	20	35	50	20	5	40	20
Fosse chimique	0	0	2	0	0	2,5	2	8	20	0
Micro station	80	80	3	20	0	37,5	64	25	5	70
Fosse Emscher	0	0	0	60	0	10	2	50	0	0
Autres procédés	0	0	5	0	5	0	0	12	0	10

Types de source : techniciens des villes, agents de l'Etat ou experts.

Pour ce Land, les sources sont parfois contradictoires, cependant 8 sources sur 10 concordent et affirment que les systèmes constitués d'une fosse septique suivie d'un dispositif d'épuration par le sol naturel ou artificiel (les systèmes décrits dans les 5 premières colonnes du tableau) sont minoritaires. Contrairement à la situation française, les fosses d'accumulation et les micro-stations ne semblent pas marginales.

- Land de Bavière.

Tableau 107 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le Land de Bavière selon quatre sources différentes.

	% d'habitants raccordés au dispositif décrit en colonne 1 (estimé par rapport au nombre total de personnes relevant de l'assainissement autonome) selon la source			
	K	L	M	N
Fosse septique + Lit d'épandage sur sol naturel	5	0	0	20,8
Fosse septique + Lit d'épandage sur sol reconstitué	5	0	0	8,3
Fosse septique + Terte d'infiltration	0	0	0	8,3
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux vertical	0	0	0	4,2
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux horizontal	10	0	20	8,3
Fosse d'accumulation	20	0	0	8,3
Fosse chimique	5	70	0	0
Micro station	35	30	50	20,8
Fosse Emscher	0	0	30	0
Autres procédés	10	0	0	20,8

Types de source : techniciens des villes, agents de l'Etat ou experts.

La source L semble peu fiable. Son estimation relative aux fosses chimiques est très élevée alors que les trois autres sources s'accordent pour estimer que cette technique est marginale. Les quatre sources décrivent un parc caractérisé par une forte proportion de micro-stations. Selon les trois sources K, M et N, les systèmes constitués d'une fosse septique suivie d'un dispositif d'épuration par le sol naturel ou artificiel sont certes moins fréquemment utilisés qu'en France mais beaucoup plus qu'en Bade-Wurtemberg.

- Land de Hesse.

La seule source provenant de Hesse estime que, comme dans les deux Länder évoqués précédemment, les fosses septiques suivies d'un dispositif d'épuration par le sol sont moins utilisées qu'en France. En revanche, fosses d'accumulation et micro-stations représentent une forte proportion du parc. Le fait que nous ne disposions que de cette seule source doit conduire à être encore plus prudent que pour

les autres *Länder* et à être, par conséquent, très réservé sur ces résultats (cf. tableau ci-après).

Tableau 108 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le *Land* de Hesse (une seule source disponible).

	% d'habitants raccordés au dispositif décrit en colonne 1 (estimé par rapport au nombre total de personnes relevant de l'assainissement autonome) selon la source O
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux horizontal	20
Fosse d'accumulation	50
Micro station	30

Types de source : techniciens des villes, agents de l'Etat ou experts.

- *Land* de Basse Saxe

Tableau 109 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le *Land* de Basse Saxe selon deux sources différentes.

	% d'habitants raccordés au dispositif décrit en colonne 1 (estimé par rapport au nombre total de personnes relevant de l'assainissement autonome) selon la source	
	P	Q
Fosse septique + Lit d'épandage sur sol naturel	80	0
Fosse septique + Lit d'épandage sur sol reconstitué	5	0
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux vertical	10	40
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux horizontal	5	30
Fosse d'accumulation	0	1
Fosse chimique	0	1
Micro station	0	10
Fosse Emscher	0	5
Autres procédés	0	3

Types de source : techniciens des villes, agents de l'Etat ou experts.

Les deux sources disponibles pour la Basse Saxe font ressortir une situation différente des *Länder* évoqués précédemment. La Basse Saxe présenterait une situation plus proche de la situation française avec une forte proportion de fosses septiques suivies d'un dispositif d'épuration par le sol. Il y a cependant des différences entre les deux personnes qui ont répondu, l'une estimant que les lits d'épandage sur sol naturel sont les plus nombreux, l'autre mettant en avant l'existence d'une forte proportion d'épuration à l'aide d'un lit filtrant drainé.

- *Land* de Rhénanie du Nord Westphalie.

Tableau 110 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le *Land* de Rhénanie du Nord Westphalie selon cinq sources différentes.

	% d'habitants raccordés au dispositif décrit en colonne 1 (estimé par rapport au nombre total de personnes relevant de l'assainissement autonome) selon la source				
	R	S	T	U	V
Fosse septique + Lit d'épandage sur sol naturel	10	60	40	30	0
Fosse septique + Lit d'épandage sur sol reconstitué	15	10	40	0	0
Fosse septique + Terre d'infiltration	0	5	0	0	0
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux vertical	20	5	10	0	0
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux horizontal	50	1	5	35	90
Fosse d'accumulation	2	2	0	0	7
Fosse chimique	0	2	0	0	0
Micro station	3	2	0	35	3
Fosse Emscher	0	8	5	7	0
Autres procédés	0	5	0	0	0

Types de source : techniciens des villes, agents de l'Etat ou experts.

Les cinq sources disponibles pour le *Land* de Rhénanie du Nord-Westphalie s'accordent sur le fait que les fosses septiques suivies d'une épuration par le sol naturel ou artificiel sont majoritaires. Une seule source affirme que les micro-stations représentent plus du tiers du parc.

- *Land* de Rhénanie Palatinat.

Tableau 111 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le *Land* de Rhénanie Palatinat selon quatre sources différentes.

	% d'habitants raccordés au dispositif décrit en colonne 1 (estimé par rapport au nombre total de personnes relevant de l'assainissement autonome) selon la source			
	W	X	Y	Z
Fosse d'accumulation	99	11,8	70	41,7
Fosse chimique	0	0	1	16,6
Micro station	1	29,4	19	0
Fosse Emscher	0	58,8	8	41,7
Autres procédés	0	0	2	0

Types de source : techniciens des villes, agents de l'Etat ou experts.

Les quatre sources décrivent un parc caractérisé par l'absence de fosses septiques suivies d'une épuration par le sol. En revanche, elles sont discordantes quant aux techniques les plus utilisées. Certaines affirment que les fosses d'accumulation sont très fréquentes, d'autres, au contraire estiment que la fosse Emscher (appelée aussi fosse Imhoff - cf. chapitre IV) est souvent utilisée.

- *Land* de Sarre

Tableau 112 : Morphologie du parc technologique de dispositif d'assainissement autonome dans le *Land* de Sarre selon deux sources différentes.

	% d'habitants raccordés au dispositif décrit en colonne 1 (estimé par rapport au nombre total de personnes relevant de l'assainissement autonome) selon la source	
	AA	AB
Fosse d'accumulation	16,7	100
Fosse chimique	16,7	0
Micro station	50	0
Autres procédés	16,7	0

Types de source : techniciens des villes, agents de l'Etat ou experts.

La situation est similaire à celle du *Land* de Rhénanie-Palatinat. Les deux sources concordent en ce qui concerne la non-existence des fosses septiques suivies d'une épuration par le sol. Mais si l'un affirme que seules les fosses d'accumulation sont utilisées, l'autre affirme que les micro-stations sont les plus fréquemment utilisées.

- *Land* de Schleswig-Holstein.

Tableau 113 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le *Land* du Schleswig-Holstein selon deux sources différentes.

	% d'habitants raccordés au dispositif décrit en colonne 1 (estimé par rapport au nombre total de personnes relevant de l'assainissement autonome) selon la source	
	AC	AD
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux vertical	0	50
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux horizontal	0	50
Fosse d'accumulation	50	0
Micro station	50	0

Types de source : techniciens des villes, agents de l'Etat ou experts.

Les deux sources relatives au Schleswig-Holstein sont totalement discordantes et il est impossible de se risquer à la moindre observation ou hypothèse relative à la morphologie du parc de ce *Land*.

La morphologie du parc technologique d'assainissement autonome semble donc varier fortement d'un *Land* à un autre. Certains utilisent plutôt les fosses septiques suivies d'une épuration sur sol naturel ou artificiel, d'autres font confiance à des techniques marginales en France telles que les micro-stations, fosses d'accumulation ou fosses chimiques. D'une manière générale, il semble que ces trois techniques soient bien plus utilisées en Allemagne qu'en France où elles sont réputées peu fiables tant les dysfonctionnements constatés (rejets polluants, nuisances olfactives...) sont fréquents en l'absence d'entretien suivi. La confiance en des techniques plus rustiques est, au vu de ces premiers résultats, bien moindre qu'en France. La rationalisation de l'équipement en assainissement autonome a donc été moins poussée en Allemagne qu'en France. Cela apporte un autre exemple du moindre intérêt des acteurs allemands de l'assainissement vis-à-vis de ce parc.

La structure fédérale de l'Allemagne a permis le développement d'une initiative de politique publique en matière d'assainissement autonome en Basse Saxe (Kraemer R. A., 1992). En 1982, le gouvernement de Basse Saxe a adopté un important amendement à la loi du *Land* relative à l'assainissement (*Niedersächsisches Wassergesetz*) qui a apporté deux grands changements relatifs au rôle des municipalités en matière de traitement des eaux usées :

- le traitement des eaux usées et des boues d'épuration est devenu un devoir de la municipalité qui ne peut, en aucun cas, se décharger de cette responsabilité,
- ce devoir s'est étendu à toutes les eaux usées et boues d'épuration produites sur l'ensemble du territoire communal, sauf exception explicitement prévue par la loi ou dérogation.

Les exceptions prévues par la loi concernent :

- les eaux usées agricoles dont le traitement reste à la charge des agriculteurs. En revanche, les municipalités sont responsables des eaux usées domestiques des habitations rurales et des déchets résultant du traitement de celles-ci,
- les eaux de ruissellement des routes et autoroutes dont le traitement relève de la responsabilité de leur opérateur.

La part de la population relevant actuellement de l'assainissement autonome en Basse Saxe est d'environ 14,1 % et il apparaît, du fait de la faible densité de certaines zones, que le raccordement à un réseau physique y est soit économiquement inacceptable, soit techniquement impossible. Dans d'autres endroits, il n'est possible qu'à long terme.

En 1988, une circulaire énonce trois importantes recommandations relatives au fonctionnement et à la maintenance :

- la surveillance du fonctionnement peut être prise en charge par le propriétaire ou par une personne qualifiée. Un contrat doit, dans ce dernier cas, être signé.
- la maintenance doit être réalisée par un expert qualifié. Il est recommandé de confier la maintenance de plusieurs dispositifs d'assainissement autonome situés sur une même zone à un seul expert.
- la formule de contrat de maintenance est recommandée.

Une des conséquences de cette mesure est le développement en Basse Saxe d'une nouvelle profession qui a pour objet l'offre de service d'expertise en matière d'entretien et de maintenance des dispositifs d'assainissement autonome. Il s'agit, la plupart du temps, de techniciens appartenant aux fabriques de dispositifs d'assainissement autonome, mais il est possible que des techniciens des équipes municipales fournissent ce service (Kraemer R. A., 1992). Cet intérêt pour le parc technologique d'assainissement autonome ne s'est cependant pas traduit par un recensement des techniques utilisées au niveau du *Land*.

II-3) Des usages plus défavorables à l'assainissement autonome qu'en France.

Mise à part l'exception notable constituée par la Basse Saxe, les *Länder* allemands se tournent encore moins vers une gestion publique des dispositifs d'assainissement autonome.

Les acteurs ont-ils conscience de l'importance de l'assainissement autonome dans leur *Land* ? Pour apporter des éléments de réponse à cette question, nous comparerons les évaluations données par les acteurs ayant répondu au questionnaire aux chiffres donnés par le ministère fédéral de l'aménagement (cf. chapitre VIII-1).

Tableau 114 : Connaissance par les acteurs¹ de l'importance de l'assainissement autonome.

	Nb d'acteurs ayant retourné un questionnaire	Nb d'acteurs donnant une estimation de plus de 25% inférieure au chiffre officiel	Nb d'acteurs donnant une estimation égale ou voisine (à 25% près) au chiffre officiel	Nb d'acteurs donnant une estimation de plus de 25% supérieure au chiffre officiel	Pas de réponse
Schleswig-Holstein	7	1	2	1	3
Hambourg	0	0	0	0	0
Basse saxe	10	2	0	5	3
Brême	0	0	0	0	0
Rhénanie du nord-Westphalie	14	5	2	3	4
Hesse	6	0	2	3	1
Rhénanie-Palatinat	13	2	1	4	6
Bade-Württemberg	26	0	3	17	6
Bavière	13	1	4	2	6
Sarre	2	0	0	2	0
Berlin-Ouest	0	0	0	0	0
Total	91 (100%)	11 (12,1%)	14 (15,4%)	37 (40,6%)	29 (31,1%)

Le nombre d'acteurs surestimant de plus d'un quart par rapport aux chiffres officiels la population relevant de l'assainissement autonome est proportionnellement très important. Cela ne signifie pas automatiquement une forte prise de position en faveur de la gestion collective de dispositifs d'assainissement autonome et par là même une amplification d'une certaine rupture par rapport à l'approche classique de raccordement au réseau à tout prix. *A contrario*, une certaine surestimation de la population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome peut être utilisée pour militer en faveur d'une amplification des efforts pour raccorder les habitations concernées. Nous avons vu dans le chapitre relatif aux réseaux allemands que près de 42% des acteurs interrogés étaient en faveur de la construction de nouveaux réseaux. Ils sont moins nombreux à juger la mise en place d'un service public d'assainissement autonome urgente (cf. tableau ci-après).

Tableau 115 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à la constitution d'un service public d'assainissement autonome.

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	NSPP ¹	Autre	Total
Fonctionnaires de l'État	2 (7,4%)	3 (11,1%)	2 (7,4%)	16 (59,3%)	3 (11,1%)	1 (3,7%)	27 (100%)
Techniciens des collectivités locales	1 (1,8%)	12 (21,1%)	15 (26,3%)	20 (35,1%)	8 (14%)	1 (1,8%)	57 (100%)
Ensemble des acteurs (y compris les experts)	3 (3,3%)	15 (14,5%)	18 (19,8%)	39 (42,9%)	13 (14,3%)	3 (3,3%)	91 (100%)

¹ ne se prononce pas

De même, les actions d'information sur l'assainissement autonome ne sont jugées prioritaires que par une minorité d'acteurs (cf. tableau ci-après).

¹ Les acteurs contactés sont des experts (7), des membres des L.W.A. et S.T.A.W.A. (27) ainsi que des ingénieurs des villes (57).

Tableau 116 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands aux actions d'information sur l'assainissement autonome.

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	NSPP ¹	Autre	Total
Fonctionnaires de l'État	0	2 (7,4%)	9 (33,3%)	10 (37%)	5 (18,5%)	1 (3,7%)	27 (100%)
Techniciens des collectivités locales	8 (14%)	13 (22%)	16 (28,1%)	12 (21,1%)	8 (14%)	0	57 (100%)
Ensemble des acteurs (y compris les experts)	9 (9,9%)	17 (18,7%)	25 (27,5%)	23 (25,3%)	15 (16,5%)	2 (2,2%)	91 (100%)

¹ ne se prononce pas

Les différents acteurs de l'eau interrogés sont tout aussi hostiles que leurs homologues français au service public d'assainissement autonome. La proportion d'acteurs le jugeant inutile est plus importante en Allemagne qu'en France.

Un autre exemple de la méfiance des différents acteurs vis-à-vis de l'assainissement autonome nous est aussi donné par les réponses à la question : "L'assainissement autonome est, pour vous :

* proposition 1 = une voie à proscrire ;

* proposition 2 = un pis-aller en attendant la venue du réseau d'assainissement public ;

* proposition 3 = une solution technique qui a tout à fait sa place dans certaines zones où le réseau d'assainissement public présente un coût économiquement inacceptable."

Les acteurs ont répondu de la manière suivante :

Tableau 117 : Jugement des professionnels allemands sur l'assainissement autonome.

Réponses	Fonctionnaires de l'État	Techniciens des collectivités locales	Ensemble des acteurs (y compris les experts)
Proposition 1	0	2 (3,5%)	2 (2,2%)
Proposition 2	5 (18,5%)	15 (26,3%)	20 (22%)
Proposition 3	9 (33,3%)	27 (47,4%)	40 (44%)
Proposition 1 et 2	0	1 (1,8%)	1 (1,1%)
Proposition 1 et 3	0	1 (1,8%)	1 (1,1%)
Proposition 2 et 3	13 (48,1%)	11 (19,3%)	27 (29,7%)
Proposition 1, 2 et 3.	0	0	0
Pas de réponse	0	0	0
Nb de personnes ayant retourné un questionnaire exploitable	27 (100%)	57 (100%)	91 (100%)

Les acteurs qui considèrent que l'assainissement autonome a tout à fait sa place dans certaines zones où le réseau technique est une solution trop coûteuse ne constituent pas une majorité. On constate une différence notable par rapport à la situation française. Sur les 91 personnes interrogées donné, les techniciens des villes allemandes semblent plus favorables à la solution de l'assainissement autonome que les agents de l'État, ce qui est le contraire du positionnement des acteurs français.

En revanche, l'assainissement autonome regroupé est tout aussi condamné dans les zones urbaines peu denses (cf. tableau ci après).

Tableau 118 : Opinion des communes vis-à-vis de l'assainissement autonome regroupé en zones urbaines peu denses.

		Fonctionnaires de l'État	Techniciens des collectivités locales	Ensemble des acteurs (y compris les experts)
La solution de l'assainissement autonome regroupé est de plus en plus évoquée. Cette alternative au réseau d'assainissement et à la station vous semble-t-elle répondre aux besoins de certains quartiers des communes urbaines allemandes ?	Oui	1 (3,7%)	6 (10,5%)	9 (9,9%)
	Non	25 (92,6%)	50 (87,7%)	80 (87,9%)
	NSPP ¹	1 (3,7%)	1 (1,8%)	2 (2,2%)
	TOTAL	27 (100%)	57 (100%)	91 (100%)

¹ Ne se prononce pas.

Les réponses sont logiquement plus équilibrées en ce qui concerne l'assainissement autonome regroupé dans les zones rurales. Les adversaires de cette voie restent néanmoins très nombreux (cf.

tableau ci après).

Tableau 119 : Opinion des communes vis-à-vis de l'assainissement autonome regroupé en zones rurales.

		Fonctionnaires de l'État	Techniciens des collectivités locales	Ensemble des acteurs (y compris les experts)
La solution de l'assainissement autonome regroupé est de plus en plus évoquée. Cette alternative au réseau d'assainissement et à la station vous semble-t-elle répondre aux besoins de certains quartiers des communes rurales allemandes ?	Oui	11 (40,7%)	29 (50,9%)	45 (49,35%)
	Non	14 (51,9%)	28 (49,1%)	44 (48,35%)
	N.S.P. ¹	2 (7,4%)	0	2 (2,2%)
	TOTAL	27 (100%)	57 (100%)	91 (100%)

¹ Ne se prononce pas.

En définitive, les réticences des acteurs de l'eau allemands envers la voie alternative à la solution "réseau physique + station d'épuration" paraissent plus fortes qu'en France.

Mise à part une initiative en Basse Saxe¹, l'Allemagne s'est beaucoup moins intéressée à l'assainissement autonome que la France où la loi sur l'eau de 1992 va permettre, à plus ou moins long terme, l'émergence d'un service public de contrôle des dispositifs d'assainissement autonome. Cela ne se justifie qu'en partie par la moindre proportion de la population concernée car elle n'est pas négligeable (7,5% de la population représentant 4,6 millions d'habitants).

Le peu de normes écrites relatives à l'assainissement autonome, ainsi que l'absence de données fiables sur les choix techniques allemands rendent impossible une évaluation de l'influence de la réglementation sur les pratiques. En revanche, il est possible d'avancer que les normes non écrites, bien plus défavorables à l'emploi de l'assainissement autonome qu'en France, constituent un facteur aggravant du retard allemand en matière de rationalisation de l'équipement. Par ailleurs, on constate qu'en l'absence de dispositions-cadres édictées par le *Bund*, les pratiques semblent varier bien plus fortement d'un *Land* à l'autre que pour les techniques d'épuration. Cette forte hétérogénéité constitue un exemple supplémentaire de la forte influence des usages qui se construisent au niveau local.

CONCLUSION DU CHAPITRE 4.

L'analyse de l'évolution des normes et des pratiques en matière d'assainissement autonome nous permet d'observer une nouvelle fois certains des phénomènes constatés lors de l'analyse des normes et des choix techniques en matière de réseaux et de stations d'épuration :

- existence en France d'une certaine déconnexion entre norme écrite et pratique,
- influence prépondérante des normes non écrites.

En revanche, le fait que peu des dispositions réglementaires relatives aux dispositifs d'assainissement autonomes existent en Allemagne fait que ce pays ne constitue pas un très bon terrain pour l'analyse des liens entre réglementation et pratique. Cependant, il est probable que la politique de l'Allemagne change pour se tourner plus vers la gestion publique des dispositifs d'assainissement autonome. En effet, les *Länder* de l'Est présentent une proportion de leur population non raccordée aux réseaux plus importante qu'en Basse Saxe. En 1989, 27% des habitants des nouveaux *Länder* n'étaient pas raccordés à un dispositif d'assainissement public (soit environ 5 millions de personnes).

¹ dont la motivation première est plus le contrôle des déchets générés par les dispositifs d'assainissement autonome que l'optimisation du fonctionnement de ces dispositifs .

CHAPITRE 5 : UNE GÉNÉRALISATION POSSIBLE ?

L'analyse des normes écrites et des choix techniques nous a permis d'observer un plus fort impact des réglementations sur les pratiques en Allemagne qu'en France. Nous avons relié cela à la structure de l'État en mettant en avant que la structure fédérale de l'État allemand a permis l'existence d'administrations de contrôle locales aux pouvoirs très étendus. Le fait que ces administrations couvrent un territoire de superficie relativement faible leur permet d'assurer une très forte mission de contrôle y compris au niveau du fonctionnement des ouvrages. Une station dont le fonctionnement ne permet pas de répondre aux dispositions cadres concernant les rejets ne peut donc échapper à la surveillance de ces administrations. *A contrario*, la structure centralisée de l'État en France n'a pas permis l'existence de puissantes administrations de contrôle locales. Il est plus difficile pour les fonctionnaires des D.D.A.F., D.D.E. et D.D.A.S.S. de couvrir l'ensemble du département et de réaliser autre chose qu'un contrôle rarement exhaustif des installations lors de la réception. En l'absence d'outils de contrôle permettant l'application stricte des normes écrites, la régulation de l'équipement des collectivités locales s'est faite grâce, notamment, à l'outil d'incitation financière que constituent les Agences de l'Eau.

De ces institutions sont nés deux indicateurs propres à la France : le taux de collecte et le taux de dépollution que l'on a utilisés comme indicateurs de performance de l'ensemble des équipements de dépollution. Nous avons vu différents écarts entre les valeurs de ces taux et la réalité physique (surestimation de la "pollution brute", sous-estimation de la "pollution éliminée", non prise en compte de l'apport des dispositifs d'assainissement autonome). Cependant cet usage a connu un tel succès que ces taux sont en passe de devenir une norme écrite. En effet, l'article 16 du décret n°94-469 du 3 juin 1994 relatif à la collecte et au traitement des eaux usées officialise le taux de collecte et le taux de dépollution comme outils de gestion reflétant une réalité physique. Cet article oblige les communes dont le territoire est compris en partie ou en totalité dans une agglomération produisant une charge brute par jour de pollution organique supérieure à 120 kg à élaborer un programme d'assainissement. Ce programme doit comporter d'une part, un diagnostic de l'assainissement existant, contenant, entre autres, le taux de collecte, et d'autre part, l'indication des objectifs et des moyens à mettre en place contenant, notamment, "l'évolution du taux de dépollution nécessaire pour assurer le respect des objectifs de réduction".

Suite à ces constats, peut-on déduire une loi plus générale sur l'influence des normes écrites dans les deux pays ? Peut-on affirmer que la réglementation est condamnée à avoir un faible impact en France alors qu'elle sera toujours appliquée "à la lettre" en Allemagne ? En d'autres termes les normes écrites sont-elles d'autant plus fortes que l'État où elles sont appliquées s'est doté de structures décentralisées ?

Une telle généralisation fondée sur l'analyse de trois objets techniques seulement serait trop hâtive et, selon toute vraisemblance, incorrecte. Nous avons vu que la circulaire Caquot a eu en France une très grande force. Nous allons voir maintenant deux autres exemples qui empêchent une telle généralisation.

D) LE PROGRAMME D'ACTION RHIN.

Le 1^{er} octobre 1987, les ministres responsables de l'environnement et le représentant de la Commission des Communautés Européennes ont adopté, lors de leur 8^{ème} conférence, le Programme d'Action Rhin. Ce programme est constitué de trois étapes dans le but d'atteindre à l'horizon 2000 les objectifs suivants :

- les espèces supérieures, jadis présentes (par exemple le saumon), doivent pouvoir se réimplanter dans le Rhin,
- l'utilisation des eaux du Rhin pour l'alimentation en eau potable doit continuer à être possible,
- la pollution des sédiments par les substances toxiques doit être réduite.

Les trois étapes du Programme d'Action Rhin sont les suivantes :

- 1) l'élaboration d'un programme détaillé (juin 1989),
- 2) la mise en œuvre des mesures prévues (jusqu'en 1995),
- 3) la mise en œuvre de mesures supplémentaires dans le cas où les mesures des étapes 1 et 2 ne permettent pas d'atteindre l'objectif visé.

La première étape a donc consisté, pour les États riverains du Rhin (France, Allemagne, Luxembourg, Suisse, Pays-Bas), à réaliser les tâches suivantes :

- 1) approfondissement des connaissances,
- 2) concrétisation des objectifs,
- 3) détermination d'une liste des substances prioritaires, de paramètres globaux et biologiques ainsi que des branches industrielles concernées (avant fin 1987),

- 4) établissement d'inventaires nationaux des rejets pour l'année 1985,
- 5) prévision concernant les diminutions réalisables des rejets à l'horizon 1995,
- 6) évaluation de l'état du Rhin par la Commission Internationale pour la Protection du Rhin contre la pollution,
- 7) élaboration des exigences minimales pour les rejets communaux adoptées en 1988,
- 8) élaboration des concepts techniques concernant les conditions hydrologiques, biologiques et morphologiques,
- 9) concrétisation du programme d'action pour les rejets dus à des accidents avant fin 1988,
- 10) une première évaluation au sein de chaque État de l'ordre de grandeur des coûts globaux.

Les exigences minimales pour les rejets provenant de stations d'épuration communales ont été adoptées en 1988 :

Tableau 120 : Exigences minimales pour les rejets provenant de stations d'épuration communales.

	Concentration *	Rendement **
Demande Biochimique en Oxygène (D.B.O. ₅)	25 mg/l	et 90 %
Demande Chimique en Oxygène (D.C.O.)	100 mg/l	et 75 %
ou Carbone Organique Total (C.O.T.)	20 mg/l	et 80 %
Phosphore Total pour des stations de plus de 100.000 éq-hab	1 mg/l P	et 80 %
Phosphore Total pour des stations à partir de 20.000 éq-hab	2 mg/l P	et 80 %
Ammonium pour des stations supérieures à 5.000 éq-hab lorsque la température des eaux usées dépassent 12° C à la sortie du réacteur biologique	10 mg/l N	ou 75 %
Matières En Suspension (M.E.S.)	30 mg/l	

* Ces valeurs limites s'appliquent aux résultats d'échantillons moyens sur 24 heures ou à des échantillons équivalents.

** Le rendement est calculé en fonction de la pollution éliminée dans la station par rapport à la pollution reçue

La première phase du Programme d'Action Rhin a abouti, le 3 novembre 1989, à un rapport du président de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin contre la pollution à la dixième conférence des ministres. A cette date est donnée une prévision des réductions de rejets réalisables d'ici à 1995 (cf. annexe 24).

Les travaux nécessaires en matière d'épuration ont été évalués sur la base de l'inventaire des rejets de Matières Oxydables. Afin d'établir un aperçu des mesures nécessaires, les stations d'épuration du bassin du Rhin ont été tout d'abord classées en trois catégories et inventoriées pour l'année de référence 1985 selon les aspects suivants :

- pollution des eaux usées par les substances consommant de l'oxygène (D.B.O.₅) qui doit être éliminée par voie biologique ;
- pollution par l'ammonium qui doit être éliminée par nitrification et, le cas échéant, par dénitrification ;
- pollution par le phosphore qui doit être éliminée par une précipitation de phosphate ou tout autre procédé comparable d'élimination de phosphore.

En 1985, le nombre de stations disponibles dans le bassin du Rhin en France et en Allemagne était le suivant dans les deux pays :

Tableau 121 : Nombre de stations disponibles dans le bassin du Rhin en 1985.

capacité en équivalents-habitants	Allemagne	France
]5.000, 20.000]	852	55
]20.000, 100.000]	490	25
plus de 100.000	126	3
plus de 5.000	1.468	83

Ces installations présentaient des capacités disponibles dans les proportions suivantes :

Tableau 122 : Capacités disponibles dans le bassin du Rhin en 1985
en millions d'équivalents-habitants.

capacité en équivalents-habitants	Allemagne	France
]5.000, 20.000]	9	0,45
]20.000, 100.000]	20,1	1,1
plus de 100.000	40	0,95
plus de 5.000	69,1	2,5

Le Programme d'Action Rhin a mis en avant la nécessité de l'augmentation du nombre et de la capacité des stations jusqu'en 1995. En plus de l'agrandissement des stations existantes, plus de 100 stations doivent être construites dans le bassin du Rhin par rapport à 1985.

Pour les parties françaises et allemandes du bassin, cela porte les parcs de stations à 116 et 1.558 respectivement comme le montre le tableau ci-dessous :

Tableau 123 : Nombre de stations qui doivent être disponibles
dans le bassin du Rhin en 1995 selon le programme d'action

capacité en équivalents-habitants	Allemagne	France
]5.000, 20.000]	929	80
]20.000, 100.000]	497	31
plus de 100.000	132	5
plus de 5.000	1.558	116

La mise en place de nouvelles stations ainsi que l'agrandissement de certaines augmenterait la capacité des parcs dans les proportions suivantes :

Tableau 124 : Capacités (en millions d'équivalents habitants) qui doivent être disponibles dans le bassin
du Rhin en 1995 selon le programme d'action.

capacité en équivalents-habitants	Allemagne	France
]5.000, 20.000]	10,2	0,8
]20.000, 100.000]	20,7	1,3
plus de 100.000	42,6	2,5
plus de 5.000	73,5	4,6

Le Programme d'Action Rhin précise "qu'un effort particulier est consenti par la partie française pour porter à 80% le taux de collecte des eaux usées". Il est à noter que les experts allemands ne raisonnent pas en terme de taux de collecte mais en taux de raccordement ou en rendement de station d'épuration comme nous le verrons ultérieurement.

Selon le rapport du président de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin contre la pollution, le nombre de stations répondant aux exigences minima est proportionnellement plus élevé en Allemagne qu'en France.

Tableau 125 : Nombre de stations répondant aux exigences minima.

	D.B.O. ₅	Ammonium	Phosphore ¹
Allemagne	13.000 (88,6%)	604 (41,1%)	58 (9,4%)
France	33 (39,8%)	24 (28,9%)	0

¹ ne concerne que les stations de capacité supérieure à 20.000 équivalents-habitants.

Exprimé en terme de capacité, l'écart entre les deux pays se confirme.

Tableau 126 : Capacité (en millions d'équivalents habitants) des stations répondant aux exigences minima.

	DBO5	Ammonium	Phosphore ¹
Allemagne	60,8 (88%)	25,6 (36%)	4,2 (7%)
France	1,4 (30%)	0,9 (20%)	0

¹ ne concerne que les stations de capacité supérieure à 20.000 équivalents-habitants.

L'effort financier consenti par la France est moindre que celui fourni par l'Allemagne.

Tableau 127 : Totalité des investissements prévus dans toutes les stations communales d'une capacité supérieure à 5.000 équivalents habitants (en millions de DM).

	Allemagne	France
Investissements	14.117	1.500

Néanmoins, les investissements prévus par habitant sont très voisins.

Tableau 128 : Investissements prévus par habitant (en DM).

	Allemagne	France
Investissements	440	400

L'application de ce programme a entraîné en France un développement des contrats pluriannuels d'assainissement pour les principaux pollueurs industriels et collectivités locales. Le ministère de l'environnement a donné, par lettre, au 1^{er} septembre 1989 des instructions aux préfets et services de l'État pour la mise en application immédiate des exigences minimales pour les rejets communaux. Pour chacune des 136 communes et groupements supérieurs à 5.000 équivalents habitants, un bilan détaillé de la situation a été réalisé et un programme des travaux a été établi. Par ailleurs, il a été donné instruction aux préfets par courrier DEPPR/SEI (VF/BD) du 3 juillet 1989 de prendre en compte les substances prioritaires pour la mise en œuvre du Programme d'Action Rhin dans la réglementation des établissements industriels du bassin du Rhin. Le programme d'activité de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse a été réajusté, ce qui a conduit à un triplement du rythme d'investissement, une augmentation très sensible des redevances et des moyens de l'Agence. Il est à noter que seule la partie française a pris l'engagement de porter le taux de collecte sur son territoire à 80%. Il y a donc bien eu impact du Plan d'Action Rhin sur les pratiques françaises, non pas via une plus grande sévérité des normes mais à l'aide des outils d'incitation financière mis en place par les Agences de l'Eau. Cela confirme nos conclusions sur la force de ces organismes en l'absence d'institutions de contrôle puissantes.

En Allemagne, la réalisation du Programme d'Action Rhin est coordonnée et surveillée par la commission allemande pour le maintien de la qualité des eaux du Rhin. Font partie de cet organe cinq ministères fédéraux (Environnement, Économie, Affaires Étrangères, Transports, Agriculture) et les autorités des *Länder* chargées de la gestion des eaux situées en partie ou en totalité dans le bassin du Rhin (Bade-Wurtemberg, Bavière, Hesse, Rhénanie du Nord-Westphalie, Rhénanie-Palatinat et Sarre). Cependant, on s'aperçoit, à la lecture des plans de travaux d'assainissement édictés par ces *Länder*, que seul un Land cite en référence le Programme d'Action Rhin. La planification est, en général, l'application des seules dispositions cadres de 1989. Dire que le Programme a eu un fort impact sur les choix techniques en Allemagne paraît donc erroné.

II) LA DIRECTIVE EUROPÉENNE 91/271/CEE DU 21 MAI 1991.

La directive européenne 91/271/CEE du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux résiduaires urbaines repose sur les principes suivants :

- la pollution due à un traitement insuffisant des eaux résiduaires dans un État membre influence souvent les eaux d'autres États, ce qui justifie une action au niveau de la communauté,
- il est souhaitable pour l'environnement que les eaux résiduaires soient soumises à un traitement secondaire,
- il est nécessaire d'exiger un traitement plus rigoureux dans les zones sensibles tandis qu'un traitement primaire peut être jugé approprié dans les zones moins sensibles,

- les eaux résiduaires industrielles (essentiellement celles qui proviennent des industries agro-alimentaires) qui pénètrent dans les réseaux ainsi que les eaux résiduaires et les boues provenant des stations doivent faire l'objet d'une réglementation,
- le recyclage des boues de stations d'épuration doit être encouragé et leur rejet dans les eaux de surface progressivement supprimé,
- une surveillance de la gestion des stations est nécessaire,
- une information du public sur l'évacuation des eaux résiduaires urbaines et des boues sous la forme de rapports périodiques devrait avoir lieu.

Les dispositions arrêtées sont les suivantes :

- les agglomérations des États membres doivent être équipées de systèmes de collecte des eaux résiduaires urbaines (Art. 3) :
 - * au plus tard le 31 décembre 2000 pour celles dont la capacité est supérieure à 15.000 équivalents-habitants,
 - * au plus tard le 31 décembre 2005 pour celles dont la capacité se situe entre 2.000 et 15.000 équivalents-habitants,
- les systèmes individuels peuvent être utilisés (Art 3),
- les stations d'épuration assurant un traitement secondaire doivent traiter (Art 4) :
 - * au plus tard le 31 décembre 2000 les rejets provenant d'agglomérations nécessitant une installation d'une capacité de plus de 15.000 équivalents-habitants,
 - * au plus tard le 31 décembre 2005 tous les rejets provenant d'agglomérations nécessitant une installation dont la capacité est comprise entre 2.000 et 15.000 équivalents-habitants.

Les rejets d'eaux résiduaires urbaines dans les eaux situées dans les régions de haute montagne (à une altitude supérieure à 1.500 mètres), où il est difficile d'appliquer un traitement biologique efficace à cause des basses températures, peuvent faire l'objet d'un traitement moins rigoureux que celui prescrit au paragraphe 1, à condition que des études approfondies indiquent que ces rejets n'altèrent pas l'environnement. Les prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux résiduaires urbaines sont les suivantes :

Tableau 129 : Prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux résiduaires urbaines¹.

Paramètre	Concentration	Pourcentage minimal de réduction ²	Méthode de mesure de référence
Demande biochimique en oxygène (D.B.O. ₅ à 20° C) sans nitrification ³	25 mg/l d'O ₂	70-90 40 mg/l pour les stations de haute montagne	Échantillon homogénéisé, non filtré, non décanté. Détermination de l'oxygène dissous avant et après une incubation de 5 jours à 20° C ± 1° C, dans l'obscurité complète. Addition d'un inhibiteur de nitrification.
Demande chimique en oxygène (D.C.O.)	125 mg/l d'O ₂	75	Échantillon homogénéisé, non filtré, non décanté. Bichromate de potassium.
Total des matières solides en suspension	35 mg/l ⁴ 35 mg/l pour les stations de haute montagne d'une capacité de plus de 10.000 éq-hab. 60 mg/l pour les stations de haute montagne d'une capacité comprise entre 2.000 et 10.000 éq-hab.	90 90 mg/l pour les stations de haute montagne d'une capacité de plus de 10.000 éq-hab. 70 mg/l pour les stations de haute montagne d'une capacité comprise entre 2.000 et 10.000 éq-hab.	- Filtration d'un échantillon représentatif sur une membrane de 0,45 µm, séchage à 105 ° C et pesée. - Centrifugation d'un échantillon représentatif (pendant 5 minutes au moins, avec accélération moyenne de 2.800 à 3.200 g) séchage à 105° C, pesée.

Les analyses relatives aux rejets provenant du lagunage doivent être effectuées sur des

¹ La valeur de la concentration ou le pourcentage de réduction peut être appliqué.

² Réduction par rapport aux valeurs à l'entrée.

³ Ce paramètre peut être remplacé par un autre : carbone organique total (COT) ou demande totale en oxygène (DTO), si une relation peut être établie entre la D.B.O.₅ et le paramètre de substitution.

⁴ Il est précisé que cette "exigence est facultative" !

échantillons filtrés ; toutefois, la concentration du total des matières solides en suspension dans les échantillons d'eau non filtrée ne doit pas dépasser 150 mg/l.

Les exigences sont plus strictes dans les zones sensibles (cf. définition en annexe 25) (Art 5) :

- les systèmes de collecte doivent être installés au plus tard le 31 décembre 1998,
- un traitement plus poussé doit avoir lieu et donc correspondre aux normes de rejet suivantes :

Tableau 130 : Prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux résiduaires urbaines et effectués dans des zones sensibles sujettes à eutrophisation¹.

Paramètre	Concentration	Pourcentage minimal de réduction ²	Méthode de mesure de référence
Phosphore total	2 mg/l (capacité comprise entre 10.000 et 100.000 équivalent-habitants) 1 mg/l (capacité de plus de 100.000 équivalents-habitants)	80	Spectrophotométrie par absorption moléculaire.
Azote total	15 mg/l N (capacité comprise entre 10.000 et 100.000 équivalent-habitants) 10 mg/l N (capacité de plus de 100.000 équivalents-habitants) ³	70-80	Spectrophotométrie par absorption moléculaire.

Le rejet des boues doit être soumis à enregistrement ou à autorisation avant le 31 décembre 1998. Le rejet des boues dans les eaux de surface doit être supprimé avant cette date.

La conception, la construction et l'entretien des systèmes de collecte doivent être entrepris sur la base des connaissances techniques les plus avancées, sans entraîner des coûts excessifs, notamment en ce qui concerne :

- le volume et les caractéristiques des eaux résiduaires urbaines,
- la prévention des fuites
- la limitation de la pollution des eaux réceptrices résultant des déversements dues aux pluies d'orages en réseau unitaire uniquement.

Cette dernière disposition constitue une des sérieuses limites de la directive qui ne prévoit absolument rien en vue de la réduction de la pollution engendrée par les eaux drainées par les conduites d'eaux pluviales dont l'importance ne peut être négligée ni en Allemagne ni en France comme le laisse entrevoir le linéaire de telles conduites dans les deux pays.

La directive 91/271/CEE présente des exigences relatives à la surveillance du fonctionnement des infrastructures d'assainissement et d'épuration et à leur fiabilité qui, si elles sont appliquées, constitueront une évolution marquante en la matière. Une autre caractéristique de cette directive est la reconnaissance sans équivoque des systèmes d'assainissement autonome. L'article 3 stipule en son point 1 que "lorsque l'installation d'un système de collecte ne se justifie pas, soit parce qu'il ne présenterait pas d'intérêt pour l'environnement, soit parce que son coût serait excessif, les systèmes individuels ou d'autres systèmes appropriés assurant un niveau identique de protection de l'environnement sont utilisés".

Il y a bien eu débat sur la transposition en droit français des exigences de la directive relatives à la fiabilité des installations en particulier par temps de pluie, mais aucun texte n'a été publié. Par ailleurs, plus de trois ans après la publication de cette directive, il n'y a pas encore eu de zone sensible définie.

L'impact de cette norme écrite européenne sur l'approche allemande actuelle paraît aussi limité, si l'on accorde foi aux propos des différents acteurs rencontrés. Selon ceux-ci, l'Allemagne serait en avance

¹ En fonction des conditions locales, un seul paramètre peut être appliqué ou les deux. La valeur de la concentration ou le pourcentage de réduction peut être appliqué.

² Réduction par rapport aux valeurs à l'entrée.

³ La directive donne une autre possibilité : la moyenne journalière ne doit pas dépasser 20 mg/l N. Cette exigence se réfère à une température de l'eau de 12°C au moins pendant le fonctionnement du réacteur biologique de la station d'épuration. La condition concernant la température pourrait être remplacée par une limitation du temps de fonctionnement tenant compte des conditions climatiques régionales.

sur ce texte. Certains acteurs nous ont certifié que lors des négociations relatives à la directive 91/271/CEE, "les représentants allemands avaient dû abaisser leurs exigences pour attendre les pays du sud de L'Europe". Selon leurs propos, cette directive ne constitue pas un moteur pour eux mais plutôt un "léger retour en arrière" par rapport à ce qui est fait en Allemagne. De fait, leurs actions en matière de réduction des surverses en réseau unitaire ainsi que leur programme de remise à niveau des parcs de stations permet à l'Allemagne de satisfaire à deux grandes exigences de la directive. En ne menant aucune action relative à la pollution drainée par les conduites d'eaux pluviales, l'Allemagne ne fait que se conformer à la directive qui ne dit rien à ce propos. En revanche, son retard en matière de réduction des fuites des réseaux et de recours rationnel aux systèmes d'assainissement autonome paraît manifeste. Le domaine de fiabilité des réseaux est bien le théâtre de nouvelles préoccupations (cf. chapitre 2 II) en Allemagne mais pas celui de l'assainissement autonome (cf. chapitre 4 II).

La faiblesse de la normalisation européenne dans les deux pays infirme l'hypothèse selon laquelle une norme écrite sera nécessairement mieux appliquée dans l'État fédéral d'Allemagne que dans l'État centralisé français.

CONCLUSION GÉNÉRALE.

Le domaine de l'assainissement est caractérisé, nous l'avons vu, par une extrême complexité. Aussi, dans le cadre de cette thèse, nous sommes nous limités à l'analyse de l'évolution des normes et des choix techniques au niveau des réseaux, des stations d'épuration et des dispositifs d'assainissement autonome. Ainsi, la question des boues d'épuration et de matières de vidange n'a pas été abordée. Nous avons choisi de ne pas intégrer l'étude du traitement des déchets des installations de lutte contre la pollution des eaux dans cette thèse car celui-ci ne donne pas lieu au même jeu d'acteurs que celui existant lors du traitement des eaux usées. Les gestionnaires de stations d'épuration, qui ont une place de techniciens apportant une solution dans le cas du traitement des eaux usées, deviennent des acteurs à la recherche d'une solution technique pour éliminer leurs déchets. Ils prennent, alors, la place d'un usager des services d'élimination des déchets. Par ailleurs, les gestionnaires des installations de traitement des boues (centre d'enfouissement, incinérateurs...) et les agriculteurs, en cas de valorisation agricole, sont des acteurs qui n'interviennent pas dans la gestion des trois autres objets techniques étudiés. Aussi avons-nous considéré que la question des boues d'épuration et des matières de vidange relève d'une logique différente de celle de l'assainissement et de l'épuration et qu'elle nécessite une thèse à elle seule.

Cette recherche sur les déchets du traitement des eaux usées nous paraît d'autant moins nécessaire que, dans le cadre de notre problématique, l'analyse de l'histoire des normes écrites et des choix techniques dans les domaines des réseaux, des stations et des dispositifs d'assainissement autonome permet de tirer des premières conclusions satisfaisantes.

Le lien entre les normes écrites et les choix techniques est relativement évident et direct en Allemagne. La publication de nouvelles valeurs admissibles par la disposition cadre du 1^{er} janvier 1989 a engendré les critiques des élus et des techniciens municipaux qui les jugeaient beaucoup trop sévères et qui condamnaient la centralisation de fait occasionnée par une telle rigueur. Néanmoins, ces nouvelles dispositions ont été suivies, dans tous les *Länder*, d'un programme de remise à niveau des stations permettant d'atteindre ces nouvelles normes moyennant un effort considérable de 107 milliards de DM sur 10 ans. Seuls le coût de la réunification et la crise économique générale semblent pouvoir ralentir, sans les remettre en cause, ces projets. Par ailleurs, les travaux normatifs de l'association des professionnels des eaux usées A.T.V. sont suivis à la lettre bien qu'ils n'aient, dans l'absolu, aucun caractère obligatoire. Le concept des règles de la technique généralement reconnues incite fortement à l'emploi de ces normes, de même que la puissance des administrations de contrôle chargées de veiller à l'emploi de ces règles (cf. chapitre 2 - II).

D'une manière générale, il apparaît que l'application aussi stricte des normes relatives à l'assainissement et à l'épuration est intimement liée à la structure de l'État fédéral allemand. Les administrations couvrant une circonscription de faible superficie détiennent, du fait de la structure de l'État, un pouvoir de contrôle très fort. Le contrôle des infrastructures d'assainissement est toujours effectué non seulement *a priori*, mais aussi *a posteriori*. *A contrario*, l'État centralisé "à la française" est caractérisé par la faiblesse des moyens des administrations pour le contrôle *a posteriori* des infrastructures. Cela n'a pas permis aux normes écrites françaises d'avoir la même force que celles produites en Allemagne. Ce constat n'est cependant validé que sur les législations et les réglementations nationales, l'influence des textes européens n'étant pas plus forte en Allemagne qu'en France. On ne peut donc pas généraliser et affirmer, dans l'absolu, que les normes écrites seront obligatoirement mieux appliquées dans l'État fédéral d'Allemagne que dans l'État centralisé de France.

La faiblesse des normes écrites françaises a été compensée par l'action des Agences de l'Eau. La très forte influence des outils mis en place par ces organismes est révélatrice de l'importance qu'ont prise les Agences. Le taux de collecte et le taux de dépollution, créés à l'origine pour calculer la redevance assainissement, sont devenus des indicateurs pour décrire une réalité physique, bien qu'ils soient en réalité des agrégats d'estimations, affectées de coefficients à vocation fiscale qui, de plus, ignorent l'apport des dispositifs d'assainissement autonome. Ils ont acquis la force d'une norme non écrite à laquelle se réfère la majorité des acteurs de l'eau pour affirmer que la France est en retard en matière d'équipement et qu'une augmentation significative du parc de réseaux et de stations est nécessaire. Ces taux sont en passe de devenir de véritables normes écrites, le décret n° 94-469 du 3 juin 1994 rendant obligatoire leur utilisation lors de la programmation de l'assainissement pour les agglomérations produisant une "charge brute de pollution organique" supérieure à 120 kilogrammes par jours.

Par ailleurs, les différentes "évidences techniques" qui ont cours chez les professionnels et que nous avons pu mettre en évidence à l'aide des enquêtes, constituent dans les deux pays autant de balises réduisant l'éventail des choix techniques pour favoriser la solution réseau + station. La situation paraît cependant plus ouverte pour l'assainissement autonome en France.

Malgré l'existence d'indicateurs focalisés uniquement sur l'équipement, notre recherche a permis de cerner, en France, une timide mais réelle évolution. D'une part, la phase d'équipement massif en réseaux et stations paraît maintenant être en voie de se terminer, d'après les données que nous avons pu collecter et produire. D'autre part, les réponses à nos questionnaires, comme les mises en oeuvre de système de gestion automatisée des réseaux, sont révélatrices de l'émergence de préoccupations et de nouvelles pratiques relatives au fonctionnement, aux performances, et à la fiabilité des ouvrages.

De cette constatation découlent différentes possibilités de recherches futures. L'émergence des préoccupations est-elle le révélateur d'un changement plus général d'approche ? Peut-on y voir le signe de la constitution actuelle d'un nouveau génie qui prendrait le pas sur le génie civil et sa "logique de travaux" qui ont prévalu jusqu'à ce jour ? Quelles sont les caractéristiques de ce génie ? La mise en place d'expérimentations de gestion publique de l'assainissement autonome et la reconnaissance de cette technique comme une technique à part entière confirment un certain dépassement de l'approche de génie civil. Mais ne confirment-elles pas aussi un changement d'approche par rapport au génie sanitaire ? En effet, un des principes de base du génie sanitaire est d'éloigner le plus rapidement possible, et sans stagnation, les eaux polluées pour les rejeter, après traitement éventuel, dans les cours d'eau superficiels. La remise en cause de l'évacuation immédiate des eaux pluviales par la construction de bassins de rétention des eaux pluviales semble apporter une autre confirmation d'une remise en question partielle d'un principe fondamental du génie sanitaire. Est-il possible d'affirmer qu'il s'agit des prémices d'une remise en cause plus fondamentale de l'approche sanitaire ? Ou au contraire peut-on voir dans cette évolution une simple extension du génie sanitaire, l'objet de cette approche restant le même : protéger les hommes contre la nature et leurs rejets ? L'évolution se limiterait alors à une meilleure prise en compte des contraintes économiques, politiques et sociologiques.

A contrario, si la remise en question se révèle plus radicale, peut-on voir dans ces changements de pratique le signe de l'émergence d'un génie de l'environnement qui n'aurait plus pour seul objet la protection des hommes contre la nature mais aussi la protection de la nature elle-même, alors considérée comme un ensemble de ressources indispensables mais fragilisées par le développement économique (Barraqué B., 1993) ?

On ne peut répondre à cette dernière question à l'aide de la seule recherche sur les évolutions des pratiques dans les différents domaines de lutte contre les pollutions et les nuisances. Cette approche permet uniquement de confirmer ou d'infirmer l'existence de changements d'approche par rapport aux principes régissant le génie sanitaire. Pour apporter des éléments de réponse à cette interrogation, un autre terrain paraît prometteur : celui de la formation des différents techniciens intervenant dans la lutte contre les pollutions. Une évolution notable des contenus des enseignements vers des disciplines telles que l'écologie, la biologie et des cours ayant pour objet la gestion à long terme des écosystèmes dans un but de préservation des équilibres serait un nouveau signe de changement d'approche et irait dans le sens d'une confirmation de l'émergence en France d'un génie de l'environnement.

Par ailleurs, une telle recherche sur les formations serait complémentaire de notre recherche sur un point que nous n'avons pu traiter : les causes profondes de l'existence et du succès des normes restreignant le choix des moyens techniques à employer. Une réelle politique d'objectifs de qualité donnerait une plus grande liberté de choix au niveau local. Pourquoi ne parvient-elle pas à percer ? Il nous paraît essentiel, au terme de ce travail, de mener une recherche sur les liens entre l'existence de normes contraignant les choix techniques et la formation des techniciens de l'eau qui sont les principaux acteurs, avec les élus, de la normalisation écrite et les seuls acteurs de la normalisation technique non écrite.

L'échec de la politique d'objectif de qualité au profit de normes contraignant les choix techniques trouve-t-il une de ses origines dans la formation initiale des différents techniciens de l'eau ? En d'autres termes le succès des obligations de moyens a-t-il des origines dans une formation, un enseignement plutôt "fermé" que recevraient les techniciens de l'eau ? Par enseignement fermé, nous entendons le type de formation où l'enseigné, confronté à un problème, fait appel à sa mémoire, notamment aux connaissances acquises par l'enseignement du maître. La solution apparaît comme l'ajustement des connaissances au problème. Ce processus limite les dispositions créatives de l'enseigné. A ce titre, il livre en général la solution, de caractère unique. *A contrario*, dans le cas de l'enseignement ouvert, l'enseigné, épaulé par l'enseignant, est confronté au problème et recherche d'abord des cheminements de solutions : c'est là un exercice de créativité. Ses cheminements font appel à des connaissances que l'enseigné ne possède pas toujours. Il doit donc aller chercher les informations qui répondent à sa demande (Tissier B., 1985). Il

n'y a pas dans ce cas **la** mais **des** solutions (cf. annexe 26).

Par ailleurs, devant la pluralité des solutions techniques, c'est aux élus, en tant que représentants des usagers, que revient la responsabilité du choix. Cependant, l'implication des usagers plus en amont, lors de la recherche des solutions, garantirait une meilleure adéquation des différentes possibilités techniques retenues aux besoins et attentes des personnes concernées. Ceci appelle plusieurs questions. Dans quelle mesure les usagers ont-ils voix au chapitre lors de la recherche des différentes solutions ? Sont-ils des acteurs de cette recherche ? Quelles sont les limites à une plus grande participation des usagers à la recherche des solutions techniques ?

Cette thèse, après avoir permis de tirer certaines conclusions relatives aux normes et pratiques, débouche sur de nouvelles questions de recherche. Les évolutions actuelles et les balbutiements d'une nouvelle approche encore difficile à cerner font que le monde de l'eau est le siège de débats et de controverses techniques. Par conséquent, il constitue un terrain de recherche privilégié pour l'analyse des rapports entre techniques et sociétés. Aussi ce travail, loin d'apporter uniquement des conclusions définitives, a-t-il eu pour ambition de déboucher sur de nouvelles pistes de recherches.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- Abwasser Verband Saar, 1991, *Jahresbericht 1990*, Saarbrücken.
- Abwasser Verband Saar, 1992, *AVS - Kostenstudie Kläranlagen*, Saarbrücken.
- Agence de l'Eau Seine-Normandie, Caisse des dépôts et consignations, BETURE-SETAME-Est, 1992, *Comptes rendus d'enquêtes en Allemagne*, Nanterre.
- Agence Financière de Bassin Artois-Picardie, 1985, *Les essais de réception sur les réseaux d'assainissement*.
- Alexandre O. - 1, 1993, *Le coût des filières d'assainissement*, in actes du rendez-vous du 27 octobre 1993 organisé par le C.S.T.B. et l'A.G.H.T.M. sur l'assainissement autonome, Paris.
- Alexandre O. - 2, 1993, *Les modes de gestion de l'assainissement non collectif : le point sur les opérations concertées*, in actes du rendez-vous du 27 octobre 1993 organisé par le C.S.T.B. et l'A.G.H.T.M. sur l'assainissement autonome, Paris.
- Armbruster Jörg, 1990, *Les services publics en République Fédérale Allemande - Traitement des eaux usées*, Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, Ecole Nationale des Ingénieurs des Travaux Ruraux et Techniques Sanitaires, formation continue, Strasbourg.
- Barraqué B. , 1989, *Water-cycle management and water institutions in Great-Britain and in France*, C.N.R.S.- L.A.T.T.S..
- Barraqué B., 1993, Qu'est-ce que le génie de l'environnement ?, in *La ville et le génie de l'environnement*, sous la direction de Barraqué B., p. 13 à 35.
- Barraqué B., Berland J.M., 1992, Assainissement autonome : la France par rapport à l'Europe, in *Synthèse des communications du colloque national sur l'assainissement des petites collectivités*, Association syndicale autorisée pour la gestion et l'entretien de l'assainissement autonome de Tourville-la-Campagne, Agence de l'Eau Seine-Normandie, Conseil Général de l'Eure.
- Barraqué B., Touzé N., 1990, *Comparaison des processus d'innovation dans les stations d'épuration : France-U.S.A*, M.E.L.T.M. plan urbain et S.E.E.R.M., S.R.E.T.I.E..
- Berland J.M. , 1993, Assainissement et génie de l'environnement : les enjeux d'une rencontre récente, in *La ville et le génie de l'environnement*, sous la direction de Barraqué B., p. 167 à 195
- Berland J.M., Barraqué B., Novembre-Décembre 1990, Réflexions sur un faible taux d'épuration, In *COURANT* n°6.
- Beyeler C., Fritsch E., Berland J.M., 1993, *Les prémices d'un service public d'assainissement autonome ? L'opération expérimentale d'assainissement autonome de la ville de Toulouse*, LATTIS, Noisy-le-Grand.
- Boutin P., 1986, *Eléments pour une histoire des procédés de traitement des eaux résiduaires*, C.E.M.A.G.R.E.F., Tribune du Cebedeau, N° 511-512, p. 3 à 18, N° 515, p. 30 à 44, N° 517, p. 35 à 46, Cebedoc éditeur, Liège, Belgique.
- Brochier, 1993, *Réfection souterraine de canalisations*, Nuremberg.
- C.S.T.B., A.G.H.T.M., 1989, *Résultats de l'enquête relative aux travaux de réhabilitation des réseaux d'assainissement*, Paris.
- Cercle Français de l'Eau, 1993, *L'eau et l'aménagement du territoire*, travaux présentés au congrès des

maires de France le 17 Novembre 1993, Paris.

- Chatzis K., 1993, *La régulation des systèmes sociotechniques sur la longue durée, le cas du système d'assainissement*, thèse de doctorat en Sciences Sociales, ENPC-LATTS, Noisy-le-grand.
- Chocat B., Seguin D., Thibaut S., 1982, *Les systèmes S.E.R.A.I.L. et C.E.D.R.E.*, Société Hydrotechnique de France, in Actes du colloque *Informatique et Assainissement*.
- Compagnie Générale des Eaux, IAURIF, 1991, *L'eau et les collectivités locales*, Éditions du Moniteur, Paris.
- Conseil Général de Seine-Saint-Denis, 1992, *Hydrotechnologie urbaine : les bassins nouvelle vague*, actes du colloque sur les bassins de retenue des 16 et 17 juin 1992, Bobigny.
- Diseau M., Duperd Y., mai 1989, *La réhabilitation des réseaux d'assainissement, quelques éléments de réflexion*, T.S.M. L'eau, pp 259-262.
- Drouet Dominique, 1985, *Analyse comparative des firmes du secteur eau-assainissement dans trois pays industrialisés, rapport sur la R.F.A.*, Délégation à la Recherche et à l'Innovation, ministère de l'Urbanisme, du logement et des transports.
- Dupuy G. et alii, 1981, *Le génie urbain*, annales de la recherche urbaine, n°13.
- Dupuy G., 1983, *Assainissement autonome et assainissement collectif*, IUP, Créteil.
- Dupuy G., Knaebel G., 1982, *Assainir la ville hier et aujourd'hui*, Paris, Dunod.
- Durand-Claye A., 1883, *Mémoire sur l'assainissement de Berlin*, Annales des Ponts et Chaussées.
- Faudry D., 1985, *Evolution des techniques de l'eau dans la ville*, trois tomes, Université des Sciences Sociales de Grenoble, Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports.
- Floret-Miguet E., 1992, *Comparaison des politiques d'assainissement pluvial en Grande-Bretagne et en France*, D.E.A. Sciences et Techniques de l'Environnement, UPVM, ENPC, ENGREF, Paris.
- Fritsch E., 1993, *Perspectives et limites d'un service public d'assainissement autonome*, D.E.A. Sciences et Techniques de l'Environnement, UPVM-ENPC-ENGREF, Paris.
- Groupe de travail A.G.H.T.M. "Évaluation des performances de l'assainissement en France", 1990, *Bases de réflexions*, Paris.
- Guichard et Alii, 1982, *L'assainissement de la Communauté Urbaine de Bordeaux*, Société Hydrotechnique de France, in Actes du colloque *Informatique et Assainissement*.
- Gurtler F., 1985, *Gestion du cycle de l'eau en R.F.A.*, D.E.A Sciences et Techniques de l'Environnement, rapport de fin d'étude, U.P.V.M. - E.N.P.C..
- I.N.S.E.E. - S.C.E.E.S., 1989, *L'inventaire communal 1988*, I.N.S.E.E. cadrage démographie - société, Paris.
- I.N.S.E.E., 1990, *Le comunoscope*, inventaire communal 1988.
- I.N.S.E.E., 1991, *Recensement général de la population*, Paris.
- Imhoff Karl. (traduction par Fontaine M.), 1935, *Evacuation et traitement des eaux d'égout*, Editions Dunod.
- Kraemer R.A., 1992, *Decentralised Sewage Treatment en Lower Saxony*, Manuscrit I.E.U. Bonn.
- Leclercq S., 1993, *Utilisation agricole des boues de stations d'épuration au Danemark et en Allemagne*, D.E.A. Sciences et Techniques de l'Environnement, E.N.P.C., E.N.G.R.E.F., U.P.V.M..

- Martinant C. et Alii, 1986, *le génie urbain*, la Documentation Française.
- Messenger R., 1984, *Des communes chefs d'entreprise, les réseaux de chaleur en Allemagne*, Annales de la Recherche Urbaine n° 23-24, Réseaux techniques urbains.
- Ministère de l'environnement, 1993, *État de l'environnement 91-92*, Neuilly-sur-Seine.
- Panagiotis F., mai 1983, *Technique et droit de propriété dans l'assainissement de l'habitat - expérience de réhabilitation de l'assainissement autonome à Amfreville la Campagne*, IUP-Laboratoire des villes du Tiers-Monde, D.E.A. Sciences et Techniques de l'Environnement, UPVM, ENPC, ENGREF.
- Pecher R., 1987, *Probleme und Tendenzen bei der Abwasserbleitung in der Bundesrepublik Deutschland*, Internationaler Kongreß Leitungsbau, Dokumentation I, S. 13.
- Pecher R., 1991, *Sanierung von Kanalnetzen*, in *Komunale Abwasserpolitik*.
- Pike E.B., 1991, Pathogens in sewage sludge. in LHERMITE P. ed. *Treatment and use of sewage sludge and liquid agricultural wastes*. CEC. Elsevier, p. 180 à 187.
- Poujol T., *Le développement de l'assainissement par dépression*, thèse de doctorat de l'E.N.P.C. spécialité Sciences et Techniques de l'Environnement, L.A.T.T.S.-E.N.P.C., Paris, Septembre 1990.
- Racault Y. et Boutin P., 1987, *Le lagunage naturel en France : état du développement d'une technique d'épuration*, CEMAGREF, section "Qualité des Eaux" et Département "Ressources en Eau".
- Reidenbach M., 1993, *Les conséquences des nouvelles exigences environnementales*, in communications des sixièmes entretiens du centre Jacques Cartier, colloque des 8, 9 et 10 décembre 1993 sur la vétusté des infrastructures urbaines : Enjeux, stratégies et outils.
- Robert M. et Cambier Ph., 1993, Conditions de valorisation des boues en agriculture. Conséquences sur le traitement des boues, in *La ville et le génie de l'environnement*, sous la direction de Barraqué B., p. 49 à 64
- S.H.F, 1993, *Actes du colloque "la pluie, source de vie, choc de pollution"*, Paris, 17 et 18 mars 1993.
- Thevenin E., 1989, *Contamination bactérienne du littoral par les rejets urbains de temps de pluie : description de l'assainissement de six villes côtières allemandes*, Agence de l'Eau Seine-Normandie.
- Tissier B., 1985, *Enseignement Fermé, enseignement ouvert*, Les cahiers du CEFI, n° 12.
- Triantafillou C., *La dégradation et la réhabilitation des réseaux d'assainissement. France-Angleterre-États Unis*, Thèse de Doctorat, E.N.P.C.-LATTS, Paris, Juillet 1987, 422 pages.
- Valiron F. (sous la direction de), 1990, *La politique de l'eau en France de 1945 à nos jours*, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.
- Valiron F., Tabuchi J.P., 1992, *Maîtrise de la pollution urbaine par temps de pluie : état de l'art*, Agence de l'Eau Seine-Normandie, AGHTM, Lavoisier Tec & Doc, Condé-sur-Noireau.
- Viguié F., 1993, *Entretien des dispositifs d'assainissement : une expérience de schéma d'élimination de matières de vidange*, in acte du rendez-vous du 27 octobre 1993 organisé par le C.S.T.B et l'A.G.H.T.M. sur l'assainissement autonome, Paris.

BIBLIOGRAPHIE

- A.R.P.E.-P.A.C.A., 1983, *Quelle station d'épuration choisir pour les communes de moins de 10.000 habitants ?*
- A.R.P.E.-P.A.C.A., novembre 1983, *L'exploitation des stations d'épuration communales à boues activées.*
- Abwasser Verband Saar, 1989, *Erklärungen, Informationen vom Abwasser Verband Saar, Großklärwerk-Saarbrücken-Burbach*, Saarbrücken.
- Abwasser Verband Saar, 1993, *Abwasserentsorgung und Kanalisationstechnik - Kosten und Konzepte*, Saarbrücken.
- Abwassertechnische Vereinigung e.V. - Landesgruppe Baden-Württemberg, 1990, *Kläranlagen-Nachbarschaften*, Fortbildung des Betriebspersonals 1990, Hirthamer Verlag, München.
- Abwassertechnische Vereinigung e.V. - Landesgruppe Bayern, 1990, *Kläranlagen-Nachbarschaften*, Fortbildung des Betriebspersonals 1990, Hirthamer Verlag, München.
- Abwassertechnische Vereinigung e.V. - Landesgruppe Hessen/Rheinland-pfalz/Saarland, 1988, *Kläranlagen-Nachbarschaften*, Fortbildung des Betriebspersonals 1988, Hirthamer Verlag, München.
- Abwassertechnische Vereinigung e.V. - Landesgruppe Nord, 1988, *Kläranlagen-Nachbarschaften*, Fortbildung des Betriebspersonals 1987/1988, Hirthamer Verlag, München.
- Abwassertechnische Vereinigung e.V. - Landesgruppe Nordrhein-Westfalen, 1989, *Kläranlagen-Nachbarschaften*, Fortbildung des Betriebspersonals 1988/1989, Hirthamer Verlag, München.
- Abwassertechnische Vereinigung e.V., 1987, *Richtlinien für die Bemessung die Gestaltung und den Betrieb von Regenrückhaltebecken*, Regelwerk Abwasser, Arbeitsblatt A 117, Gesellschaft Zur Förderung der Abwassertechnik e.V, Saint-Augustin.
- Abwassertechnische Vereinigung e.V., 1989, *Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen mit Anschlußwerten über 5.000 Einwohnerwerten*, Regelwerk Abwasser-Abfall, Arbeitsblatt A. 131, Gesellschaft Zur Förderung der Abwassertechnik e.V, Saint-Augustin.
- Abwassertechnische Vereinigung e.V., 1991, *Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen ab 5.000 Einwohnerwerten*, Regelwerk Abwasser-Abfall, Arbeitsblatt A. 131, Gesellschaft Zur Förderung der Abwassertechnik e.V, Saint-Augustin.
- Abwassertechnische Vereinigung e.V., 1992, *Verfahren zur Elimination Von Phosphor aus Abwasser*, Regelwerk Abwasser-Abfall, Arbeitsblatt A. 202, Gesellschaft Zur Förderung der Abwassertechnik e.V, Saint-Augustin.
- Abwassertechnische Vereinigung e.V., 1993, *Jahresbericht 1992*, Saint-Augustin.
- Agence de Bassin Artois-Picardie, STU-CETE, novembre 1985, *Alternatives à l'assainissement gravitaire*, les cahiers techniques de l'assainissement de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie et du STU.
- Agence de Bassin Seine-Normandie, avril 1983, *Expérience de réhabilitation de l'assainissement autonome sur le site d'Amfreville-la-Campagne - Première synthèse.*
- Agence de l'Eau Loire-Bretagne, 1991, *Quel assainissement pour les collectivités Rurales ?*, n° spécial de "L'eau en Loire-Bretagne" (n°46), Tours.

- Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 1991, *Le Programme de l'Agence Rhin-Meuse et les engagements internationaux de la France*, Moulins-lès-Metz.
- Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 1991, *Programme spécial 1990-1996 - Orientations du VI^e Programme 1992-1996*, Moulins-lès-Metz..
- Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 1993, *Programme 1990-1996 - Pour faire renaître l'eau, note de synthèse*, Moulins-lès-Metz.
- Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Cabinet d'études Gaudriot, 1993, *Analyse Comparative des techniques et des coûts d'investissement des stations Nord-Européennes*, Quatre Tomes, Moulins-lès-Metz.
- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, 1991, *Assainissement des communes rurales*, SRIPTALINE Éditions, Lyon.
- Agence de l'Eau Seine-Normandie, 1989, *Pollution apportée par les rejets urbains par temps de pluie*.
- Agence de l'Eau Seine-Normandie, Conseil Général de l'Eure, Association Syndicale Autorisée pour la Gestion et l'entretien de l'Assainissement Autonome de Tourville-la-Campagne, 1992, *Synthèse des communications du colloque national sur l'assainissement des petites collectivités*.
- Agence Financière de Bassin Adour-Garonne, mai 1981, *Le lagunage naturel des eaux usées des collectivités rurales, expérience acquise dans le bassin*.
- Agence Financière de Bassin Loire-Bretagne, 1979, *Fonctionnement des stations d'épuration des effluents urbains dans le bassin Loire-Bretagne*.
- Agence Financière de Bassin Loire-Bretagne, 1979, *Lagunage naturel et lagunage aéré, procédés d'épuration des petites collectivités*.
- Agence Financière de Bassin Loire-Bretagne, 1982, *Etude des conditions de fonctionnement des stations d'épuration communales*.
- Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 1981, *Procédés physico-chimiques, épuration des eaux usées urbaines*, étude inter-agences.
- Agence Financière de Bassin Seine-Normandie, 1977, *Caractéristiques et conditions de fonctionnement des stations d'épuration des effluents urbains dans le bassin Seine-Normandie*, Cahiers Techniques n°6.
- Agence Financière de Bassin Seine-Normandie, 1979, *Techniques et économie de l'épuration des eaux résiduaires*, , Cahiers Techniques n°9.
- Agences de l'eau, Ministère de l'environnement, 1991, *les Élus locaux et l'assainissement*, Étude inter-agences n°1, imprimerie du sud.
- Amtsblatt des Saarlandes, *Bekanntmachung der Neufassung des Saarländischen Wassergesetzes (SWG). Vom 11. Dezember 1989*.
- Amtsblatt des Saarlandes, *Verordnung über die Genehmigungspflicht für das Einleiten von Abwasser mit gefährlichen Stoffen in öffentliche Abwasseranlagen (VGS) vom 18. Dezember 1990*.
- Annen G., 1985, *German sewage treatment authority : operation experience*, in *giornale di studio*, acque di rifiuto, Milano.
- Antoine S. et Oumet A. (sous la direction de), 1973, *L'orientation et la mise en oeuvre de la politique de l'eau en France*, collection "Environnement", La Documentation Française.
- Arnoult J., 1882, *Les controverses récentes au sujet de l'assainissement des villes*, Librairie J.B. Baillière et fils, Paris.
- Aspe C., 1987, *La région P.A.C.A et l'assainissement*, A.R.P.E-P.A.C.A, Commission Environnement du Comité Economique et Social.

- Aspe C., 1988, *Des eaux d'égouts et des couleurs, le traitement des eaux usées par les collectivités locales*, C.R.E.S, S.R.E.T.I.E.
- Aspe C., 1989, *Les normes s'usent, analyse des facteurs socio-culturels d'élaboration des normes technico-administratives relatives au traitement des eaux usées*, P.I.R.E.N.-C.N.R.S..
- Association des maires de France, *Association Nationale des Élus du Littoral*, 1991, *L'eau, enjeu du XXI^e siècle*, actes des premières journées nationales de l'eau 1990, Paris.
- Auby J.F., août 1982, *Les services publics locaux*, Presses Universitaires de France, Collection Que sais-je, Vendôme.
- B.R.G.M département eau, 1984, *Alimentation en eau de la R.F.A.*, synthèse du rapport du ministère de l'intérieur de R.F.A. pour l'année 1982.
- Babiarz, Hennigan, Pilon, 1978, *Proceedings of the Conference Waste Water Treatment Systems for Private Homes and Small Communities*, in Central N.Y. Regional Planning and Development Board.
- Bachelard G., 1991, *L'eau et les rêves, essai sur l'imagination de la matière*, Librairie José Corti.
- Bachoc A., Mouchel J.M., Chebbo G., 1991, *La pollution des rejets pluviaux urbains : son importance, ses caractéristiques, quelques éléments sur ses origines et son interception*, Journées eaux pluviales - Agen, C.E.R.G.R.E.N.E..
- Barles S., 1993, *La pédosphère urbaine : Les sols de Paris XVIII^e-XX^e siècles*, Thèse de doctorat nouveau régime, École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.
- Barraqué B., 1989, *La gestion de l'eau dans quelques pays européens*, C.N.R.S, L.A.T.T.S.
- Barraqué B., 1990, *Le Génie urbain en Europe, centralisation, décentralisation, privatisation - la gestion du cycle de l'eau en Grande-Bretagne, en R.F.A., et en France*, Ministère de l'Intérieur, M.R.T., A.R.T.E., Paris.
- Barraqué B., 1991, *Gérer l'eau en Europe*, in n°155 de la revue Futuribles.
- Barraqué B., 1992, *Water management in Europe, beyond the privatisation debate*, in n°7 de la revue Flux, CNRS, Noisy-le-grand.
- Barraqué B., 1993, *le gouvernement local et l'environnement*, actes Colloque CERAT du 2-3 Février 1993 : "Gouvernement local et politiques urbaines".
- Barraqué B., Berland J.M., Beyeler C., Claude V., Poujol T., Touzé N., 1990, *Normes et choix techniques dans les domaines de l'eau, de l'assainissement et de déchets : collectivités locales, États, ingénieurs*, C.N.R.S. - PIREN, A.R.C. collectivités locales et services liés à l'environnement, LATTs - Réseaux et Territoires, Noisy-Le-Grand.
- Bauebehörde-Stadtenwassering-Hamburg, 1988, *Hamburg's Municipal Drainage System*, Hamburg.
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 1989, *Stand der Abwasserbeseitigung in den EG-Mitgliedländer*, München.
- Bébin J., Ballay D., Lesouef A., 1992, *Réflexions sur les performances et la fiabilité des stations d'épuration des eaux résiduaires urbaines*, T.S.M.-L'EAU, p. 345. à. 351.
- Bechmann et Launay, 1895, *L'état actuel de l'assainissement de Paris et la loi du 10 juillet 1894*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 257 à 326.
- Benghozi J.P., Akrich M., Callon M. et Latour B., 1988, *L'innovation dans tous ses états*, Annales des Mines, p. 38 à 42.

- Berding H., François E., Ullmann H.P. (sous la direction de...), 1989, *La Révolution, la France et l'Allemagne, deux modèles opposés de changement social ?*, la maison des sciences de l'Homme, Paris.
- Berland J.M - 1., 1992, *L'innovation technologique en assainissement et épuration est-elle possible ?* in Actes du forum "Un enjeu pour l'environnement : innovation technique et remise à niveau d'un parc départemental d'assainissement", Conseil Général de Loire-Atlantique, La Baule (Atlantia).
- Berland J.M - 2., 1992, *État de l'assainissement, la situation française*, in Actes des journées d'étude de l'A.R.S.A.T.E.S.E. du 11 juin 1992, Toulouse.
- Berland J.M. - 1, 1993, *État de l'assainissement en Allemagne*, rapport réalisé à la demande de E.N.G.E.E.S, Strasbourg.
- Berland J.M. - 2, 1993, *Reconsidération de l'assainissement dans la perspective du génie de l'environnement*, ENPC-LATTS, rapport réalisé à la demande de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement du Conseil Général de Seine-Saint-Denis, Noisy-le-Grand.
- Berland J.M., 1990, *Innovations technologiques en matière de stations d'épuration, analyse comparative France - République Fédérale d'Allemagne*, D.E.A. Sciences et Techniques de l'Environnement, E.N.P.C., E.N.G.R.E.F., U.P.V.M., Paris.
- Berland J.M., 1994, *Une évaluation du système d'assainissement des anciens Länder allemands*, ENPC-LATTS, rapport réalisé à la demande de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Noisy-le-Grand.
- Berland J.M., Fritsch E., Floret-Miguet E., 1993, *Assainissement : Il faut redéfinir les Priorités*, Décision Environnement, n° hors série spécial Pollutec 1993, Paris.
- Bernadas I., 1988, *Réseau gravitaire et régulation sociale, contribution à l'analyse des rapports entre Technique et Société*, Université des Sciences Sociales de Grenoble - Institut d'Urbanisme de Grenoble - Centre d'Étude des Pratiques Sociales, Grenoble.
- Bernoux P., 1985, *La sociologie des organisations, initiation*, Édition du Seuil, Inédit - Points, Paris.
- Bertolini G., 1978, *Eau, déchets, modèles culturels*, Entente, Paris.
- BETURE SETAME, décembre 1985, *Techniques alternatives en assainissement pluvial : impact sur le milieu social et sur l'environnement*, tome 1, synthèse et conclusions, Plan Urbain.
- Beyeler C., septembre 1987, *Suivi d'opération expérimentale d'assainissement autonome de la ville de Toulouse*, rapport intermédiaire, Plan Urbain, E.N.P.C.-L.A.T.T.S., Noisy-le-Grand.
- Bickmann M., 1989, *Deutsche Praktiken im Hinblick auf die Regenwasserbehandlung in Mischwasserkanälen. Erhöhte Schmutzstoff, sowie hydraulische Überbelastung bezüglich biologischer Kläranlagen, Stundenarbeit der Vertiefungsrichtung "Siedlungswasserwirtschaft"*, Paris.
- Biguet C., 1983, *Programmation de l'assainissement et planification urbaine*, Mémoire lourd pour l'obtention du DIUP, Institut d'Urbanisme de Paris - Créteil.
- Bischoberger W. und Weber J., 1977, *Kleine Kläranlagen mit Abwasserbelüftung, Eine statistische Ermittlung ihrer Reinigungsleistung*, Korrespondenz Abwasser, p. 289 à 294.
- Biseau M., Bourges F., Ruperd Y., 1991, *Réhabilitation des réseaux d'assainissement, méthodes disponibles, critères de choix, exemples*, L.C.P.C., Paris.
- Bize J., 1980, *La protection des eaux et l'assainissement des petites collectivités*, T.S.M..
- Blérard P.A., 1991, *Théorie du marché politique et rationalité des politiques publiques*, R.F.S.P., volume 41, Paris.
- Bloch C., 1987, *Structures politiques de l'Allemagne contemporaine et la position de l'Allemagne dans le*

monde. Thèse de Doctorat d'Etat en histoire, Université Paris I.

- Bongaert J.C. and Kraemer A., 1988, *Permit and effluent charges in the water pollution control policies of France, West Germany, and the Netherlands*, Forschungsschwerpunkt Umweltpolitik, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin.
- Bougeois A., 1983, *Conception et réalisation d'un compteur d'eaux usées. Application à la gestion informatisée d'un grand réseau d'assainissement*, Thèse de Docteur-Ingénieur en Environnement, spécialité Eau, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.
- Bourlet A. et Garcin J.L., 1991, *Code pratique de l'eau*, Éditions du Moniteur, Paris.
- Brissaud F. et Joseph C., 1990, *Le géoassainissement*, in géologues n° 85-86.
- Brissaud F., décembre 1986, *Assainissement autonome*, contribution au groupe de travail du service technique de l'urbanisme en 1986, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Laboratoire d'Hydrologie Mathématique, Service Technique de l'Urbanisme (commande STU-DEU 86070), Montpellier.
- Brown G., 1982, *The effluent charge system in the Federal Republic of Germany*, University of Washington, Federal Republic of Germany.
- Brunner P. G. , 1987, *Sinn und Zweck der Mischwasserbehandlung*, ATV Fortbildungskurs F/1, 28. - Karlsruhe.
- Buffaut P., 1986, *Evolution de la pensée sanitaire sur 100 ans dans le domaine de l'eau au travers des règles d'hygiène*, D.E.A. Sciences et Techniques de l'Environnement, rapport de fin d'étude, U.P.V.M. - E.N.P.C., ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi, Direction Générale de la Santé.
- Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung-2, 1988, *Aktuelle Daten und Prognosen zur räumlichen Entwicklung, regionale Infrastruktur I*, Bonn.
- Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung-1, 1988, *Informationen zur Raumentwicklung, Neue ansätze raumordnungspolitischer Wasserversorge*.
- Bundesgesetzblatt, Teil I, *Bekanntmachung nach Artikel 6 Abs. 3 des Einführungsgesetzes zum Handelsgesetzbuch*, vom 9. October 1986.
- Bundesminister für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit, 1990, *Eckwerte der ökologischen Sanierung und Entwicklung in den neuen Ländern*, Bonn.
- Bundesminister für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit, Gewässerschutz, 1991, *Umwelt'90*, Bonn.
- Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 1989, *Allgemeine Rahmen-Verwaltungsvorschrift über Mindestanforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer - Rahmen-Abwasser VwV* - 8 September 1989.
- Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1991, *Raumordnungsbericht 1991 der Bundesregierung*, Bonn.
- Burchard C.H., 1977, *Leistungsvergleich 1976 der öffentlichen Kläranlagen in Baden-Württemberg*, Korrespondenz Abwasser., p. 258 à 260.
- C.E.M.A.G.R.E.F., *L'exploitation des lagunages naturels guide, technique à l'usage des petites collectivités*, , Documentation technique F.N.D.A.E. n° 1.
- C.E.M.A.G.R.E.F., 1985, *Situation actuelle d'une technique d'épuration en France : le lagunage naturel*.
- C.E.S.T.A., 1985, *La filière eau - assainissement en France et dans le monde*, recueil des travaux menés pour le compte du groupe de travail sur l'observation des technologies urbaines.

- C.E.T.E. d'Aix-en-Provence, 1984, *Assainissement des terrains de Camping*, ministère de l'Environnement, Direction de la prévention des pollutions.
- Cadiou A., 1993, *Les directives européennes dans le domaine de l'eau*, Agence de l'Eau Seine-Normandie, Direction de l'International.
- Caillousse J., 1991, Le local, objet juridique, in *communications du colloque le local dans les sciences sociales* du 30-31 mai 1991, Association Française de Science Politique, Groupe local et politique, Paris.
- Callon M. et Latour B. - 1, 1988, *A quoi tient le succès des innovations ? Premier épisode : L'art de l'intéressement*, M. Akrich, Annales des Mines, p. 4 à 17.
- Callon M. et Latour B. - 2, 1988, *A quoi tient le succès des innovations ? Deuxième épisode : L'art de choisir les bons porte-paroles*, M. Akrich, Annales des Mines, p. 14 à 29.
- Callon M. et Latour B., 1985, *Comment suivre les innovations ? Clefs pour l'analyse socio-technique*, (C.S.I.), Prospective et Santé Publique, n° spécial sur l'innovation.
- Caneuze J., 1976, *Dix grandes notions de la sociologie*, Édition du Seuil, Points - Essais, Paris.
- Carles J., Dupuis J., 1989, *Service public local, gestion publique, gestion privée*, Nouvelles éditions fiduciaires, collection secteur public, Levallois-Perret.
- Catalogues des stations d'épuration communales fournis par les Agences Financières de Bassin*, 1989 - 1990.
- Cebon de Lisle P., 1991, *L'eau à Paris au 19^{ème} siècle*, Thèse de Doctorat en histoire, Université Paris IV.
- CERU, Février 1978, *Comparaison des modes d'assainissement collectif et individuel*, Ministère de l'Équipement - Direction de la Construction - Plan Construction.
- Chaline W., 1990, *Vers une nouvelle génération d'outils d'aide à la prévision, à la conception et à la gestion des réseaux d'assainissement alliant technique, auto-formation et expertise du domaine*, Thèse de Doctorat en Génie Civil, I.N.S.A., Lyon.
- Chambre Syndicale Nationale des Entreprises et Industries de l'Hygiène Publique, 1983, *Assainissement autonome, individuel et privé depuis l'arrêté du 3 mars 1982 rôle et caractéristique, conseil d'installations, conseil d'utilisation et d'entretien*, Imprimerie cadet, Bléré.
- Charpentier J., 1988, *Adaptation des stations du type boues activées faibles charges à l'élimination des pollutions carbonées, azotées et phosphorées. Besoins en oxygène et régulation Redox*, Thèse de Doctorat d'Etat en génie des procédés, Joseph , Université Rennes I.
- Chatzis K., 1989, *Génie Urbain, quelques réflexions pour contribuer à la définition d'un programme de recherche*, LATTIS - Réseaux et Territoires.
- Chibret R.P., 1991, *Les associations écologiques en France et en Allemagne, une analyse culturelle de la mobilisation collective*. Thèse de Doctorat d'Etat en sciences politiques, Université Paris I.
- Chocat B., 1981, *Un système d'aide à la gestion, la prévision et la conception des équipements d'assainissement*, Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences, I.N.S.A., Lyon.
- Chochois M., 1984, *Aménagement des communes rurales : gestion collective de l'assainissement individuel - situations et perspectives*, DESS d'Urbanisme, IUP Paris.
- Claude V., 1985, *Strasbourg 1850-1914, Assainissement et politiques urbaines*, thèse de troisième cycle, École des Hautes Études en Sciences Sociales.
- Claude V., 1987, *L'association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux, école et/ou lobby 1905-1930*, Plan Urbain, Paris.

- Cochet C., 1993, *Les directives européennes - les orientations en matière d'équipement*, in actes du rendez-vous du 27 octobre 1993 organisé par le C.S.T.B et l'A.G.H.T.M. sur l'assainissement autonome, Paris.
- Cochet C., Dérangere D., mai 1989, *Assainissement autonome, cadre réglementaire et normatif européen*, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), SNPEAI-CSNHP, Paris.
- Collectif, 1984, *La fiabilité d'une station d'épuration urbaine*, T.S.M., p. 407 à 434
- Collectif, 1988, *Etat du monde - Edition 1988-1989, annuaire économique et géopolitique mondial*, éditions la découverte, Mame imprimeurs, Tours.
- Collectif, 1989, *Kommunale Abwasserreinigung vor neuen Aufgaben*, Baden-Württemberg in Wort und Zahl.
- Collectif, 1990, *Le grand livre de l'eau*, La Villette, cité des sciences et de l'industrie, La manufacture.
- Collectif, 1992, *Etat du monde - Edition 1993, annuaire économique et géopolitique mondial*, éditions la découverte, Mame imprimeurs, Tours.
- Comité de bassin Rhin-Meuse, groupe de travail "programme d'activité de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse 1992/1996", 1991, *Coût et financement des mesures nécessaires à la réduction des rejets de nutriments*.
- Comité Français d'Éducation pour la Santé, 1987, *Les eaux usées faciles à traiter*, document technique n°1, Paris.
- Commission des Länder pour la qualité de l'eau, 1990, *LAWA 2.000 - Exigences de la gestion de l'eau pour une politique progressiste de protection des systèmes aquatiques*.
- Commission Internationale pour la Protection du Rhin contre la Pollution - 2, 1989, *Rapport du président de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin contre la Pollution à la 10^{ème} conférence des ministres*, Bruxelles.
- Commission Internationale pour la Protection du Rhin contre la pollution - 1, 1989, *Programme d'action "Rhin", Inventaire des rejets de substances prioritaires en 1985 et prévision des réductions de rejets réalisables d'ici à 1995*, Bruxelles.
- Commission Internationale pour la Protection du Rhin contre la pollution, 1987, *Programme d'action "Rhin"*, Strasbourg.
- Commission Internationale pour la Protection du Rhin contre la pollution, 1992, *Rapport d'activité 1991*, Coblenz.
- Crozier M., Friedberg E., 1977, *L'acteur et le système*, édition du seuil, collection sociologie politique.
- CSTB, février 1986, *Assainissement autonome, Guide pour le choix des filières*, Programme interministériel REXCOOP, Champs-sur-Marne.
- CSTB, mai 1989, *Assainissement autonome : cadre réglementaire et normatif européen*, SNPEAI-CSNHP.
- Culture technique n°26, 1992, *Génie Civil*, Paris.
- Debia P., 1983, *Les disparités économiques régionales en République Fédérale d'Allemagne*. Thèse pour le Doctorat de Troisième Cycle en Conjonctures et Politiques Économiques, Université Paris I, Paris.
- Denis H., 1987, *Technologie et société, essai d'analyse systémique*, éditions de l'école polytechnique de Montréal, 1^{er} trimestre.
- Denoeux T., 1989, *Fiabilité de la prévision de pluie par R.A.D.A.R. en hydrologie urbaine*. Thèse de

Doctorat d'Etat en sciences, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.

- Dérangère D., 1993, *Le DTU 64-1 : vers une prévention des désordres ?*, in actes du rendez-vous du 27 octobre 1993 organisé par le C.S.T.B et l'A.G.H.T.M. sur l'assainissement autonome, Paris.
- Desbordes M., 1974, *Réflexions sur les méthodes de calcul des réseaux urbains d'assainissement pluvial*, Thèse de Docteur-ingénieur en Sciences et Techniques du Batiment-Travaux Publics, Université Montpellier II.
- Deutsch J.C, Bachoc A., Guichard M.-A., Chebbo G., Flores-Rodriguez J., Thevenot D.-R, Lebreton L., Bussy A.-L., 1991, *Pour une nouvelle maîtrise des eaux pluviales*, in La gestion de l'eau, colloque européen des 4,5 et 6 décembre 1990, Presses des Ponts et Chaussées, Paris, p. 53 à 67.
- Deutsch J.C., 1987, *Les problèmes de l'assainissement, les réseaux d'assainissement et l'assainissement autonome*, in *40 ans de politique de l'eau en France*, ouvrage collectif sous la direction de Monsieur Loriferne, DAEI, Economica, Paris.
- Direction de la Prévention des Pollutions, 1983, *Assainissement en zone littorale*, Cahier technique de la Direction de la Prévention des Pollutions n°11.
- Direction Départementale de l'Équipement de la Haute-Garonne, 1989, *Assainissement autonome et urbanisme*, Toulouse.
- Douard P., 1988, *La Commission d'Assainissement outre-Rhin, 5-7 octobre 1987*, T.S.M..
- Drouet Dominique, 1988, *L'industrie de l'eau dans le monde*, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.
- Droz J., 1991, *L'histoire de l'Allemagne*, Presses Universitaires de France, collection Que sais-je ?, Paris.
- Dupuy F. et Thœnig J.C., 1983, *sociologie de l'administration française*, Armand Colin, Paris.
- Dupuy G., 1982, *Pour un génie urbain problématique*, n° 13 des Annales de la Recherche Urbaine, p. 3 à 21.
- Dupuy G., *Urbanisme et technique. Chronique d'un mariage de raison*, Centre de Recherche d'Urbanisme, Paris 1978.
- Durand-Claye A., 1874, *Situation de la question des eaux d'égout et de leur emploi agricole en France et à l'étranger - communication faite à la session de la Société des agriculteurs de France*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 299 à 312.
- Durand-Claye A., 1878, *État de la question des eaux d'égout en France et à l'étranger*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 1987 à 1995.
- Emmery H.C., 1934, *Égouts et bornes-fontaines*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 241 à 286.
- Emmery H.C., 1936, *Statistiques des égouts de la ville de Paris*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 265 à 344.
- Engel, 1984, *Les problèmes de l'eau dans le District de Cologne*, IAURIF, Union des régions capitales de la Communauté Européenne, Madrid.
- Erich Schmidt Verlag, *Struktur und Entwicklung der Umweltschutzindustrie in der Bundesrepublik Deutschland*, Berichte 9/83, Umweltbundesamt, Berlin.
- F.N.D.A.E., 1993, *Situation de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement des communes rurales en 1990*, Paris.
- Faudry D., 1987, *La gestion publique à grande échelle*, Université des Sciences Sociales de Grenoble, Centre d'études des pratiques sociales, Ministère de l'Urbanisme du Logement et du Transport.

- Faudry D., avril 1984, *Les évolutions dans les techniques d'épuration des collectivités depuis la loi sur l'eau*, Rapport intermédiaire au contrat "Evolution des techniques de l'eau dans la ville", Université des Sciences Sociales de Grenoble, Ministère de la Recherche et de la Technologie, Grenoble.
- Faudry D., décembre 1981, *Dépenses d'assainissement des collectivités locales et leur financement, études exploratoires*, Université des Sciences Sociales de Grenoble II-IREP-CEPS, Ministère de l'Urbanisme et du logement-STU, Grenoble.
- Faudry D., mars 1984, *Le regain d'intérêt pour l'assainissement autonome et la modification de la réglementation*, rapport intermédiaire au contrat de recherche "Evolution des techniques de l'eau dans la ville", Université des Sciences Sociales de Grenoble, Ministère de l'Urbanisme du Logement et du Transport.
- Fazio A., 1993, *L'assainissement semi-collectif, un exemple de solution*, in actes du rendez-vous du 27 octobre 1993 organisé par le C.S.T.B et l'A.G.H.T.M. sur l'assainissement autonome, Paris.
- Flogaïtis S., 1978, *La notion de décentralisation en France, en Allemagne et en Italie*, Thèse pour le doctorat d'État en Droit, Université de Droit d'Économie, de Sciences Sociales de Paris, Paris.
- Fortin M.N., 1986, *Recherche sur les conditions de formation et de réduction du foisonnement filamenteux des boues activées*, Thèse de Doctorat d'État en science, Université Rennes I.
- Forum Städte-Hygiene, 1978, *Die Bedeutung der "Dritten Reinigungsstufe" und die nutzbringende Wiederwendung der elimierten Phosphate*.
- Fozion A., 1987, *Les filtres à sables verticaux en assainissement autonome : Approche pratique du dimensionnement*, Thèse de doctorat d'État en Génie civil, Université Montpellier II.
- Frérot A. et Jacquet G., 1989, *Contrôle, commande et gestion en temps réel des réseaux d'assainissement*, in n°49 des Annales des Ponts et Chaussées, Paris.
- Frérot A., 1987, *Procédures d'optimisation des consignes de gestion d'un réseau d'assainissement automatisé*, Thèse de doctorat de l'E.N.P.C. en Sciences et Techniques de l'Environnement, C.E.R.G.R.E.N.E., Noisy-le-Grand.
- G.R.A.I.E., 1992, *Re-découvrir l'eau : une priorité*, actes de la conférence internationale du 3 au 5 novembre 1992 à Lyon sur les nouvelles technologies en assainissement pluvial, NOVATECH 92, Aubenas.
- Geisert, 1993, *Bergtechnik GmbH Maschinenbau, Bohr-Press Unterirdische Rhorverlung, umweltschonend und Wirtschaftlich*, Saarbrücken.
- Gilles J., 1983, *Stand der öffentlichen Abwasserbeseitigung, Abwasser investitionen*, Korrespondenz Abwasser, 30 Jargang, p. 692 à 699.
- Godet, J.L., 1993, *Les missions des services de l'État*, in actes du rendez-vous du 27 octobre 1993 organisé par le C.S.T.B et l'A.G.H.T.M. sur l'assainissement autonome, Paris.
- Godfroy B., Abrial B., Simon P., Décembre 1984, *le SIVOM du canton de Poix de Picardie et le District Rural de l'est Saint-Quentinois : deux exemples d'intervention de collectivités pour l'assainissement autonome*, in Génie Rural, p. 29 à 32.
- Göttle A., 1988, *Zeile und Grundsätze der Regenwasserbehandlung, Stand der Neubearbeitung des Arbeitsblattes A 128 Durch die arv Ad-hoc-Arbeitsgruppe 1.9.1/1.9.3*, Korrespondenz Abwasser, p. 1106 à 1108.
- Goubert J.P., *La France s'équipe, les réseaux d'eau et d'assainissement, 1850-1950*, École des Hautes Études en Sciences Sociales, Les Annales de la recherche urbaine, n° 23-24, M.U.L.-Bordas, p. 47 à 53.
- Goubert J.P. 1990, *La conquête de l'eau*, collection Pluriel, éd Robert Laffont.

- Gougoussis C., 1982, *Assainissement individuel et aptitude des sols à l'élimination et à l'épuration des effluents domestiques*, Thèse de Doctorat en Sciences et Techniques du Batiment-Travaux Publics spécialité nuisances, Université Nancy I, .
- Grémion P., 1976, *Le pouvoir périphérique, bureaucrates et notables dans le système politique français*, Le Seuil.
- Grosser A., 1992, *La République Fédérale d'Allemagne*, Presses Universitaires de France, collection Que sais-je ?, Paris.
- Groupe ABC, 1988, *Résultat de l'enquête relative à l'activité des services extérieurs de l'État dans le domaine de l'eau, exercice 1986*, Rapport réalisé à la demande du ministère de l'environnement, Levallois.
- Groupe de travail "Réhabilitation" de la commission "Assainissement" de A.G.H.T.M. (article collectif), septembre 1989, *Quel avenir pour les techniques de réhabilitation des réseaux d'assainissement*, T.S.M. L'eau, p. 627 à 651.
- Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland vom 23 Mai. 1949.
- Guillerm A., 1976, *Quelques problèmes de l'eau dans les villes du bassin parisien au moyen-âge*, Thèse pour le doctorat de troisième cycle, École des Hautes Études en Sciences Sociales, Paris.
- Guillerm A., 1983, *Les temps de l'eau*, Éditions Champ Vallon, collection milieux, Seyssel.
- Guyot L., 1984, *Étude de la configuration et des besoins d'évolution du système d'aide à la conduite du réseau d'assainissement du département de Seine-Saint-Denis*, travail de fin d'étude de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, CERGRENE.
- Hahn H.H., 1984, *The water industry in the Federal Republic of Germany*, in *Eurowater*, European Water Pollution Control Association.
- Hamburg Baubehörde, 1983, *Ausbau des Entwässerungs - anlagen in Hamburg*, Hamburg.
- Hamburg Baubehörde, 1987, *Abwasserbeseitigungsplan*, Hamburg.
- Hamburg Baubehörde, 1991, *Neue Abwasser -Sammler in Winterhude - Alsterrent lastungs-programm*, Hamburg.
- Hamburg Umweltbehörde, 1991, *Umweltschutz in Hamburg*, Hamburg.
- Hausmann, 1854, *Mémoire sur les Eaux de Paris*, Paris, Vinchon.
- Hessische Landesanstalt für Umwelt, 1991, *Kläranlagen in Hessen, Bestand und Planung, Stand 1/1990*, Wiesbaden.
- Hessische Minister für Umwelt und Reaktorsicherheit, 1990, *Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen. Teil I*, Bekanntmachung der Neufassung des Hessischen Wassergesetzes (HWG), Wiesbaden.
- Hessisches Ministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit, 1990, *Umweltbericht*, Wiesbaden.
- Hirsch, 1891, *Travaux d'assainissement de Francfort-sur-le-Main*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 488 à 519.
- Imhoff K., 1976, *Thoughts on river bassin management*, Water Sciences and Technologies, vol 16, p. 15 à 18.
- Imhoff K., 1979, *Die Entwicklung der Abwasserreinigung und des Gewässerssschutzes seit 1868*, G.W.F wasser/Abwasser.
- Imhoff K., 1982, *Entwicklung der Abwasserreinigung im Ruhreinzugsgebiet und ihre Auswirkungen auf*

die Gewässergüte in den siebziger Jahren, Wasser-Abwasser.

Imhoff K., 1988, *75 Jahre Ruhrwasserwirtschaft*, G.W.F wasser/Abwasser n° 129.

Ing.-Büro für Kanalstandhaltung, 1992, IFK Report, Kanalstandhaltung Aufgabe für spezialisierte Ingenieure, Bochum-Gerthe.

Inventaire communal 1988, INSEE cadrage n°1, 1989.

Jeanson P., 1993, *La loi sur l'eau et l'assainissement : le point sur les décrets d'application*, in actes du rendez-vous du 27 octobre 1993 organisé par le C.S.T.B et l'A.G.H.T.M. sur l'assainissement autonome, Paris.

Jobert B. et Muller P., 1987, *L'État en action : Politiques publiques et corporatismes*, Presses Universitaires de France, Paris.

Jobert B., 1985, *Les politiques sociales et sanitaires*, Chapitre VI du Tome 4 du traité de science politique relatif aux politiques publiques, publié sous la direction de Grawitz M. et Leca J., Presses Universitaires de France.

Johnson R.W., 1983, *Will the Federal Republic of Germany Effluent Charge System work in the United States ?* University of Washington.

Kanal Müller Gruppe, 1993, *Kompetenz im Kanal*, Leipzig.

Kanaltechnik brust GmbH, 1993, *KA-TE High-Tech Kanalsanierung*, Idar-Oberstein.

Kanowski S. and Hornef H., 1981, *New Federal waste water discharge standards in Germany*, effluent and water treatment journal N°11.

Karjadi J., 1984, *Influence d'une urbanisation sur les équipements d'assainissement pluvial et sur leur fonctionnement*, Thèse de Doctorat en Sciences et Techniques du Batiment-Travaux Publics, Université Paris XI.

Klett-cotto, 1989, *Bildung Burgertum im 19 Jahrhundert, Politischer Einfluss und gesellschaftliche formation*, Stuttgart.

Knaebel G., 1977, *Gestion du service de l'assainissement à Francfort-sur-le-Main*, O.C.D.E., Direction de l'Environnement, Service de la Coopération Technique, groupe sur l'Environnement urbain, document de travail, Paris.

Knaebel G., 1983, *Bielefeld, genèse d'un réseau d'égout 1850-1904*, Institut d'Urbanisme de Paris, Les Annales de la recherche urbaine, n° 23-24, M.U.L.-Bordas, p. 90 à 102.

Knaebel G., 1983, *l'égout et la propriété*, rapport IUP pour le plan de construction MUL.

Koch P., 1941, *Des données particulières à l'assainissement des localités rurales en relation avec leur aménagement*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 224 à 237.

Koch P., 1967, *Les réseaux d'égout, données d'établissement de calcul*, Troisième édition, Dunod.

Kocka Jürgen (sous la direction de), 1988, *Burgertum im 19 Jahrhundert, Deutschland im europäischen Vergleich*, Munich, 3 vol.

Korte H., 1989, *Le développement de l'infrastructure dans la Ruhr, 1840-1990 (Die Entfaltung der Infrastruktur)*, traduit en français par S. Bollack, revu par V. Claude et B. Barraqué pour le L.A.T.T.S..

Kraemer R. A. and Bongaerts J.C., 1992, *Experience with Waste Water Charges in France, the Netherlands and the Germanies*, R. Berlin.

Kreamer R. A., 1990, *The privatisation of water services in Germany*, Forschungsstelle für

Umweltpolitik, Freie Universität Berlin.

Kugel G., 1992, Linssen K., Zingler E., Viersen, *Klärschlammabeseitigung im Niersgebiet Stand und Entwicklung*, Forum Städte-Hygiene 43.

Lacroze J., 1991, *De l'objet local à l'horizon local des pratiques (les études de science politique)*, in communications du colloque "le local dans les sciences sociales" du 30-31 mai 1991, Association Française de Science Politique, Groupe local et politique, Paris.

Lancelot B., 1983, Emergence et développement du système de gestion automatisée du réseau d'assainissement du département de Seine-Saint-Denis, Journées d'études Informatique, Automatisation et Exploitation des réseaux d'assainissement, E.N.P.C., Paris.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen - 1, 1987, *Statusbericht 1. Bundesoffene Fachtagung zum Ausbildungsberuf Ver und Entsorger/-in vom 18.-20. März 1987 in Gelsenkirchen*, Ver und Entsorger 1, Düsseldorf.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen - 1, 1989, *Technischer Leitfaden zur Elimination von Phosphor in kommunalen Kläranlagen*, LWA-Merkblätter n°1, Düsseldorf.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen - 1, 1990, *Gewässergütebericht '89*, Düsseldorf.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen - 1, 1992, *Gewässerüberwachung in Nordrhein-Westfalen*, Düsseldorf.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen - 2, 1987, *Handbuch für die betriebliche Ausbildung zum Ver und Entsorger/-in*, Ver-und Entsorger 2, Düsseldorf.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen - 2, 1989, *Pflanzenkläranlagen und Abwasserteiche für Anschlußwerte bis Einwohner*, LWA-Merkblätter n°2, Düsseldorf.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen - 2, 1990, *Allgemeine Güteanforderung für Fließgewässer (AGA), Entscheidungshilfe für die Wasserbehörden in Wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren*, LWA-Merkblätter n°7, Düsseldorf, 1991.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen - 2, 1992, *Gewässergütebericht '91*, Düsseldorf.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen - 3, 1989, *Aufgaben zur Kenntnisprüfung der Ver und Entsorger*, Ver und Entsorger 4, Düsseldorf.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen - 4, 1989, *Informationen zum Ausbildungsberuf, Ver und Entsorger 3*, Düsseldorf.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen, 1991, *Rheingütebericht NRW'90*, Düsseldorf.

Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen, 1993, *Jahresbericht '92*, Düsseldorf.

Lascoumes P., 1990, *Normes juridiques et mise en œuvre des politiques publiques*, in l'année sociologique 1990, volume 40.

Launay F., 1895, *Note sur l'assainissement de la ville de Berlin en 1884*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 257 à 303.

Lavarde R. et Six A., 1993, *les différentes politiques en matière d'assainissement dans les agences de l'eau*, in actes du rendez-vous du 27 octobre 1993 organisé par le C.S.T.B. et l'A.G.H.T.M. sur l'assainissement autonome, Paris.

Lavoux Thierry et alii, 1986, *La pollution nitratée, les politiques menées en R.F.A., au Royaume-Uni, et aux Pays-Bas*, Ministère de l'Environnement, Direction de la Prévention des Pollutions, Missions Eaux-nitrates, rapport final.

- Lavoux Thierry et alii, 1988, *L'action pour la réduction de la pollution de l'eau par les nitrates en provenance des activités agricoles*, Ministère de l'Environnement, Direction de la Prévention des Pollutions, Missions Eaux-nitrates.
- Lemore C., 1984, *Colmatage et décolmatage des tranchées d'épandage en assainissement autonome*, Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle, Université Paris XII.
- Lesavre J., 1993, Assainissement semi-collectif : le bilan en France des techniques d'infiltration/percolation, in actes du rendez-vous du 27 octobre 1993 organisé par le C.S.T.B. et l'A.G.H.T.M. sur l'assainissement autonome, Paris.
- Loewy A., 1910, *Notice sur l'épuration biologique des eaux d'égout sur sol artificiel*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 7 à 84.
- Loriferne (sous la direction de...), 1987, *40 ans de politique de l'eau en France*, DAEI, Economica, Paris.
- Lorrain D., 1981, *Le secteur public local entre nationalisation et décentralisation*, in n°13 des Annales de la recherche Urbaine, Paris.
- Lossier A., 1992, *L'économie de l'Allemagne*, Presses Universitaire de France, collection Que sais-je ?, Paris.
- Mahieu, 1910, *Le département de la Seine et l'épuration bactérienne des eaux d'égout*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 7 à 151.
- Malandain G., 1985, *Proposition pour une gestion de l'eau décentralisée et coordonnée*, Rapport établi à la demande de L. Fabius, premier Ministre.
- Maneglier H., 1991, *Histoire de l'Eau, du mythe à la pollution*, Édition François Bourin, Paris.
- Marquis J.C., 1988, *Ingénieurs de l'État et élus locaux, les concours prêtés par les services techniques de l'État (Équipement, Agriculture) aux collectivités territoriales*, l'espace juridique, DISTIQUE, Lille.
- Mathio J.C., 1986, *L'utilisation de robots et d'automatismes avancés en génie urbain, étude exploratoire*, Institut d'Urbanisme de Paris Réseaux et Territoires, Noisy-le-Grand.
- Mauguen P.Y., 1988, *Innovation et réseaux d'assainissement (1870 - 1885). Communauté d'ingénieurs et d'hygiénistes pastoriens face à l'émergence de la microbiologie*, Mémoire de D.E.A., Conservatoire National des Arts et Métiers, Centre Sciences, Technologie et Société, Paris.
- MDIS Ltd, 1992, *The Water Industry in the EC*.
- Melsa A. et Wienhusen A., 1988, *Klärschlammentsorgung im Einzugsgebiet der Ruhr, Standortbestimmung 1988*, Wasser-Abwasser, p.282 à 289.
- Merkle J-M. , 1992, *La gestion collective de l'assainissement autonome : analyse des premières expériences*, Laboratoire gestion de services publics, Mémoire de 3^{ème} année de l'Ecole Nationale des Ingénieurs des Travaux Ruraux et des Techniques Sanitaires, CEMAGREF.
- Messerig J.P., Lehalper J.M., 1989, *Les stations d'épuration pour les petites collectivités (500-5.000 éq hab)*, mémoire de fin d'études, E.S.T.P., S.A.D.E..
- Meublat G., 1987, *Évaluation ex-post de la politique de lutte contre la pollution des eaux*, rapport CREI-Paris XIII pour le S.R.E.T.I.E. du Ministère de l'Environnement, 3 tomes, Paris.
- Mille M. et Durand-Claye A., 1869, *Note sur les essais d'utilisation et d'épuration des eaux d'égout de Paris*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 313 à 339.
- Mille M., 1854, *Mémoire sur le service des vidanges publiques de la ville de Paris*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 129 à 157.

- Mille M., 1876, *Assainissement de Berlin, règlements et travaux*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 501 à 517.
- Ministère Chargé de la Santé, Direction Générale de la Santé, 1991, *Assainissement autonome, rapport d'enquête réalisée auprès des D.D.A.S.S, aspects techniques et administratifs*.
- Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, C.E.T.E.G.R.E.F. Equipements Ruraux, 1978, *Etude comparative des procédés d'épuration applicables aux effluents des petites et moyennes collectivités*.
- Ministère de l'Environnement - centre de documentation sur l'eau, 1992, Textes des débats parlementaires lors de la rédaction de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, Neuilly-sur-Seine.
- Ministère de l'Environnement - Direction de l'Eau, agences de l'eau, 1993, Rapport d'évaluation des VIèmes Programmes des agences de l'eau, synthèse nationale.
- Ministère de l'Environnement - Service de la Recherche et du Traitement de l'Information sur l'Environnement, 1986, *Le droit de l'eau en France, réformes souhaitables*, rapport établi à la demande du Ministère de l'Environnement Neuilly-sur-Seine.
- Ministère de l'Environnement et de la Prévention des Risques Technologiques et Naturels Majeurs, D.P.P.R., 1991, *Assainissement des collectivités locales. Etat de l'équipement et des financements*, Neuilly-sur-Seine.
- Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Agence de Bassin Loire-Bretagne, octobre 1980, *l'assainissement individuel, principes et techniques actuelles*, étude inter-agence, Orléans.
- Ministère de l'Environnement, 1981, *Assainissement individuel*, cahiers techniques de la direction de la prévention des pollutions, Ministère de l'Environnement, Neuilly-sur-Seine.
- Ministère de l'Environnement, service de l'eau, Agences Financières de Bassin, 1987, *Etat de l'assainissement et de l'épuration de 1981 à 1984*.
- Ministère de la Culture et de l'Environnement, 1977, *Assainissement des agglomérations littorales, orientations des choix technologiques*, Agence Financière de Bassin Loire-Bretagne.
- Ministère délégué chargé de l'Environnement, direction de la prévention des pollutions, services des déchets, 1987, *Etat d'avancement des Schémas d'Élimination des Matières de vidange domestiques, bilan de l'enquête réalisée auprès des commissaires de la République par le service des déchets*, Neuilly-sur-Seine.
- Ministère des Affaires Sociales de la Santé et de la Ville, Ministère de l'Environnement, 1993, *Assainissement des collectivités locales, données 1991-1992, Etat de l'équipement et des financements*, Paris.
- Ministère des Travaux Publics, 1875, *Rapport de la commission chargée de proposer les mesures à prendre pour remédier à l'infection de la Seine aux abords de Paris*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 632 à 684.
- Ministère des Travaux Publics, 1877, *Rapport de la commission chargée par le ministre des travaux publics de donner son avis sur un nouveau procédé pour l'épuration des eaux d'égout de la ville de Reims*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 621 à 648.
- Ministère Fédéral de l'Environnement - 1, 1992, *La protection de l'environnement en Allemagne, Rapport national de la République Fédérale d'Allemagne pour la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement en juin 1992 au Brésil*, Economica Verlag, Bonn.
- Ministère fédéral de l'Environnement - 2, 1992, *L'Allemagne : Le Ministère Fédéral de l'Environnement*, Economica Verlag, Bonn.
- Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Schleswig-Holstein, 1985, *Zweiter Bilanzbericht zum Generalplan Abwasser und Gewässerschutz in Schleswig-Holstein vom 15. Januar 1971*, Kiel.

- Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Schleswig-Holstein, 1987, *Generalplan Abwasser und Gewässerschutz in Schleswig-Holstein - Fortschreibung 1986*, Kiel.
- Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg, 1989, *Weitergehende Abwasserbeseitigung in Baden-Württemberg, Entwicklung der öffentlichen Abwasserbeseitigung bis zum Jahr 2000*, Stuttgart.
- Ministerium für Umwelt Saarland, 1990, *Auf Klarem Kurs-Gewässerschutz im Saarland*, Saarbrücken.
- Ministerium für Umwelt Saarland, Abwasserbeseitigungsplan, 1989, *Plan zur Abwasserableitung und -behandlung im Saarland*, Saarbrücken.
- Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, 1989, *Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein Westfalen*,.
- Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, 1990, *Pilotprojekt-Abwasserbehandlung im ländlichen Raum*.
- Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, 1992, *Gewässerschutz und Abwasserreinigung in NRW, Erste umfassende Bilanz des NRW-Gewässerschutzprogramms*, Düsseldorf.
- Miramond M., Prost T., 8-10 décembre 1993, Le vieillissement des infrastructures urbaines en France, Estimations nationales et approches locales, Sixièmes entretiens du Centre Jacques Cartier, Lyon.
- Mocquery C., 1900, *Grands collecteurs de la ville de Dijon*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 5 à 105.
- Mogenet R., 1991, *Les marchés de l'État et des collectivités locales*, tomes 1 et 2, Éditions du Moniteur, Paris.
- Muller P., 1990, *Les politiques publiques entre secteurs et territoires*, in *Revue Politiques et Management Public*, volume 8, n°3.
- Nicolazo J.L., 1989, *Les agences de l'eau*, Pierre Johanet et ses fils éditeurs S.A. Paris.
- Niedersächsische Umweltminister, 1989, *Abwasserbehandlung in Hauskläranlagen*, Hannover.
- Niedersächsische Umweltminister, 1989, *Schutz der Oberflächengewässer, Zeilvorstellungen und Arbeitsprogramm*.
- Niersverband, 1992, *Jahresbericht 1991*.
- Numéro spécial de la revue Justice (n° 122), 1988, *Justice et atteintes à l'environnement, les juges dans le bleu*, syndicat de la magistrature, Paris.
- O.C.D.E., 1977, *Politiques et instruments de gestion de l'eau*.
- O.C.D.E., 1980, *La gestion des eaux dans les bassins industrialisés*.
- O.C.D.E., 1987, *Données O.C.D.E sur l'Environnement, compendium 1987*, publication Paris.
- Octaèdre conseil, département analyses sectorielles, 1993, *Le marché des stations d'épuration 1993-2005*, Toulouse.
- OECD, 1992, *Environmental Policy in Germany, Environmental Performance Review, Germany, Report of the OECD on the Environmental Situation and Policies in Germany*.
- Overkott-Zubert S., 1978, *Le pouvoir local en République Fédérale d'Allemagne - Éléments de recherche*, thèse de troisième cycle en droit et économie des pays étrangers, Université des Sciences Juridiques, Politiques, Sociales et de Technologie de Strasbourg - Institut de

Recherches Juridiques, Politiques et Sociales, Strasbourg.

Pagney Viard C., 1988, *Rapport des droits de la santé et de l'environnement en matière de qualité de l'eau*, Thèse de Doctorat d'Etat en droit privé, Université Paris II.

Palmade G., 1982, *Méthode et théories dans les sciences de l'homme*, manuscrit.

Perigaud J., 1992, *L'assainissement de demain. hydraulique des eaux pluviales et usées. Assainissement autonome et assainissement des petites collectivités*, in "l'avenir de l'eau - quelques réponses des sciences hydrotechniques à une inquiétude mondiale", Actes des vingt-deuxième journées de l'hydraulique des 15-16-17 septembre 1992, Paris.

Picon A., 1992, *L'invention de l'ingénieur moderne, l'École des Ponts et Chaussées 1747-1851*, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.

Pierre Johanet et ses fils, éditeurs S.A., 1985, *Guide de l'eau 1984/85*.

Pierre Johanet et ses fils, éditeurs S.A., 1992, *Guide de l'eau 1991/92*.

Pierre Johanet et ses fils, éditeurs S.A., 1993, *Guide de l'eau 1992/93*.

Plan Urbain, 1987, *Acte du colloque "L'eau dans la ville : le défi de l'innovation"*, Nancy.

Plan Urbain, 1991, *Actes du colloque "L'eau dans la ville"*, Nancy.

Plan Urbain, 1992, *Écologies allemandes*, in n° 52 des annales de la Recherche Urbaine, Paris.

Plan Urbain, E.N.P.C.-L.A.T.T.S., 1989, *Génie Urbain : acteurs, territoires, technologies. Éléments pour une réflexion problématique*. Séminaire de recherche avril 1988.

Plan Urbain, Office international de l'eau, direction de la documentation et des données, 1990, *Gestion automatisée des réseaux d'assainissement du district urbain de Nancy, Mesures quantitatives*, in *L'eau dans la ville : actes du colloque de Nancy*, Limoges.

PRECEP'DATA, 1993, *Le marché de la pose de canalisations*, tableau de bord, PRECEP'DATA Édition SNC, Paris.

Racault Y. et Vachon A., 1989, *Sewage treatment for small local authorities, choice of process and recent trends in France*, C.E.M.A.G.R.E.F.

Recensement général de la population, 1982, I.N.S.E.E.

Reidenbach M., 1983, *Municipal public infrastructure in the Federal Republic of Germany*, Deutsche Institut für Urbanistik.

Reidenbach M., 1987, *Joint research and innovations in the urban utilities of the Federal Republic of Germany*, European workshop on Joint research and innovations in the urban utilities of the Federal Republic of Germany, Lyon.

Roche E., 1980, *Application à l'Alsace des conceptions nouvelles en matière de réseaux d'assainissement*, Techniques et Sciences Municipales.

Rouban L., 1990, *La science et la technologie : Politiques publiques*, in l'année sociologique 1990, volume 40.

Roul J.Y., 1978, *Politique d'aménagement du territoire et décentralisation, un exemple : La République Fédérale d'Allemagne*, Thèse pour le Doctorat de spécialité en économie régionale et aménagement du territoire, Université de Rennes, Rennes.

Rouselle T., 1990, *L'élimination de l'azote dans l'assainissement autonome, étude des mécanismes, Propositions méthodologiques*. Thèse de doctorat en chimie, Chambéry, .

- Ruhrverband - 1, 1993, *Aufgaben und Organisation*, Essen.
- Ruhrverband - 2, 1993, *Klärwerk Duisburg-Kaßlerfeld*, Essen.
- Ruhrverband - 3, 1993, *Jahresbericht 1992*, Essen.
- Ruhrverband - 4, 1993, *Ruhrwassergüte 1992, Ruhrverband 80 Jahre*, Essen.
- S.T.U., 1979, *Les bassins de retenue d'eaux pluviales*, synthèse bibliographique.
- S.T.U., 1982, *La maîtrise du ruissellement des eaux pluviales*, quelques solutions pour l'amélioration du cadre de vie.
- S.T.U., 1989, *Mémento sur l'évacuation des eaux pluviales*, La Documentation Française.
- S.T.U., 1992, *Inspection télévisée et réhabilitation des réseaux d'assainissement, manuel de recommandations techniques*, Ministère de l'Équipement, Paris la Défense.
- Scherrer F., 1992, *L'égout, patrimoine urbain - l'évolution dans la longue durée du réseau d'assainissement de Lyon*, Thèse de Doctorat, L.A.T.T.S., Université Paris Val de Marne, École Nationale de Ponts et Chaussées, Créteil.
- Schilling W., 1987, *Berechnung optimale steurstrategien für Stadtentwässerungssystem*, Wasser Abwasser 128.
- Scialom Cserco J., 1986, *La morale des corps. Le soin de propreté corporelle à Paris. Evolution des normes et des pratiques : 1850-1900*, Thèse de Doctorat en histoire, École des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris.
- Secrétariat d'état auprès du premier ministre chargé de l'Environnement et de la prévention des risques technologiques et naturels majeurs, 1990, *Etat de l'Environnement*, Imprimerie Nationale.
- Secrétariat d'état auprès du premier ministre chargé de l'Environnement et de la prévention des risques technologiques et naturels majeurs, Agences financières de bassin, 1990, *État de l'assainissement et de l'épuration 1981 - 1986*, Imprimerie Nationale.
- Seguin D., 1978, *Equipements urbains d'assainissement pluvial : aide à la prévision à partir des documents d'urbanisme*, Thèse de Docteur-ingénieur en Sciences et Techniques du Bâtiment-Travaux Publics, I.N.S.A., Lyon.
- Senator für das Bauwesen Bremen, 1986, *Sanierung des Mischwasserkanalnetzes bis 1990*, Referat öffentlichkeitsarbeit.
- Sentenac et Fontaine, 1926, *État actuel de la question de l'épuration des eaux usées*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 213 à 248.
- Sentenac et Fontaine, 1930, *L'épuration des eaux usées en Allemagne*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 266 à 297.
- Sfez L., 1981, *Critique de la décision*, Presses de la Fondation nationale des Sciences Politiques, Saint-Just-la-Pendue.
- Sicard J., 1989, *La gestion de l'assainissement dans neuf grandes agglomérations de Seine-Normandie*, Agence Financière de Bassin Seine-Normandie, Nanterre.
- Société Hydrotechnique de France, 1982, *Actes du colloque Informatique et Assainissement*.
- Statistischen Landesamtes Schleswig-Holstein, 1983, *Statistische Berichte des Statistischen Landesamtes Schleswig-Holstein, Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in Schleswig-Holstein im Jahre 1979*, Kiel.
- Statistischen Landesamtes Schleswig-Holstein, 1990, *Statistische Berichte des Statistischen Landesamtes*

Schleswig-Holstein, *Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in Schleswig-Holstein im Jahre 1987*, Kiel.

Statistisches Bundesamt, 1983, *Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung*, Fachserie 19.

Syndicat Mixte d'Étude des problèmes de l'Agglomération Toulousaine, 1990, *L'assainissement de l'agglomération toulousaine, inventaire, première analyse, éléments de diagnostic*, Toulouse.

Tenaillon P.L., 1987, *Adaptation et modernisation du droit de l'eau, rapport d'orientation*, ministère de l'environnement, Comité National de l'eau, Neuilly-sur-Seine.

Tessendorff H., 1988, *Die Entwicklung der Abwassertechnik-Beispiel Berlin*, Korrespondenz Abwasser, p. 774 à 783.

Tetard J.M., 1986, *La gestion de l'assainissement autonome*, in Techniques et Sciences Municipales, février 1981, p. 102 à 104.

Thepot R., Lavergne G., *La station d'épuration de Marseille, traitement des eaux usées, aspects innovants du projet*, T.S.M., septembre 1987, p. 361 à 373.

Thoenig J.C., 1991, *La sociologie des organisations face au local*, in communications du colloque "le local dans les sciences sociales" du 30-31 mai 1991, Association Française de Science Politique, Groupe local et politique, Paris.

Thomas A. (Sous la direction de), 1992, *Guide de la maîtrise d'œuvre dans les marchés publics*, Éditions du Moniteur, Paris.

Tissier B., 1989, "Scientifiques et décideurs : complémentarité et séparation des pouvoirs", in actes du colloque international *Les experts sont formels : controverses scientifiques et décisions politiques dans le domaine de l'environnement*, Arc et Senans.

Umweltminister, 1989, *Abwasserbehandlung in Hauskläranlagen*, Niedersächsische Hannover.

Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Laboratoire d'Hydrologie Mathématique de Montpellier, 1986, *Amélioration et mise au point de solutions techniques nouvelles en assainissement groupé -Projet relatif à la commune de Grabels*.

Valin P., *L'élaboration des schémas directeurs d'assainissement*, in actes du rendez-vous du 27 octobre 1993 organisé par le C.S.T.B. et l'A.G.H.T.M. sur l'assainissement autonome, Paris.

Valiron F., 1984, *Gestion des eaux, cours de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées*, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

Valiron F., 1988-1991, *Cours de gestion des eaux*, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

Vallet O., 1975, *l'administration de l'environnement*, Berger-levrault.

Venel C., 1991, *Gestion des dispositifs d'assainissement autonome regroupé*, CETE Méditerranée, DSTU

Verrière H., 1916, *L'épuration des eaux d'égout*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 87 à 133.

Verrière H., 1925, *L'épuration des eaux d'égout*, Annales des Ponts et Chaussées, Paris, p. 75 à 95.

Vesper D., 1985, *La place des entreprises publiques dans l'économie fédérale d'Allemagne*, Problèmes économiques n° 1927.

Vigarelo G., 1985, *Le propre et le sale, l'hygiène du corps depuis le Moyen Age*, point histoire, éditions du seuil.

Vignoles C., 1991, *L'eau dans la ville*, actes du colloque organisé par le Plan Urbain à Nancy les 15 et 16 novembre 1990, Plan urbain Paris-La Défense.

- Wacheux A., Arsaudeau J.C., Juin 1988, *LERNE : un logiciel de télégestion des services d'eau, d'assainissement et de chaleur au service des exploitants*, T.S.M. L'eau n° 6.
- Wilcinsky, 1986, *La gestion des dispositifs d'assainissement autonome au travers de l'expérience d'Amfreville-la-Campagne*, in Un rendez-vous CSTB-AGHTM : l'assainissement autonome, Agence de Bassin Seine-Normandie.
- Wilcinsky, janvier-février 1990, *La gestion collective de l'assainissement autonome*, in Courants, p. 49 à 50.
- Wupperverband, 1992, *Jahresbericht 1991*, Wuppertal.
- Zairi A., 1988, *Epuration des eaux résiduaires par épandage souterrain sous pression. Conception et évaluation de la filière de traitement*. Thèse de Doctorat d'État en sciences naturelles, Jacques Lesavre, Université Paris VI.

ANNEXES

ANNEXE 1

Questionnaire et lettres d'accompagnement envoyés aux Ingénieurs Sanitaires Départementaux.

Berland Jean-Marc

à Monsieur l'Ingénieur Sanitaire Départemental,

Monsieur,

Je suis actuellement en Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Le thème de ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Cette thèse fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A.". Il a donné lieu à un article paru en Décembre 1990 dans la revue "Courant" dont je vous envoie une photocopie.

Je cherche actuellement à établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir remplir le questionnaire ci-joint et le retourner, même incomplet si certaines informations vous manquent.

Mon adresse est la suivante : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex.

Bien sûr, toutes informations sur l'assainissement autonome autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

Berland Jean-Marc

à Monsieur l'Ingénieur Sanitaire Départemental

Monsieur,

J'effectue actuellement une Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Cette thèse fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A.". Il a donné lieu à un article paru en Décembre 1990 dans la revue "Courant".

Cherchant à établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome, je vous ai envoyé un questionnaire ainsi qu'une photocopie de l'article paru dans "Courant" par courrier daté du 07/06/1991.

N'ayant pas reçu, à cette date, de réponse de la part de vos services, je me permets de vous envoyer à nouveau ce questionnaire. Je vous serais très reconnaissant de bien vouloir le remplir et le retourner, même incomplet si certaines informations vous manquent.

Mon adresse est la suivante: Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Bien sûr, toutes informations sur l'assainissement autonome, autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

En vous remerciant par avance, je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

- Votre département compte combien d'habitants ? _____
- Combien de demandes d'autorisation d'installation de dispositifs d'assainissement autonome votre service reçoit-il, en moyenne par an ? _____ par an
- Ce nombre a ☐ augmenté ces dernières années.
☐ baissé
- Pouvez-vous préciser les chiffres sur plusieurs années ? Remontez le plus loin possible

Année	Nb de demandes d'autorisation reçues par la D.D.A.S.S	Année	Nb de demandes d'autorisation reçues par la D.D.A.S.S	Année	Nb de demandes d'autorisation reçues par la D.D.A.S.

- Selon vous quelle est la proportion de la population de votre département desservie par un dispositif d'assainissement autonome ? _____ %
- Quel est (approximativement) le pourcentage des différentes filières techniques ?

Fosse septique + Lit d'épandage sur sol naturel	%
Fosse septique + Lit d'épandage sur sol reconstitué	%
Fosse septique + Terre d'infiltration	%
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux vertical	%
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux horizontal	%
Fosse d'accumulation eaux vannes	%
Fosse d'accumulation toutes eaux	%
Fosse chimique	%
Micro station	%
Autre(s) procédé(s)	%

- Quelles sont les principales difficultés techniques et sanitaires liées à ces dispositifs que vous avez rencontrées ?
- L'assainissement autonome est, pour vous :
- * une voie à proscrire ☐
- * un pis-aller en attendant la venue du réseau d'assainissement public ☐
- * une solution technique qui a tout à fait sa place dans certaines zones où le réseau d'assainissement public présente un coût économiquement inacceptable ☐

ANNEXE 2

Questionnaire et lettres d'accompagnement envoyés aux Directeurs Départementaux de l'Équipement.

Noisy le 19/06/1991

Berland Jean-Marc

Au Directeur Départemental de l'Equipement

Objet : Demande de renseignements concernant l'assainissement et l'épuration des eaux usées

Monsieur,

Je suis actuellement en Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Cette thèse fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A". Il a donné lieu à un article paru en Décembre 1990 dans la revue "Courant" dont je vous envoie une photocopie.

Je cherche actuellement à savoir quelles sont les principales difficultés rencontrées en milieu urbain en matière d'assainissement et d'épuration . Un autre de mes buts est d'établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir remplir le questionnaire ci-joint et le retourner, même incomplet si certaines informations vous manquent.

Mon adresse est la suivante:

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur BERLAND Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Bien sûr, toutes informations ou observations (concernant l'assainissement et l'épuration) autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

Noisy le 04/09/1991

Berland Jean-Marc

Au Directeur Départemental de l'Equipement

Objet : Demande de renseignements concernant l'assainissement et l'épuration des eaux usées

Monsieur,

J'effectue actuellement une Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Cette thèse fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A". Il a donné lieu à un article paru en Décembre 1990 dans la revue "Courant".

Cherchant à savoir quelles sont les principales difficultés rencontrées en milieu urbain en matière d'assainissement et d'épuration et à établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome, je vous ai envoyé un questionnaire ainsi qu'une photocopie de l'article paru dans "Courant" par courrier daté du 24/06/1991.

N'ayant pas reçu, à cette date, de réponse de la part de vos services, je me permets de vous envoyer à nouveau ce questionnaire. Je vous serais très reconnaissant de bien vouloir le remplir et le retourner, même incomplet si certaines informations vous manquent.

Mon adresse est la suivante: Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur BERLAND Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Bien sûr, toutes informations ou observations (concernant l'assainissement et l'épuration) autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

En vous remerciant par avance, je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

Questionnaire à retourner à Monsieur Jean-Marc BERLAND
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Central IV - 1, avenue Montaigne
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Les propositions suivantes concernant l'épuration et l'assainissement vous semblent-elles constituer des priorités ou non pour les milieux urbains ?

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile
Construire de nouvelles stations d'épuration				
Améliorer la fiabilité des réseaux d'assainissement				
Améliorer la fiabilité des stations d'épuration existantes				
Construire des bassins de retenue d'eaux pluviales				
Equiper les stations d'épuration existantes d'une étape de traitement tertiaire				
Informers les usagers potentiels sur l'assainissement autonome				
Informers les usagers potentiels sur les techniques d'infiltration des eaux pluviales				
Mettre en place un service public chargé de gérer collectivement l'assainissement autonome				
Autre (préciser)				

- La confiance accordée à la filière des Boues Activées Aération Prolongée fait que cette technique est prédominante actuellement dans le parc français de stations d'épuration. Cependant ce type de station ne présente-t-il pas certains inconvénients ? ☐ OUI

☐ NON

- Si oui, pouvez vous préciser quelles sont les principales difficultés (techniques, économiques, en ressources humaines...) rencontrées ?

-La technique des Lits bactériens vous semble-t-elle dépassée ? ☐ OUI

☐ NON

- Pourquoi ?

- Selon vous, quelle est la proportion de la population vivant **en milieu urbain** de votre département desservie par un dispositif d'assainissement autonome ? ____%

- Selon vous, quelle est la proportion de la population de votre département (**milieux urbains et ruraux confondus**) desservie par un dispositif d'assainissement autonome ? ____%

- Quelles sont les principales difficultés techniques et sanitaires liées aux dispositifs d'assainissement autonome ?

- L'assainissement autonome en milieu urbain est, pour vous :

* une voie à proscrire ☐

* un pis-aller en attendant la venue du réseau d'assainissement public ☐

* une solution technique qui a tout-à-fait sa place dans certaines zones où le réseau d'assainissement public présente un coût économiquement inacceptable ☐

ANNEXE 3

Questionnaires et lettres d'accompagnement envoyés aux Chefs des Services des Equipements et Aménagements Ruraux.

Noisy le 19/06/1991

Berland Jean-Marc

à Monsieur le Chef du Service des Equipements
et Aménagements Ruraux

Monsieur,

Je suis actuellement en Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Cette thèse fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A". Il a donné lieu à un article paru en Décembre 1990 dans la revue "Courant" dont je vous envoie une photocopie.

Je cherche actuellement à savoir quelles sont les principales difficultés rencontrées par les petites communes rurales face au problème de l'assainissement et de l'épuration. Un autre de mes buts est d'établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir remplir le questionnaire ci-joint et le retourner, même incomplet si certaines informations vous manquent.

Mon adresse est la suivante:

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur BERLAND Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex.

Bien sûr, toutes informations ou observations (concernant l'assainissement et l'épuration des petites collectivités rurales) autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

Noisy le 4/09/1991

Berland Jean-Marc

à Monsieur le Chef du Service des Equipements et Aménagements Ruraux

Monsieur,

J'effectue actuellement une Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Cette thèse fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A". Il a donné lieu à un article paru en Décembre 1990 dans la revue "Courant".

Cherchant à savoir quelles sont les principales difficultés rencontrées par les petites communes rurales face au problème de l'assainissement et de l'épuration et à établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome, je vous ai envoyé un questionnaire ainsi qu'une photocopie de l'article paru dans "Courant" par courrier daté du 19/06/1991.

N'ayant pas reçu, à cette date, de réponse de la part de vos services, je me permets de vous envoyer à nouveau ce questionnaire. Je vous serais très reconnaissant de bien vouloir le remplir et le retourner, même incomplet si certaines informations vous manquent.

Mon adresse est la suivante: Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur BERLAND Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex.

Bien sûr, toutes informations ou observations (concernant l'assainissement et l'épuration des petites collectivités rurales) autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

En vous remerciant par avance, je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

Questionnaire à retourner à Monsieur Jean-Marc BERLAND
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Central IV - 1, avenue Montaigne
93167 Noisy-le-Grand Cedex

- La confiance accordée à la filière des Boues Activées Aération Prolongée fait que cette technique est prédominante actuellement dans le parc français de stations d'épuration. Cependant ce type de station ne présente-t-il pas certains inconvénients pour les petites collectivités rurales ? ☐ OUI

☐ NON

- Si oui, pouvez-vous préciser quelles sont les principales difficultés (techniques, économiques, en ressources humaines...) rencontrées par ces petites collectivités ?

-La technique des Lits bactériens vous semble-t-elle dépassée ? ☐ OUI

☐ NON

- Pourquoi ?

- Plus récemment, c'est le lagunage qui a surtout été installé au niveau des petites communes rurales. Quels sont, selon vous, les avantages et inconvénients de cette technique ?

- La solution de l'assainissement autonome regroupé est de plus en plus évoqué. Cette alternative au réseau d'assainissement et à la station d'épuration vous semble-t-elle répondre aux besoins de petites communes rurales de votre département ? Pourquoi ?

- Selon vous, combien (approximativement) de communes de votre département devraient opter pour cette solution ? _____

- Selon vous, quelle est la proportion de la population de votre département desservie par un dispositif d'assainissement autonome ? _____%

- Quelles sont les principales difficultés techniques et sanitaires liées à ces dispositifs ?

- L'assainissement autonome est, pour vous :

* une voie à proscrire ☐

* un pis-aller en attendant la venue du réseau d'assainissement public ☐

* une solution technique qui a tout-à-fait sa place dans certaines zones où le réseau d'assainissement public présente un coût économiquement inacceptable ☐

Noisy le 04/03/92

Berland Jean-Marc

à Monsieur le Chef du Service des Equipements
et Aménagements Ruraux

Monsieur,

Je suis actuellement en Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne" et fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A".

C'est dans le cadre de cette thèse que je vous ai fait parvenir un questionnaire par courrier daté du 19 juin 1991. Je cherchais alors à savoir quelles sont les principales difficultés rencontrées par les petites communes rurales face au problème de l'assainissement et de l'épuration et à établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome.

A ce jour, 63 Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt m'ont répondu. Evaluer les priorités des différents départements en matière d'assainissement et d'épuration me paraît maintenant nécessaire. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir remplir le tableau ci-joint et me le renvoyer.

Bien sûr, toutes informations ou observations (concernant l'assainissement et l'épuration des petites collectivités rurales), autres que celles soulevées par ce nouveau questionnaire, sont les bienvenues.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

Noisy le 05/05/92

Berland Jean-Marc

à Monsieur le Chef du Service des Equipements
et Aménagements Ruraux

Monsieur,

Je suis actuellement en Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne" et fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A".

C'est dans le cadre de cette thèse que je vous ai fait parvenir un questionnaire par courrier daté du 19 juin 1991. Je cherchais alors à savoir quelles sont les principales difficultés rencontrées par les petites communes rurales face au problème de l'assainissement et de l'épuration et à établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome. A ce jour 63, Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt ont répondu à ce premier questionnaire.

Cherchant ensuite à évaluer les priorités des différents départements en matière d'assainissement et d'épuration, je vous ai fait parvenir un second questionnaire par courrier daté du 04/03/92. N'ayant pas reçu, à cette date, de réponse de la part de vos services, je me permets de vous envoyer à nouveau ce questionnaire. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir le remplir et le retourner, même incomplet si certaines informations vous manquent.

Mon adresse est la suivante : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex.

Bien sûr, toutes informations sur l'assainissement et l'épuration autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

Questionnaire à retourner à Monsieur Jean-Marc Berland
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées - L.A.T.T.S.
Central IV - 1, avenue Montaigne
93167 Noisy-le-Grand Cedex
Nb : une enveloppe comportant mon adresse est jointe à ce courrier

Les propositions suivantes vous semblent-elles constituer des priorités dans votre département ?

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile	Ne se prononce pas	Autre (préciser)
Construire de nouvelles stations d'épuration						
Construire de nouveaux réseaux d'assainissement						
Étendre les réseaux d'assainissement existants						
Améliorer la fiabilité des réseaux d'assainissement						
Améliorer la fiabilité des stations d'épuration existantes						
Construire des bassins de retenue d'eaux pluviales						
Equiper les stations d'épuration existantes d'une étape de traitement tertiaire						
Informers les usagers potentiels sur l'assainissement autonome						
Informers sur les techniques d'infiltration des eaux pluviales						
Mettre en place un service public chargé de gérer collectivement l'assainissement autonome						
Autre (préciser)						

ANNEXE 4

Questionnaire et lettres d'accompagnement envoyés aux Chefs des S.A.T.E.S.E

Noisy le 17/09/1991

Berland Jean-Marc

à Monsieur le Chef du S.A.T.E.S.E

Monsieur,

Je suis actuellement en Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Le thème de ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne".

Cette thèse fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A". Il a donné lieu à un article paru en Décembre 1990 dans la revue "Courant" dont je vous envoie une photocopie.

Je cherche actuellement :

- à établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome,
- à comprendre les raisons qui expliquent la morphologie du parc français de stations d'épuration communales,
- à recueillir l'avis des professionnels sur différents points relatifs à l'assainissement et à l'épuration.

Pour cela j'ai déjà envoyé différents questionnaires aux D.D.A.S.S., D.D.E., D.D.A.F, et je me tourne maintenant vers vous. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir remplir le questionnaire ci-joint et le retourner, **même incomplet si certaines informations vous manquent.**

Mon adresse est la suivante :
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Bien sûr, toutes informations sur l'assainissement et l'épuration, autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

Noisy le 20/11/1991

Berland Jean-Marc

à Monsieur le Chef du S.A.T.E.S.E

Monsieur,

J'effectue actuellement une Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Le thème de ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Ce travail fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A".

Cherchant, dans le cadre de cette Thèse :

- à établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome,
 - à comprendre les raisons qui expliquent la morphologie du parc français de stations d'épuration communales,
 - à recueillir l'avis des professionnels sur différents points relatifs à l'assainissement et à l'épuration,
- j'ai envoyé différents questionnaires aux D.D.A.S.S., D.D.E., D.D.A.F, et je vous avais envoyé un questionnaire par courrier daté du 17/09/1991.

N'ayant pas reçu, à cette date, de réponse de la part de vos services, je me permets de vous envoyer à nouveau ce questionnaire. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir le remplir et le retourner, **même incomplet si certaines informations vous manquent.**

Mon adresse est la suivante :
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Bien sûr, toutes informations sur l'assainissement et l'épuration autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

Questionnaire à retourner à Monsieur Jean-Marc Berland
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Central IV - 1, avenue Montaigne
93167 Noisy-le-Grand Cedex

- Le travail statistique que j'ai mené sur les listings fournis par les Agences de l'Eau m'a permis d'établir (entre autres) les chiffres suivants concernant les stations d'épuration communales :

Pourcentage des principales filières techniques employées pour la construction des stations d'épuration communales.

	% Niveau national en janvier 1989	% dans votre département (N°) en janvier 1989
Boues Activées	61,1 %	
Traitement Primaire	4,3 %	
Disques Biologiques ou Lits Bactériens	16,3 %	
Lagunes	16,2 %	

Comment expliquez-vous le fait que la part de la filière Boues Activées soit si importante au niveau national ?

La filière des Lits Bactériens était prédominante, au niveau national, à la fin des années soixante. Pour quelles raisons cette filière n'occupe-t-elle plus que 16,3% du parc national de stations d'épuration communales ?

Pratiquement inexistante avant 1975, les Lagunes occupent aujourd'hui plus de 16% du parc français de stations d'épuration communales. Comment expliquez-vous une telle confiance ? Ce succès récent est-il vraiment justifié par les performances de cette filière ?

Il existe des différences entre la morphologie du parc de stations d'épuration communales de votre département et celle du parc national (Cf tableau ci dessus). Selon vous, quelles sont les causes de ces différences ?

Quelles sont les principales causes de dysfonctionnement des stations d'épuration dans votre département ?

Les propositions suivantes concernant l'épuration et l'assainissement vous semblent-elles constituer des priorités ?

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile
Construire de nouvelles stations d'épuration				
Améliorer la fiabilité des réseaux d'assainissement				
Améliorer la fiabilité des stations d'épuration existantes				
Construire des bassins de retenue d'eaux pluviales				
Equiper les stations d'épuration existantes d'une étape de traitement tertiaire				
Informers les usagers potentiels sur l'assainissement autonome				
Informers les usagers potentiels sur les techniques d'infiltration des eaux pluviales				
Mettre en place un service public chargé de gérer collectivement l'assainissement autonome				
Autre (préciser)				

- Selon vous quelle est la proportion de la population de votre département desservie par un dispositif d'assainissement autonome ? ____%

- Quelles sont les principales difficultés techniques et sanitaires liées à ces dispositifs ?

- L'assainissement autonome est, pour vous :

- * une voie à proscrire ☐
- * un pis-aller en attendant la venue du réseau d'assainissement public ☐
- * une solution technique qui a tout à fait sa place dans certaines zones où le réseau d'assainissement public présente un coût économiquement inacceptable ☐

La solution de l'assainissement autonome regroupé est de plus en plus évoquée. Cette alternative au réseau d'assainissement et à la station d'épuration vous semble-t-elle répondre aux besoins de petites communes rurales de votre département ? Pourquoi ?

En est-il de même pour les communes urbaines ?

Selon vous, combien (approximativement) de communes de votre département devraient opter pour cette solution ? _____

ANNEXE 5

Questionnaire et lettres d'accompagnement envoyés aux Présidents des Conseils Départementaux d'Hygiène.

Noisy le 06/01/1992

Berland Jean-Marc

à Monsieur le Président du Conseil Départemental d'Hygiène,

Monsieur le Président,

Je suis actuellement en Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Le thème de ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Cette thèse fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A.". Il a donné lieu à un article paru en Décembre 1990 dans la revue "Courant" dont je vous envoie une photocopie.

Je cherche actuellement :

- à établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome,
- à comprendre les raisons qui expliquent la morphologie du parc français de stations d'épuration communales,
- à recueillir l'avis des professionnels, experts et décideurs sur différents points relatifs à l'assainissement et à l'épuration.

Pour cela j'ai déjà envoyé différents questionnaires aux D.D.A.S.S. 17, 18, 19, D.D.A.F, ainsi qu'aux S.A.T.E.S.E.. A ce jour, 72 D.D.A.S.S., 65 D.D.E., 63 D.D.A.F, et 75 S.A.T.E.S.E m'ont répondu. Je me tourne maintenant vers vous. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir remplir le questionnaire ci-joint et/ou de le faire remplir par un ou plusieurs membres du Conseil Départemental d'Hygiène et le retourner, **même incomplet si certaines informations vous manquent.**

Mon adresse est la suivante : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex.

Bien sûr, toutes informations sur l'assainissement et l'épuration autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

Noisy le 06/04/1992

Berland Jean-Marc

à Monsieur le Président du Conseil Départemental d'Hygiène,

Monsieur le Président,

Je suis actuellement en Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Le thème de ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Cette thèse fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A.".

Cherchant :

- à établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome,
 - à comprendre les raisons qui expliquent la morphologie du parc français de stations d'épuration communales,
 - à recueillir l'avis des professionnels, experts et décideurs sur différents points relatifs à l'assainissement et à l'épuration,
- je vous ai envoyé un questionnaire par courrier en date du 06/01/1992.

Ayant déjà envoyé différents questionnaires aux autres organismes ayant compétence sur les questions relatives à l'assainissement, je peux vous préciser qu'à ce jour, 72 D.D.A.S.S., 65 D.D.E., 63 D.D.A.F, et 80 S.A.T.E.S.E et quelques 450 communes m'ont répondu. Hélas, les Conseils Départementaux d'Hygiène de seulement 24 départements m'ont répondu à ce jour. Ce relatif échec, s'explique, je pense, par le fait que les C.D.H., contrairement aux autres organismes contactés, ne fonctionnent pas de manière permanente. Je me permets cependant d'insister. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir remplir le questionnaire ci-joint et/ou de le faire remplir par un ou plusieurs membres du Conseil Départemental d'Hygiène et le retourner, **même incomplet si certaines informations vous manquent.**

Mon adresse est la suivante : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Bien sûr, toutes informations sur l'assainissement et l'épuration autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland.

P.S. Ne pas faire suivre ce courrier aux responsables de S.A.T.E.S.E.. Ceux-ci ont déjà rempli un questionnaire très proche de celui ci-joint.

Questionnaire à retourner à Monsieur Jean-Marc Berland
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Central IV - 1, avenue Montaigne
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Nom (facultatif) :

Quelle est votre formation (diplôme) ?

- Le travail statistique que j'ai mené sur les listings fournis par les Agences de l'Eau m'a permis d'établir (entre autres) les chiffres suivants concernant les stations d'épuration communales :

Pourcentage des principales filières techniques employées pour la construction des stations d'épuration communales.

	% Niveau national en janvier 1989	% dans votre département (N°) en janvier 1989
Boues Activées	61,1 %	
Traitement Primaire	4,3 %	
Disques Biologiques ou Lits Bactériens	16,3 %	
Lagunes	16,2 %	

- La confiance accordée à la filière des Boues Activées Aération Prolongée fait que cette technique est prédominante actuellement dans le parc français de stations d'épuration. Cependant ce type de station ne présente-t-il pas certains inconvénients ?

- ☐ OUI
☐ NON

- Si oui, pouvez vous préciser quelles sont les principales difficultés (techniques, économiques, en ressources humaines...) rencontrées ?

La filière des Lits Bactériens était prédominante, au niveau national, à la fin des années soixante. Elle n'occupe plus que 16,3% du parc national de stations d'épuration communales. Cette technique vous semble-t-elle dépassée ?

- ☐ OUI
☐ NON

- Pourquoi ?

Pratiquement inexistantes avant 1975, les Lagunes occupent aujourd'hui plus de 16% du parc français de stations d'épuration communales. Ce succès récent est-il vraiment justifié par les performances de cette filière ?

- ☐ OUI
☐ NON

Comment expliquez-vous une telle confiance ?

Il existe des différences entre la morphologie du parc de stations d'épuration communales de votre département et celle du parc national (Cf tableau ci-dessus). Selon vous, quelles sont les causes de ces différences ?

Quelles sont les principales causes de dysfonctionnement des stations d'épuration dans votre département ?

Les propositions suivantes concernant l'épuration et l'assainissement vous semblent-elles constituer des priorités ?

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile
Construire de nouvelles stations d'épuration				
Construire de nouveaux réseaux d'assainissement				
Améliorer la fiabilité des réseaux d'assainissement				
Améliorer la fiabilité des stations d'épuration existantes				
Construire des bassins de retenue d'eaux pluviales				
Equiper les stations d'épuration existantes d'une étape de traitement tertiaire				
Informers les usagers potentiels sur l'assainissement autonome				
Informers sur les techniques d'infiltration des eaux pluviales				
Mettre en place un service public chargé de gérer collectivement l'assainissement autonome				
Autre (préciser)				

- Selon vous quelle est la proportion de la population de votre département desservie par un dispositif d'assainissement autonome ? ____ %

- Quelles sont les principales difficultés techniques et sanitaires liées à ces dispositifs ?

- L'assainissement autonome est, pour vous :

- * une voie à proscrire ☐
- * un pis-aller en attendant la venue du réseau d'assainissement public ☐
- * une solution technique qui a tout à fait sa place dans certaines zones où le réseau d'assainissement public présente un coût économiquement inacceptable ☐

La solution de l'assainissement autonome regroupé est de plus en plus évoquée. Cette alternative au réseau d'assainissement et à la station d'épuration vous semble-t-elle répondre aux besoins de petites communes rurales de votre département ? Pourquoi ?

En est-il de même pour les communes urbaines ?

Selon vous, combien (approximativement) de communes de votre département devraient opter pour cette solution ? _____

Dans le livre *40 ans de politique de l'eau*, paru aux éditions economica en octobre 1987, Monsieur Affholder, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et ancien directeur de l'ANRED se montre très critique envers les Conseils Départementaux d'Hygiène et leur rôle passé en matière d'assainissement et d'épuration. En voici un extrait :

L'avis favorable du conseil départemental ou supérieur d'Hygiène était la condition sine qua non pour l'obtention de la subvention de l'État. Dans certains cas, conseil supérieur ou des conseils départementaux d'Hygiène ont fait un usage discutable de ce lien pour imposer une programmation des équipements qui dans un certain nombre de cas, allait à l'encontre du but poursuivi : on gaspillait de l'argent pour un résultat décevant. Faute de pouvoir imposer aux communes ayant déjà un réseau de construire une station, on voulait contraindre celles qui n'avaient encore rien de commencer par faire la station avant de faire les réseaux. Moyennant quoi on finissait par avoir une station d'épuration où il n'arrivait rien. Au fond, on se méfiait des maîtres d'ouvrage, prévoyant une programmation intelligente où la station d'épuration n'était la première tranche. Alors on imposait une programmation idiote...

Q. : Avez-vous été membre du conseil supérieur d'Hygiène ?

R : Non. Mais l'une des fonctions de la division des Équipements Urbains était de préparer des dossiers, étudiés par les bureaux d'études ou par les "techniciens sanitaires" chargés de la mise au point des avant-projets d'assainissement, que l'on devait soumettre, accompagnés d'une note de présentation, au conseil supérieur d'hygiène. Il y avait forcément des contacts fréquents.

J'ai vécu aussi localement le fonctionnement d'un conseil départemental d'Hygiène. Là aussi on trouvait des conflits...

C'était un des endroits où se retrouvait périodiquement des représentants des différentes administrations concernées par l'assainissement. Mais des conseils se prononçaient sur les seuls projets qui leur étaient soumis, donc réagissaient pour imposer des règles quelquefois sévères à des opérations projetées, et négligeaient tout à fait ce qui se passait en dehors de ces projets.

Quand quelqu'un voulait réaliser des travaux d'assainissement et que pour obtenir la subvention il était obligé de passer par l'avis du conseil d'Hygiène, "tout le monde lui tombait dessus", en trouvant que ce qui était prévu n'était pas assez bien...

Dans certains cas cela a bloqué ou retardé des projets...

Que pensez-vous de ces critiques ?

ANNEXE 6

Questionnaires et lettres d'accompagnement envoyés aux Directeurs des Services Techniques des communes de plus de 10.000 habitants.

à Monsieur le Directeur des Services Techniques,

Monsieur le Directeur,

Je suis actuellement en Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Le thème de ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Cette thèse fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A.". Il a donné lieu à un article paru en Décembre 1990 dans la revue "Courant" dont je vous envoie une photocopie.

Je cherche actuellement :

- à établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome,
- à comprendre les raisons qui expliquent la morphologie du parc français de stations d'épuration communales,
- à recueillir l'avis des professionnels, experts et décideurs sur différents points relatifs à l'assainissement et à l'épuration,
- à mieux connaître l'organisation, au niveau municipal, des structures travaillant sur l'assainissement et l'épuration.

Pour cela j'ai déjà envoyé différents questionnaires aux D.D.A.S.S., D.D.E., D.D.A.F., S.A.T.E.S.E ainsi qu'aux Conseils Départementaux d'Hygiène. A ce jour, 72 D.D.A.S.S., 65 D.D.E., 63 D.D.A.F. et 75 S.A.T.E.S.E m'ont répondu. Je me tourne maintenant vers vous. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir remplir le questionnaire ci-joint ou de le faire remplir par le technicien responsable de l'assainissement sur votre commune et le retourner, **même incomplet si certaines informations vous manquent.**

Mon adresse est la suivante : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex.

Les réponses que vous apporterez conserveront, évidemment, un caractère strictement anonyme.

Bien sûr, toutes informations sur l'assainissement et l'épuration dans votre commune autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

à Monsieur le Directeur des Services Techniques,

Objet : questionnaire relatif à l'assainissement et l'épuration dans votre commune.

Monsieur le Directeur,

Je suis actuellement en Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Le thème de ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Cette thèse fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A.".

Pour mener à bien cette recherche il m'est nécessaire :

- d'établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement collectifs et autonomes,
- de recueillir l'avis des techniciens des services techniques municipaux sur différents points relatifs à l'assainissement et à l'épuration,
- de mieux connaître l'organisation, au niveau municipal, des structures travaillant sur l'assainissement et l'épuration.

Pour cela je vous ai envoyé un questionnaire début janvier 1992. N'ayant pas reçu, à cette date, de réponse de la part de vos services, je me permet de vous envoyer à nouveau ce questionnaire. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir le remplir ou le faire remplir par une personne des services techniques municipaux et le retourner, **même incomplet si certaines informations vous manquent.**

Mon adresse est la suivante : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex.

Une enveloppe comportant mon adresse est jointe à ce courrier.

Les réponses que vous apporterez conserveront, évidemment, un caractère strictement anonyme.

Bien sûr, toutes informations sur l'assainissement et l'épuration dans votre commune autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Par ailleurs, je suis prêt à vous envoyer un exemplaire de mon mémoire de D.E.A. si le sujet vous semble intéressant.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

Questionnaire à retourner à Monsieur Jean-Marc Berland
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées - LATTS
Central IV - 1, avenue Montaigne
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Nom (facultatif) :

Quelle est votre formation (diplômes) ?

Votre commune compte combien d'habitants ? _____

L'assainissement est-il géré par une société privée ? ☐ oui ☐ non Nom de la société : _____
par un organisme intercommunal ? ☐ oui ☐ non

La station d'épuration est-elle gérée par une société privée ? ☐ oui ☐ non Nom de la société : _____
par un organisme intercommunal ? ☐ oui ☐ non

Au sein de vos services communaux, combien de personnes travaillent sur l'assainissement et l'épuration ? _____

Pouvez-vous détailler leurs fonctions, statuts, et leurs formations respectifs dans le tableau suivant :

Nb d'employés	Fonction	Statut	Formation Initiale	Type d'enseignement suivi

Exemple :

Nb d'employés	Fonction	Statut	Formation Initiale	Type d'enseignement suivi
1	Chef de service	Fonctionnaire	ingénieur INSA	Physique, Chimie.
1	Chef adjoint	1 contractuel	DUT Hygiène et Sécurité	Physique, Chimie, Biologie, Droit.
5	Ouvriers	5 fonctionnaires	3 CAP Chaudronnerie 2 Sans Diplômes	

Ces employés communaux sont regroupés au sein de quel type de structure ?

☐ Service ☐ Direction ☐ Division ☐ Autre, Précisez : _____

Nombre de Stations d'épuration desservant votre commune (même si elles ne se situent pas sur le territoire de votre commune) : _____

Quelle est la filière technique de(s) la station(s) d'épuration (Boues Activées, Lits bactériens, Lagune...) ?

Quelles sont les principales causes de dysfonctionnement de la (des) station(s) d'épuration qui desser(ven)t votre commune ?

Quelles sont les principales causes de dysfonctionnement du (ou des) réseau(x) d'assainissement qui desser(ven)t votre commune ?

- Selon vous, quelle est la proportion de la population de votre commune desservie par un dispositif d'assainissement autonome ? _____%

- Quelles sont les principales difficultés techniques et sanitaires liées à ces dispositifs ?

- Au niveau de votre commune, l'assainissement autonome est, pour vous :
* une voie à proscrire ----- ☐
* un pis-aller en attendant la venue du réseau d'assainissement public ----- ☐
* une solution technique qui a tout à fait sa place dans certaines zones où le réseau d'assainissement public présente un coût économiquement inacceptable ----- ☐

La solution de l'assainissement autonome regroupé est de plus en plus évoquée (plusieurs habitations privées sont desservies par un seul dispositif d'assainissement autonome). Cette alternative au réseau d'assainissement et à la station d'épuration vous semble-t-elle répondre aux besoins de certains quartiers de votre commune ? ☐ OUI

Pourquoi ? ☐ NON

Pouvez vous préciser quelle est la proportion de la population de votre ville qui devrait relever de cette solution ? _____

Les propositions suivantes concernant l'épuration et l'assainissement vous semblent-elles constituer des priorités pour votre commune ?

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile
Construire une nouvelle station d'épuration				
Construire de nouveaux réseaux d'assainissement				
Étendre le(s) réseau(x) d'assainissement				
Améliorer la fiabilité du réseau d'assainissement				
Améliorer la fiabilité de la (des) station(s) d'épuration existante(s)				
Construire des bassins de retenue d'eaux pluviales				
Equiper la (les) station(s) d'épuration existante(s) d'une étape de traitement tertiaire				
Informers les usagers potentiels sur l'assainissement autonome				
Informers sur les techniques d'infiltration des eaux pluviales				
Mettre en place un service public chargé de gérer collectivement l'assainissement autonome				
Autre (préciser)				

Noisy le 30/10/1992

à Monsieur le Directeur des Services Techniques,

Objet : questionnaire relatif aux travaux sur le réseau d'assainissement.

Monsieur le Directeur,

Je suis actuellement en Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Le thème de ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Cherchant à établir des statistiques et à recueillir l'avis des techniciens des services techniques municipaux sur différents points relatifs à l'assainissement et à l'épuration, je vous ai envoyé un questionnaire début janvier 1992 suivi d'une relance à la mi-mars.

Je souhaite maintenant réaliser quelques études de cas sur certaines villes concernant l'évolution du kilométrage de conduites de réseau d'assainissement au cours du temps. Je suis aussi intéressé par les travaux tels que la réhabilitation des réseaux. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir le remplir ou le faire remplir par une personne des services techniques municipaux et le retourner, même incomplet si certaines informations vous manquent.

Mon adresse est la suivante : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex.

Les réponses que vous apporterez conserveront, évidemment, un caractère strictement anonyme.

Je vous remercie de votre précieuse collaboration et vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

P.S. : Si vous ne pouvez pas répondre au questionnaire ci-joint, pouvez-vous, néanmoins, me préciser par écrit si les archives de votre mairie disposent des données permettant de répondre à mes questions.

Questionnaire à retourner à Monsieur Jean-Marc Berland
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées - LATTS
Central IV - 1, avenue Montaigne
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Votre réseau d'assainissement représentait **approximativement** quel kilométrage de conduites aux dates suivantes ?

Date approximative	Nb de kilomètres de conduites de réseau unitaire	Nb de kilomètres de conduites de réseau séparatif	
		Conduites d'eaux pluviales	Conduites d'eaux usées
Vers 1875			
Vers 1900			
Vers 1925			
Vers 1950			
Vers 1975			
Vers 1992			

Pouvez-vous remplir le **tableau A** concernant les travaux sur le réseau d'assainissement desservant votre commune selon l'exemple ci-dessous (remontez le **plus loin possible** dans le temps) ?

EXAMPLE :

Type de travaux réalisés sur le réseau					Type de conduite concernée				
Dates des travaux	Pose de conduite	Réhabilitation par remplacement de l'élément détérioré	Réhabilitation sans remplacement de l'élément détérioré	Autre (préciser)	Kilométrage de conduites concernées par les travaux	Unitaire	Séparatif E.P. E.U.	Pseudo-séparatif E.P. E.U.	
1896	XX				50,6 Km	XX			
1948	XX				40,3 Km		XX		
1948	XX				51,8 Km		XX		
1955	XX				15,8 Km	XX			
1955	XX				21,1 Km			XX	
1987				Inspection TV	53,9 Km			XX	
1989		XX			2,3 Km	XX			
1990			XX		6,3 Km	XX			

E. P. : Conduites d'eaux pluviales

E. U. : Conduites d'eaux usées

Tableau A :

[illegible]

ANNEXE 7

Questionnaire et lettre d'accompagnement envoyés aux Adjoints au Maire chargés du dossier "Assainissement et Epuration" dans les communes de moins de 10.000 habitants.

Berland Jean-Marc

à Monsieur l'Adjoint au Maire chargé
du dossier "Assainissement et Epuration",

Monsieur l'Adjoint au Maire,

Je suis actuellement en Thèse de Doctorat à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Le thème de ma recherche porte sur "l'influence réciproque des normes et des choix techniques en matière d'épuration et d'assainissement : comparaison France-Allemagne"

Cette thèse fait suite au D.E.A. de Sciences et Techniques de l'Environnement que j'ai soutenu en septembre 1990. Mon mémoire portait sur "l'innovation technologique en matière de stations d'épuration communales : comparaison France-R.F.A".

Je cherche actuellement :

- à établir des statistiques concernant les dispositifs d'assainissement autonome,
- à comprendre les raisons qui expliquent la morphologie du parc français de stations d'épuration communales,
- à recueillir l'avis des professionnels, experts et décideurs sur différents points relatifs à l'assainissement et à l'épuration,
- à mieux connaître l'organisation des structures et les hommes qui, au niveau municipal, travaillent sur l'assainissement et l'épuration.

Pour cela j'ai déjà envoyé différents questionnaires aux D.D.A.S.S., D.D.E., D.D.A.F, S.A.T.E.S.E., et plus récemment (début janvier) aux Conseils Départementaux d'Hygiène ainsi qu'aux services techniques des 640 plus grandes villes de France. A ce jour, 73 D.D.A.S.S., 65 D.D.E., 63 D.D.A.F, et 75 S.A.T.E.S.E m'ont répondu.

Je souhaite aussi connaître la situation de communes moins connues, plus petites. C'est pourquoi je me tourne maintenant vers vous. Je vous serais donc très reconnaissant de bien vouloir remplir le questionnaire ci-joint ou de le faire remplir par le technicien communal responsable de l'assainissement sur votre commune et le retourner, **même incomplet si des informations vous manquent.**

Mon adresse est la suivante : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex.

Les réponses que vous apporterez conserveront, évidemment, un caractère strictement anonyme.

Bien sûr, toutes informations sur l'assainissement et l'épuration dans votre commune autres que celles soulevées par le questionnaire, sont les bienvenues.

Veuillez agréer, Monsieur l'Adjoint au Maire, l'expression de mes sentiments respectueux.

Jean-Marc Berland

Questionnaire à retourner à Monsieur Jean-Marc Berland
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées - LATTS
Central IV - 1, avenue Montaigne
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Nom (facultatif) :

Quelle est votre formation (diplômes) ?

Votre commune compte combien d'habitants ? _____

L'assainissement est-il géré par une société privée ? ☐ oui ☐ non Nom de la société : _____
 par un organisme intercommunal ? ☐ oui ☐ non

La station d'épuration est-elle gérée par une société privée ? ☐ oui ☐ non Nom de la société : _____
 par un organisme intercommunal ? ☐ oui ☐ non

Au sein de vos services communaux, combien de personnes travaillent sur l'assainissement et l'épuration ? _____

Pouvez-vous détailler leurs fonctions, statuts, et leurs formations respectifs dans le tableau suivant :

Nb d'employés	Fonction	Statut	Formation Initiale	Type d'enseignement suivi

Exemple :

Nb d'employés	Fonction	Statut	Formation Initiale	Type d'enseignement suivi
1	Chef de service	Fonctionnaire	ingénieur INSA	Physique, Chimie.
1	Chef adjoint	1 contractuel	DUT Hygiène et Sécurité	Physique, Chimie, Biologie, Droit.
5	Ouvriers	5 fonctionnaires	3 CAP Chaudronnerie 2 Sans Diplômes	

Ces employés communaux sont regroupés au sein de quel type de structure ?

☐ Service ☐ Direction ☐ Division ☐ Autre, Précisez : _____

Nombre de Stations d'épuration desservant votre commune (même si elles ne se situent pas sur le territoire de votre commune) : _____

Quelle est la filière technique de(s) la station(s) d'épuration (Boues Activées, Lits bactériens, Lagune...) ?

Quelles sont les principales causes de dysfonctionnement de la (des) station(s) d'épuration qui desser(ven)t votre commune ?

Quelles sont les principales causes de dysfonctionnement du (ou des) réseau(x) d'assainissement qui desser(ven)t votre commune ?

- Selon vous, quelle est la proportion de la population de votre commune desservie par un dispositif d'assainissement autonome ? _____ %

- Quelles sont les principales difficultés techniques et sanitaires liées à ces dispositifs ?

- Au niveau de votre commune, l'assainissement autonome est, pour vous :

- * une voie à proscrire ----- ☐
- * un pis-aller en attendant la venue du réseau d'assainissement public ----- ☐
- * une solution technique qui a tout à fait sa place dans certaines zones où le réseau d'assainissement public présente un coût économiquement inacceptable ----- ☐

La solution de l'assainissement autonome regroupé est de plus en plus évoquée (plusieurs habitations privées sont desservies par un seul dispositif d'assainissement autonome). Cette alternative au réseau d'assainissement et à la station d'épuration vous semble-t-elle répondre aux besoins de certains quartiers de votre commune ? ☐ OUI

☐ NON

Pourquoi ?

Pouvez vous préciser quelle est la proportion de la population de votre ville qui devrait relever de cette solution ? _____

Les propositions suivantes concernant l'épuration et l'assainissement vous semblent-elles constituer des priorités pour votre commune ?

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile
Construire une nouvelle station d'épuration				
Construire de nouveaux réseaux d'assainissement				
Etendre le(s) réseau(x) d'assainissement				
Améliorer la fiabilité du réseau d'assainissement				
Améliorer la fiabilité de la (des) station(s) d'épuration existante(s)				
Construire des bassins de retenue d'eaux pluviales				
Equiper la (les) station(s) d'épuration existante(s) d'une étape de traitement tertiaire				
Informers les usagers potentiels sur l'assainissement autonome				
Informers sur les techniques d'infiltration des eaux pluviales				
Mettre en place un service public chargé de gérer collectivement l'assainissement autonome				
Autre (préciser)				

ANNEXE 8

Questionnaires et lettres d'accompagnement envoyés aux acteurs de l'assainissement allemands.

BERLAND Jean-Marc

Sehr geehrte Damen und Herren!

Ich bereite eine Promotion in der Schule "Ecole Nationale des Ponts et Chaussées" vor.
Diese Französische Schule gibt ein Zivilingenieurdiplom aus. Sie hat Studenten- und Forschungsvereinbarung mit : Technische Universität München, Technische Universität Berlin, Technische Universität Aachen, Deutscher Akademischer Austauschdienst...

Ich Habe einen Bericht an der Thema " TECHNOLOGISCHE NEUERUNGEN HINSICHTLICH DER KLÄRANLAGEN VERGLEICHENDE ANALYSE ZWISCHEN FRANKREICH UND DER B.R.D" geschrieben. Ich sende ihnen ein Zusammenfassung dieses bericht . Heutzutage bereite ich mich auf eine Promotion über den folgenden Gegenstand vor : technologische Neuerung hinsichtlich Sanierung und Kläranlagen; Vergleich zwischen Frankreich und Deutschland.

Nun habe ich die folgenden Ziele :

- Statistiken bezüglich autonomischer Sanierungs-vorrichtungen aufzustellen,
- die Gründe, die den Aufbau der Gemeindekläranlage erklären, zu verstehen,
- die Meinung der Fachleute bezüglich verschiedener Aspekte der Sanierung und der Klärung zu erhalten.

Dazu habe ich schon verschiedene Fragebögen zu unterschiedlichen französischen Wasserspezialisten geschickt und jetzt wende ich mich zu Ihnen um.

Ich wäre Ihnen dankbar, den beiliegenden Fragebogen zu erfüllen und ihn mir zurückzusenden,
Selbst Wenn er unergänzt ist und wenn Sie an einigen Auskünften fehlen.

Meine Adresse lautet so : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Natürlich sind alle anderen Informationen hinsichtlich Sanierung und Klärung Ganz erwünscht.

Können Sie Mir der anschrift die STAWA von Baden-Württemberg senden.

Außerdem bin ich bereit, eine Kopie meines D.E.A. Berichtes aus Französisch Ihnen zu senden, wenn das Théma Ihnen interessant scheint.

Mit freundlichen Grüßen,

Noisy-le-grand, den 04-06-91

BERLAND Jean-Marc

BERLAND Jean-Marc

Sehr geehrte Damen und Herren!

Ich bereite eine Promotion in der Schule "Ecole Nationale des Ponts et Chaussées" vor.
Diese Französische Schule gibt ein Zivilingenieurdiplom aus. Sie hat Studenten- und Forschungsvereinbarung mit : Technische Universität München, Technische Universität Berlin, Technische Universität Aachen, Deutscher Akademischer Austauschdienst...

Ich Habe einen Bericht an der Thema " TECHNOLOGISCHE NEUERUNGEN HINSICHTLICH DER KLÄRANLAGEN VERGLEICHENDE ANALYSE ZWISCHEN FRANKREICH UND DER B.R.D" geschrieben. Heutzutage bereite ich mich auf eine Promotion über den folgenden Gegenstand vor : technologische Neuerung hinsichtlich Sanierung und Kläranlagen; Vergleich zwischen Frankreich und Deutschland.

Nun habe ich die folgenden Ziele :

- Statistiken bezüglich autonomischer Sanierungs-vorrichtungen aufzustellen,
- die Gründe, die den Aufbau der Gemeindekläranlage erklären, zu verstehen,
- die Meinung der Fachleute bezüglich verschiedener Aspekte der Sanierung und der Klärung zu erhalten.

Dazu habe ich schon verschiedene Fragebögen zu unterschiedlichen französischen Wasserspezialisten geschickt und jetzt wende ich mich zu Ihnen um.

Ich wäre Ihnen dankbar, den beiliegenden Fragebogen zu erfüllen und ihn mir zurückzusenden,
Selbst Wenn er unergänzt ist und wenn Sie an einigen Auskünften fehlen.

Meine Adresse lautet so : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Monsieur Berland Jean-Marc
Central IV - 1, avenue Montaigne,
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Natürlich sind alle anderen Informationen hinsichtlich Sanierung und Klärung Ganz erwünscht.

Außerdem bin ich bereit, eine Kopie meines D.E.A. Berichtes aus Französisch Ihnen zu senden, wenn das Théma Ihnen interessant scheint.

Mit freundlichen Grüßen,

Noisy-le-grand, den 05-04-93

BERLAND Jean-Marc

Questionnaire à retourner à Monsieur Jean-Marc Berland
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Central IV - 1, avenue Montaigne
93167 Noisy-le-Grand Cedex

Quelle est votre formation initiale (nom du diplôme) ? (Question supprimée lors du deuxième envoi daté du 5/04/93).

Quelle part les disciplines suivantes ont-elles occupé dans cette formation ? (Question supprimée lors du deuxième envoi daté du 5/04/93).

	Part de la discipline en % (Nombre d'heures occupées par la discipline/Nombre total de cours reçus)
Biologie	
Ecologie	
Chimie	
Physique	
Mathématiques	
Droit	
Sciences de Gestion	
Sciences Economiques	
Autres (précisez)	

- Le travail statistique que j'ai mené sur les listings fournis par les Agences de l'Eau Françaises, Abwassertechnische Vereinigung et différents ministères allemands m'a permis d'établir (entre autres) les chiffres suivants concernant les stations d'épuration communales :

Pourcentage des principales filières techniques employées
pour la construction des stations d'épuration communales
(à la date du 1 janvier 1989)

	Boues Activées	Traitement Primaire	Disques Biologiques ou Lits Bactériens	Lagunes
% Niveau national Français	61,1 %	4,3 %	16,3 %	16,2 %
Rheinland-Pfalz (d'après A.T.V)	35,55 %	33,4%	29,7%	8,1%
Baden-Württemberg (d'après A.T.V)	77,2%	0,2%	14,5%	3,1%
Hessen (d'après A.T.V)	48,9%	10,7%	19,8%	17,2%
Saarland (d'après A.T.V)	53,2%	12,9%	22,6%	11,3%
Nordrhein-Westfalen (d'après A.T.V)	55,3%	2,9%	30,9%	1,1%
Schleswig-Holstein (d'après A.T.V)	48,55%	/	18,5%	10,4%
Niedersachsen (d'après A.T.V)	64,85%	0,2%	17,8%	7,6%
Bayern (d'après A.T.V)	45%	8,6%	43,5%	11,7%
Bayern (d'après Staatsministerium des Innern)	28,6%	2,2%	26,3%	28,9%

Il existe des différences entre la morphologie du parc de stations d'épuration communales de votre Land et celle du parc national Français ou d'autre Lander. Selon vous, quelles sont les causes de ces différences ?

Quel a été l'impact des normes édictées au niveau de votre Land sur la morphologie de son parc de stations d'épuration communales ? Ces textes ont-ils privilégié certaines techniques ?

- La confiance accordée à la filière des Boues Activées fait que cette technique est prédominante actuellement dans le parc français de stations d'épuration et la plupart des Landers de l'ex-RFA. Cependant ce type de station ne présente-t-il pas certains inconvénients ? ☐ OUI ☐ NON

- Si oui, pouvez vous préciser quelles sont les principales difficultés (techniques, économiques, en ressources humaines...) rencontrées par les collectivités ?

-La technique des Lits bactériens vous semble-t-elle dépassée ? ☐ OUI ☐ NON

- Pourquoi ?

Quels sont, selon vous, les avantages et inconvénients du lagunage ?

Selon vous, quelles sont les principales causes de dysfonctionnement des stations d'épuration dans votre Land ?

Les propositions suivantes concernant l'épuration et l'assainissement vous semblent-elles constituer des priorités pour votre Land ?

	Très urgent	Urgent	Peut attendre	Inutile
Construire de nouvelles stations d'épuration				
Améliorer la fiabilité des réseaux d'assainissement				
Améliorer la fiabilité des stations d'épuration existantes				
Construire des bassins de retenue d'eaux pluviales				
Equiper les stations d'épuration existantes d'une étape de traitement tertiaire				
Informers les usagers potentiels sur l'assainissement autonome				
Informers les usagers potentiels sur les techniques d'infiltration des eaux pluviales				
Mettre en place un service public chargé de gérer collectivement l'assainissement autonome				
Autre (préciser)				

Selon vous quelle est la proportion de la population de votre Land desservie par un dispositif d'assainissement autonome ? ____ %

Quel est (approximativement) le pourcentage des différentes filières techniques ?

Fosse septique + Lit d'épandage sur sol naturel	%
Fosse septique + Lit d'épandage sur sol reconstitué	%
Fosse septique + Tercle d'infiltration	%
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux vertical	%
Fosse septique + Lit filtrant drainé à flux horizontal	%
Fosse d'accumulation eaux vannes	%
Fosse d'accumulation toutes eaux	%
Fosse chimique	%
Micro station	%
Autre(s) procédé(s)	%

- Quelles sont les principales difficultés techniques et sanitaires liées aux dispositifs d'assainissement autonome ?

- L'assainissement autonome est, pour vous :
- * une voie à proscrire ☐
 - * un pis-aller en attendant la venue du réseau d'assainissement public ☐
 - * une solution technique qui a tout à fait sa place dans certaines zones où le réseau d'assainissement public présente un coût économiquement inacceptable ☐

La solution de l'assainissement autonome regroupé (un petit nombre d'habitations est connecté à un dispositif d'assainissement autonome commun) est de plus en plus évoquée en France. Cette alternative au réseau d'assainissement et à la station d'épuration vous semble-t-elle répondre aux besoins de petites communes rurales de votre Land ? Pourquoi ?

En est-il de même pour les communes urbaines ? Pourquoi ?

Selon vous, combien (approximativement) de communes de votre Land devraient opter pour cette solution ? _____

Diesen Fragebogen bitte zurücksenden an:
Jean-Marc Berland
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Laboratoire Techniques Territoires et Sociétés
Central IV - 1, avenue Montaigne
F - 93167 Noisy-le-Grand Cedex

Welche berufliche oder akademische Qualifikation besitzen Sie (Name des Diploms) ? (Question supprimée lors du deuxième envoi daté du 5/04/93).

Welchen Anteil hatten die folgenden Lehrfächer an Ihrer Ausbildung ? (Question supprimée lors du deuxième envoi daté du 5/04/93).

	Anteil des Lehrfaches in Prozenten : (Stundenanzahl des Lehrfaches/gesamte Zahl der Unterrichte)
Biologie	
Ökologie	
Chemie	
Physik	
Mathematik	
Recht	
Betriebswirtschaft	
Volkswirtschaft	

Andere (bitte angeben):

Nach Angaben der französischen Wasserbehörden, der "Agences de l'Eau", der deutschen Abwassertechnischen Vereinigung (ATV) und deutscher Behörden läßt sich die folgende Tabelle aufstellen, die die Verwendung verschiedener Techniken in (unter anderem) kommunalen Kläranlagen angibt :

Prozentzahl der wichtigsten Techniken in kommunalen Kläranlagen
(Stand 1. Januar 1989)

	Belebtschlamm	Mechanische Klärung	Tauch- oder Tropfkörper	Abwasserteich
% in Frankreich	61,1 %	4,3 %	16,3 %	16,2 %
Rheinland-Pfalz (nach ATV)	35,6 %	33,4 %	29,7 %	8,1 %
Baden-Württemberg (nach ATV)	77,2 %	0,2 %	14,5 %	3,1 %
Hessen (nach ATV)	48,9 %	10,7 %	19,8 %	17,2 %
Saarland (nach ATV)	53,2 %	12,9 %	22,6 %	11,3 %
Nordrhein-Westfalen (nach ATV)	55,3 %	2,9 %	30,9 %	1,1 %
Schleswig-Holstein (nach ATV)	48,6 %	---	18,5 %	10,4 %
Niedersachsen (nach ATV)	64,9 %	0,2 %	17,8 %	7,6 %
Bayern (nach ATV)	45,0 %	8,6 %	43,5 %	11,7 %
Bayern (Staatsministerium des Innern)	28,6 %	2,2 %	26,3 %	28,9 %

Sind die obigen Prozentzahlen für Ihr Bundesland korrekt ? Wenn nicht, bitte tragen Sie Ihre Korrektur in die folgende Tabelle:

Land : _____

	Belebtschlamm	Mechanische Klärung	Tauch- oder Tropfkörper	Abwasserteich
	Zahl %	Zahl %	Zahl %	Zahl %
Stand 1. Januar 1960				
Stand 1. Januar 1970				
Stand 1. Januar 1980				
Stand 1. Januar 1990				

Die Zusammensetzung der kommunalen Kläranlagen Ihres Bundeslandes unterscheidet sich von der in Frankreich oder den anderen Bundesländern. Welches sind Ihrer Meinung nach die Ursachen für diese Unterschiede ?

In welcher Weise haben die gültigen Normen (Gesetze, Verordnungen etc.) Einfluß auf den Bau und die Zusammensetzung kommunaler Kläranlagen in Ihrem Bundesland ? Haben diese Normen einige Techniken im Vergleich zu anderen favorisiert ?

Aufgrund des Vertrauens, das in dieBelechtschlamm-Technik gesetzt wird, überwiegt diese heutzutage sowohl in Frankreich als auch in den meisten alten Bundesländern.

Hat dieser Typ von Kläranlagen auch Nachteile ? ☐ JA
☐ NEIN

Wenn ja, worin liegen die Nachteile begründet (technische oder wirtschaftliche Probleme, Schwierigkeiten im Personalbereich), auf die die Gemeinden stoßen ?

Scheint Ihnen die Technik der Tropfkörper veraltet ? ☐ JA
☐ NEIN

Bitte begründen Sie Ihre Einschätzung:

Welche sind die Vor- und Nachteile der Abwasserteiche Ihrer Meinung nach ?

Sind Sie der Meinung, daß die Zusammensetzung und die Struktur der kommunalen Kläranlagen in Ihrem Bundesland vom theoretischen Optimum abweicht? ☐ JA
☐ NEIN

Welches sind die Gründe für Ihre Ansicht ?

Wie schätzen Sie die folgenden Vorschläge zu Sanierung und Ausbau der Kläranlagen in Ihrem Bundesland ein ?

	Sehr dringend	dringend	Kann warten	unnötig
Neue Kläranlagen errichten				
Neue Kanalisation errichten				
Die Zuverlässigkeit der Kanalisation verbessern				
Die Zuverlässigkeit der bestehenden Kläranlagen verbessern				
Regenwasserkklärbecken bauen				
Die bestehenden Kläranlagen mit dritter Reinigungsstufe ausrüsten				
Mögliche Anwender über dezentrale Abwasserklärung (ohne Anschluß and zentrale Großanlage) unterrichten				
Mögliche Anwender über Versickerung von Regenwasser unterrichten				
Einen öffentlichen Dienst aufbauen, der für dezentrale Kläranlagen Verantwortung trägt				

Andere Vorschläge (bitte erklären):

Wie groß ist Ihrer Kenntnis nach der Anteil der Bevölkerung Ihres Bundeslandes, dessen Abwässer in dezentralen Anlagen (ohne Anschluß an eine Großkläranlage) gereinigt wird ? ____%

Wie groß ist der Anteil der verschiedenen technischen Möglichkeiten nach Ihrer Schätzung ?

Faulgrube + Verrieselungsbett auf gewachsener Boden	%
Faulgrube + Verrieselungsbett auf wiederhergestelltem Boden	%
Faulgrube + Infiltrationshügel	%
Faulgrube + Filterbett mit vertikalem Abfluß	%
Faulgrube + Filterbett mit horizontalem Abfluß	%
Sammelgruben	%
Trockenabort	%
Kleinanlage	%
Emscherbrunnen	%
Andere Verfahren	%

Welche sind die wichtigsten technischen und hygienischen Probleme, die mit diesen dezentralen Klärtechniken verbunden sind ?

Was stellt eine dezentrale Abwasserreinigung Ihrer Meinung nach dar :

- * eine Lösung, die verboten werden sollte, ☐
- * eine Nodlösung, bis zum Aufbau einer öffentlichen Kanalisation, ☐
- * eine technische Lösung, die für solche Gebiete geeignet ist, wo der Aufbau einer öffentlichen Abwasserreinigung zu teuer ist. ☐

In Frankreich spricht man immer mehr von der Lösung der gemeinsamen unabhängigen Abwasserklärung (eine kleine Zahl von Häusern ist mit einer gemeinsamen Kleinanlage zur Abwasserreinigung verbunden, aber nicht an eine zentrale Großkläranlage angeschlossen). Denken sie, daß diese Möglichkeit als Alternative zur Kanalisation plus Großkläranlage den Bedürfnissen kleinerer Gemeinden Ihres Bundeslandes entgegenkommt ? ☐ JA
☐ NEIN

Bitte begründen Sie Ihre Ansicht:

Wäre eine solche Lösung auch in größeren Gemeinden oder Städten geeignet ? ☐ JA
☐ NEIN

Bitte begründen Sie Ihre Ansicht:

Wieviele Gemeinden Ihres Bundeslandes könnten Ihrer Meinung nach vom Aufbau von gemeinsamen Kleinkläranlagen profitieren ? _____

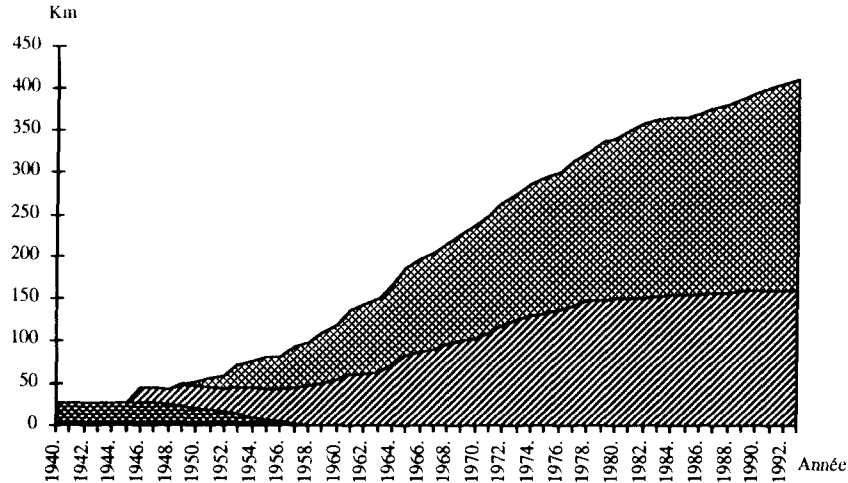
Haben Sie vielen Dank für Ihre Mithilfe. Sie ist für meine Forschung von großer Bedeutung.

ANNEXE 9

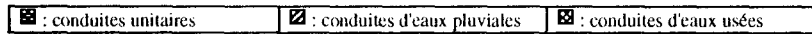
Évolution du linéaire des différents types de conduites de réseaux d'égouts de villes françaises.

Évolution du linéaire des différents types de conduites
de réseaux d'égout de villes françaises.

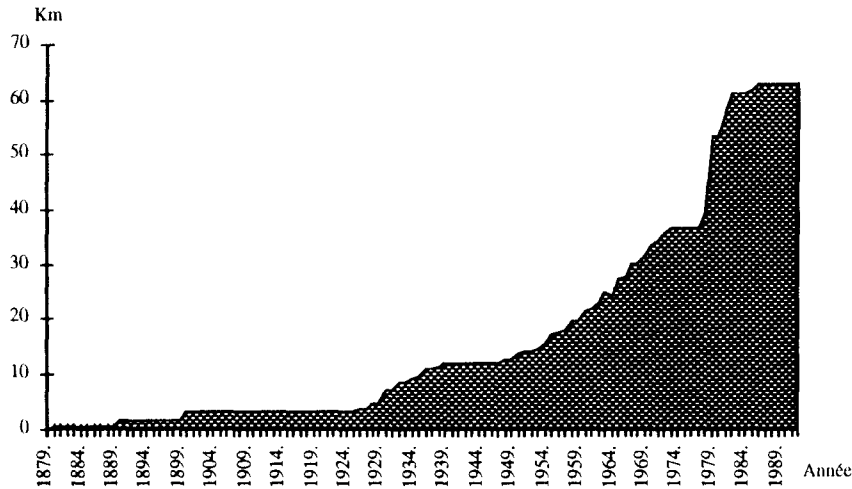
Cas d'Amiens (Oise).



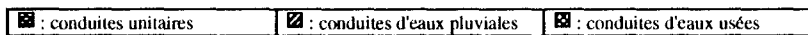
Légende



Cas de Fécamp (Seine-Maritime).

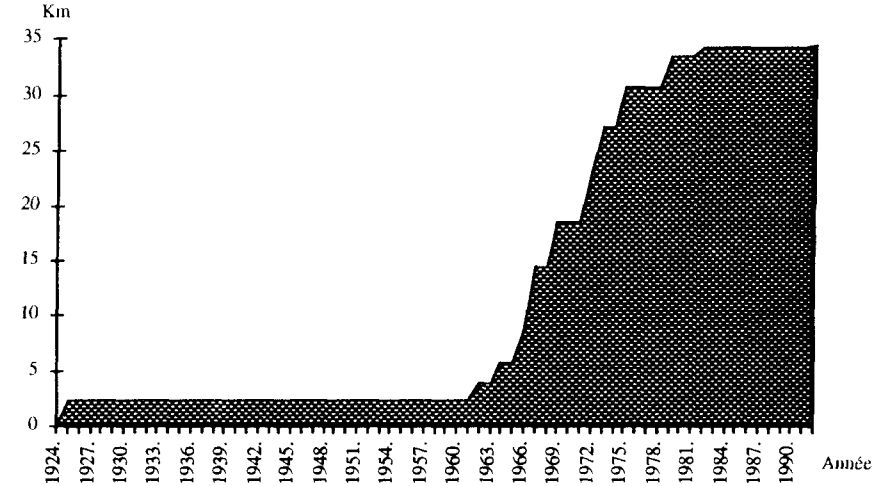


Légende

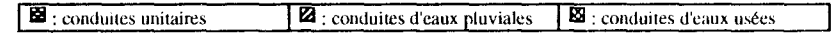


Évolution du linéaire des différents types de conduites
de réseaux d'égout de villes françaises (suite).

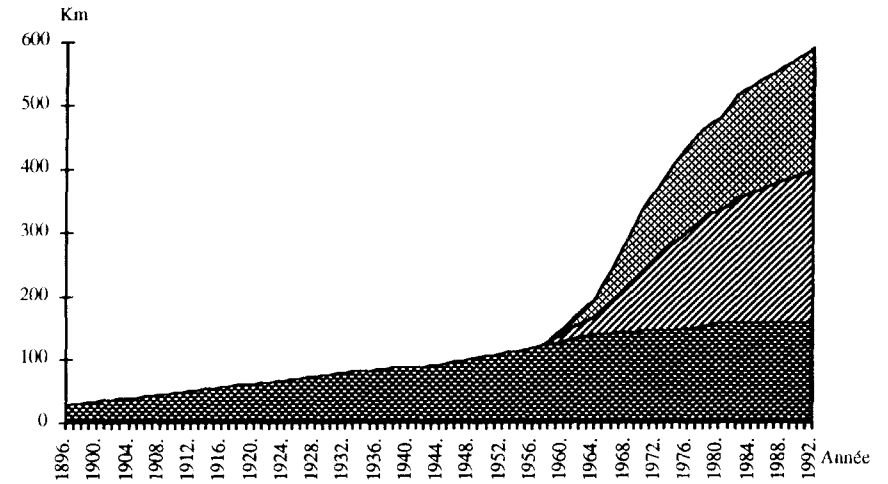
Cas de Remiremont (Vosges).



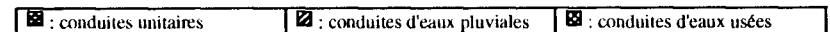
Légende



Cas de Rennes (Ille-et-vilaine).

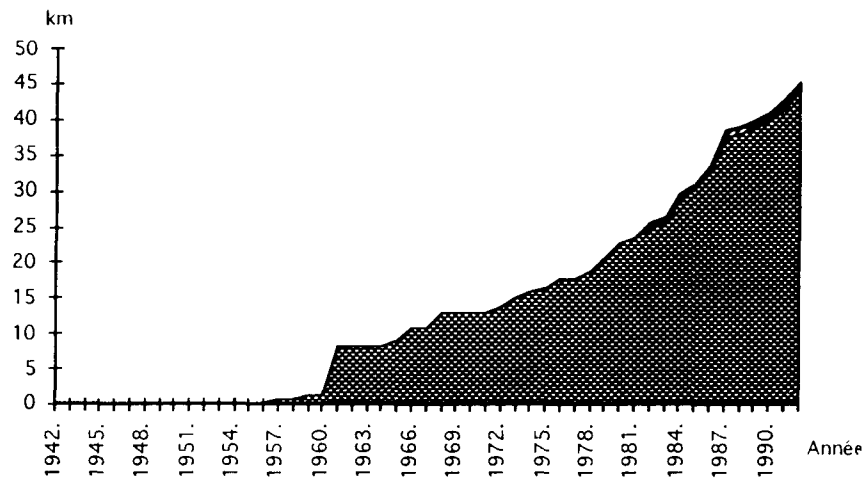


Légende

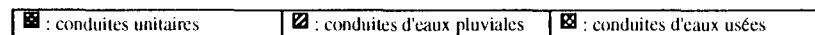


Évolution du linéaire des différents types de conduites de réseaux d'égout de villes françaises (suite).

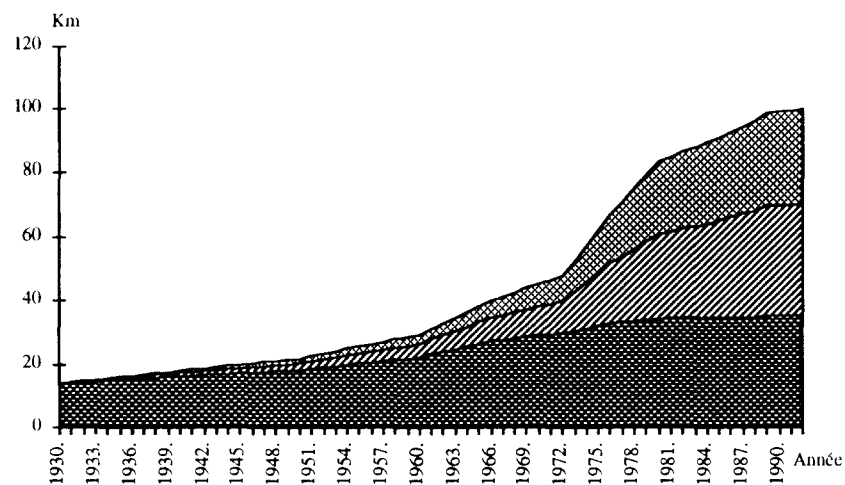
Cas de Saint-Louis (Haut-Rhin).



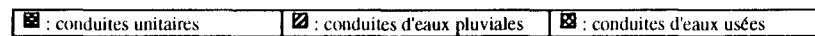
Légende



Cas de Saint-Martin d'Here (Isère).

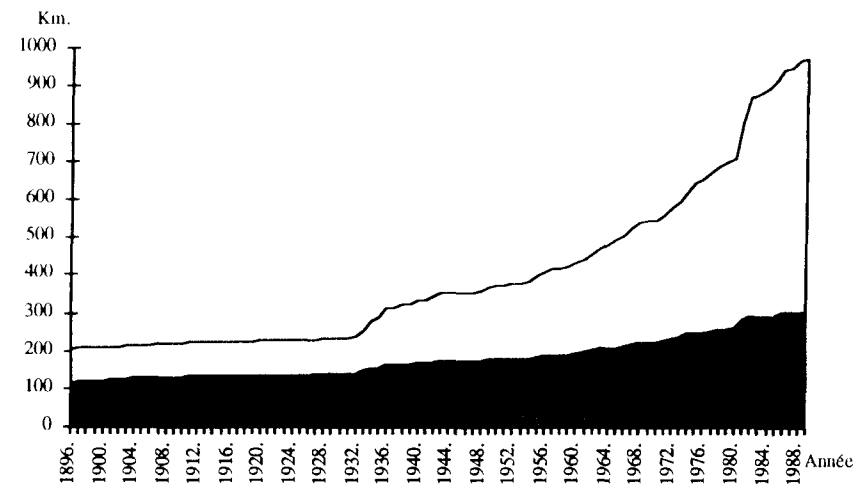


Légende

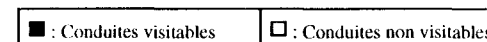


Évolution du linéaire des différents types de conduites de réseaux d'égout de villes françaises (suite).

Cas de Marseille (Bouches du Rhône).



Légende



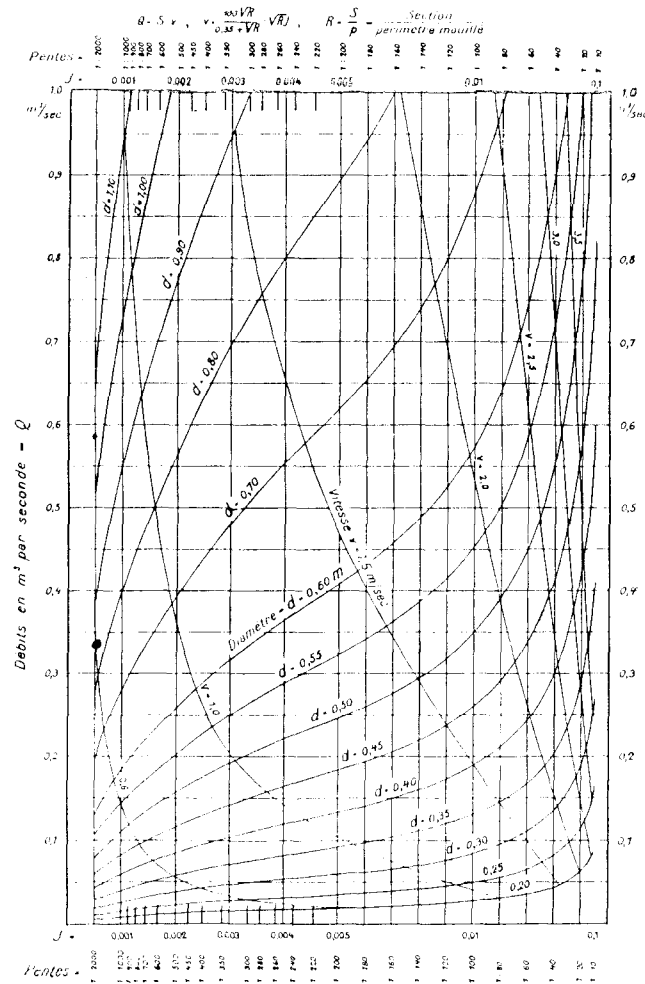
ANNEXE 10

Abaques fournis en 1928 par le docteur Karl Imhoff pour calculer les sections d'égout circulaires ou ovoïdes.

Section circulaire.

TABEAU 5

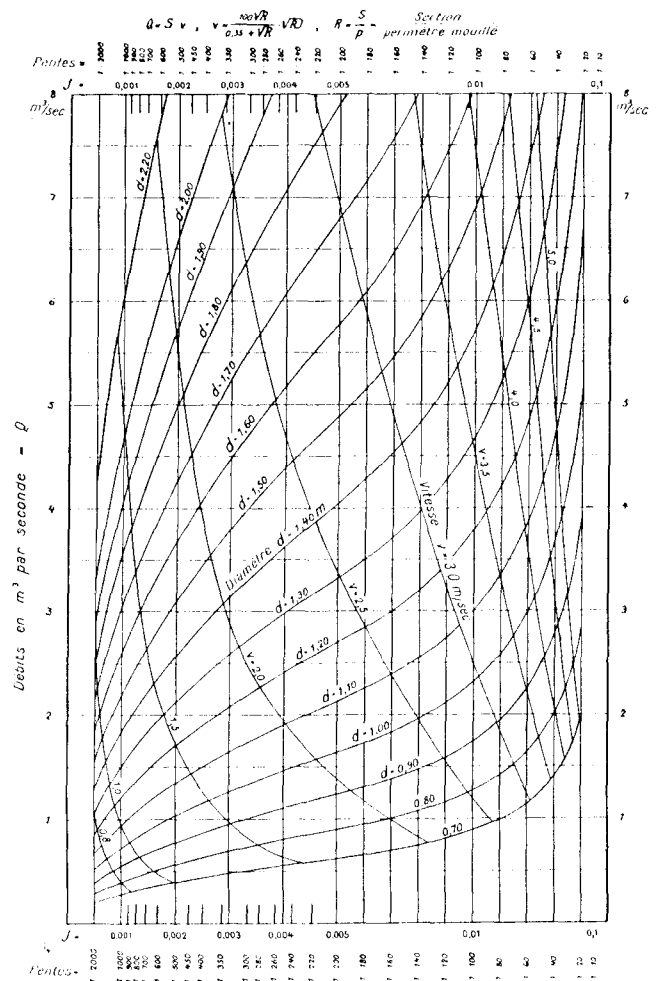
Petits débits.



TABEAU 6.

Section circulaire.

Débîts moyens.



Section circulaire.
Grands débits.

TABLÉAU 7 :

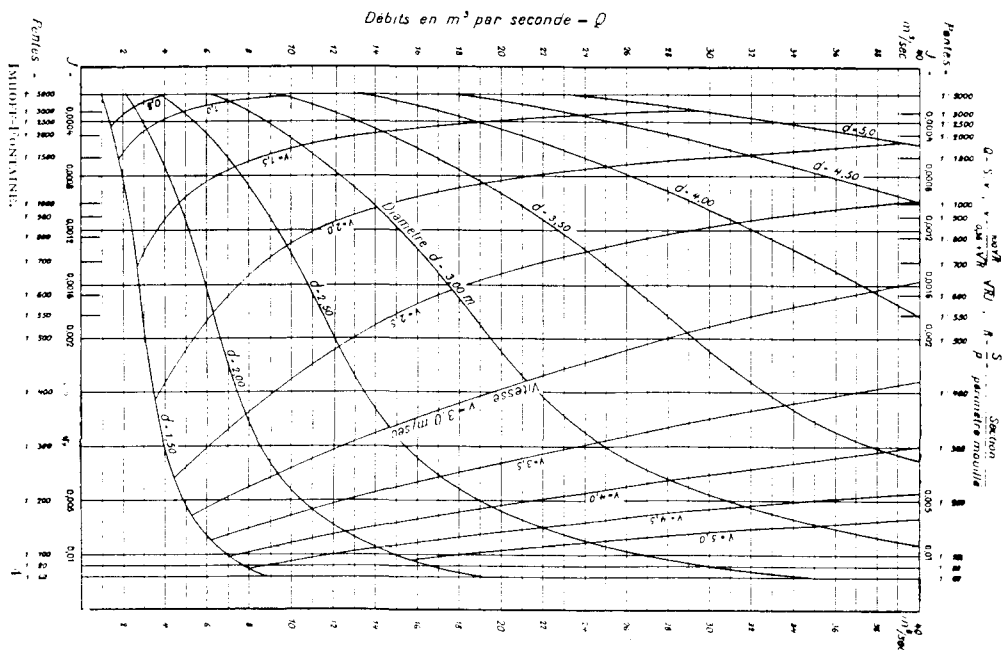
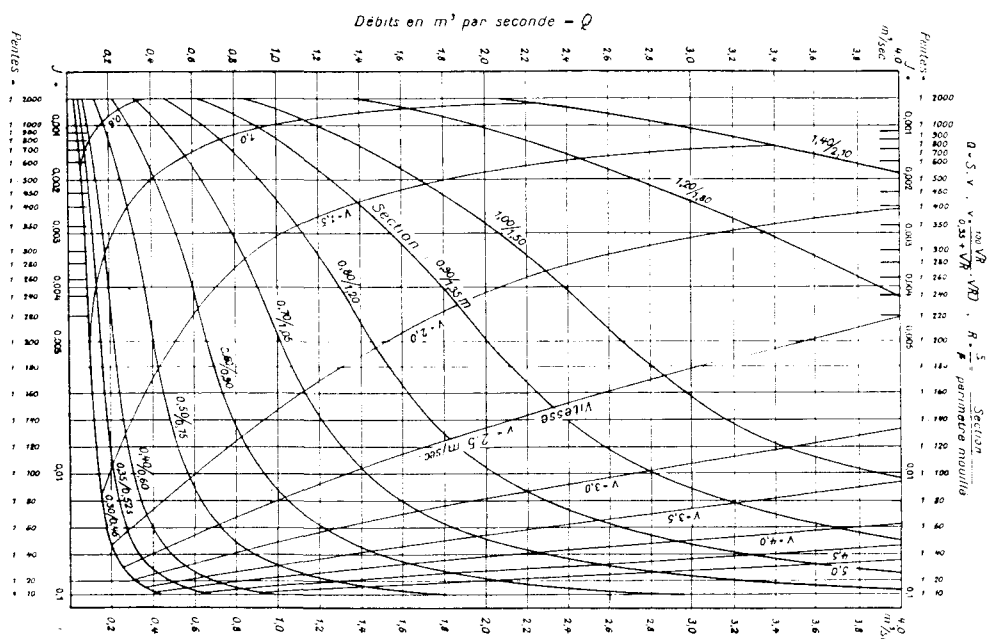


TABLEAU 8.

Section ovoide 1 : 1,5.



ANNEXE 11

Abaques fournis en 1928 par le docteur Karl Imhoff pour calculer les sections d'égout diverses.

TABLEAU 9.

Sections diverses.

Plus ou moins pleines, rapportées au cercle dont le diamètre est égal à leur plus grande largeur.

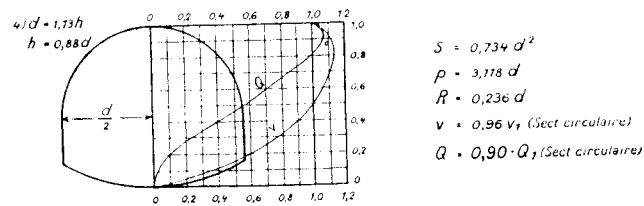
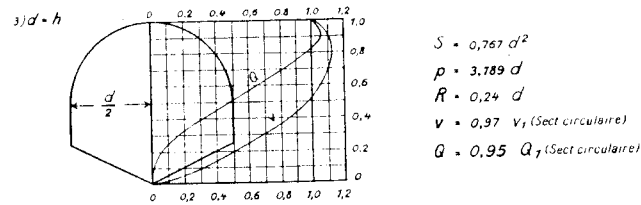
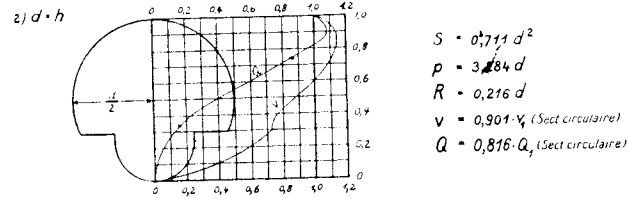
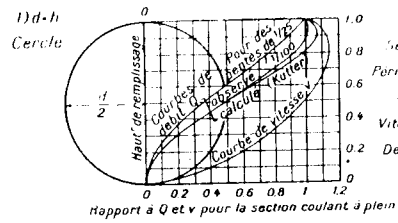
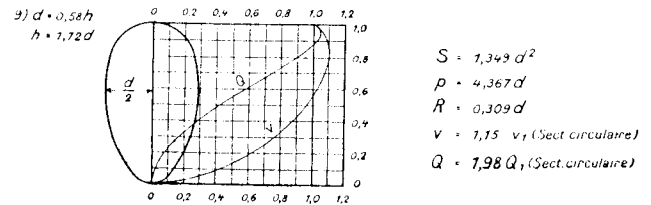
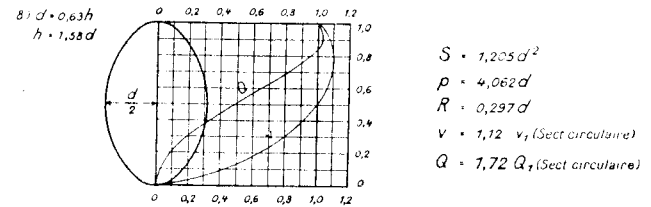
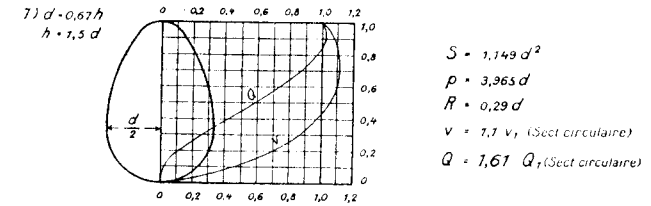
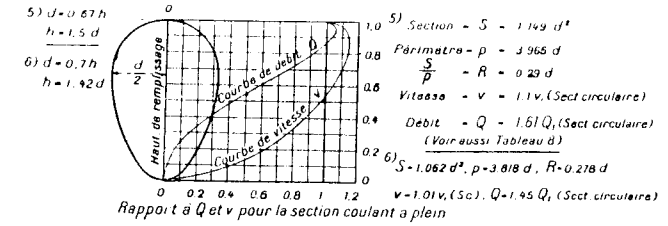


TABLEAU 10.

Sections diverses.

Plus ou moins pleines rapportées au cercle dont le diamètre est égal à leur plus grande largeur.

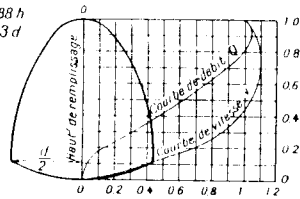


Sections diverses.

TABLEAU 11.

Plus ou moins pleines rapportées au cercle dont le diamètre est égal à leur plus grande largeur.

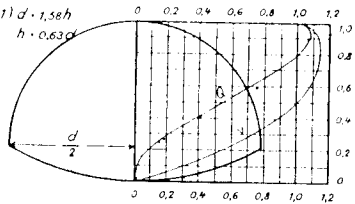
10) $d = 0.88h$
 $h = 1.13d$



Rapport à Q et v la section coulant à plein

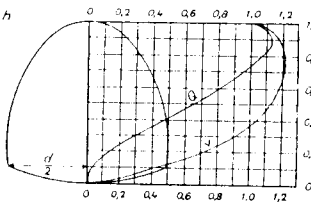
Section - $S = 0.847 d^2$
Périmètre - $p = 3.461 d$
 $\frac{S}{p} = R = 0.246 d$
Vitesse - $V = 0.99 v$ (Sect circulaire)
Débit - $Q = 1.06 Q_1$ (Sect circulaire)

11) $d = 1.56h$
 $h = 0.63d$



$S = 0.484 d^2$
 $p = 2.618 d$
 $R = 0.185 d$
 $V = 0.81 v$ (Sect circulaire)
 $Q = 0.50 Q_1$ (Sect circulaire)

12) $d = h$



$S = 0.796 d^2$
 $p = 3.719 d$
 $R = 0.214 d$
 $V = 0.90 v$ (Sect circulaire)
 $Q = 0.91 Q_1$ (Sect circulaire)

EXEMPLES (Rappel abrégé).

Exemple 3 :
pour $4.0 \text{ m}^3/\text{sec}$,
la section coulant à plein

$$\frac{p}{Q} = 3.0 \text{ m}^3/\text{sec},$$

pour un remplissage de 0.8,
 $v' = ?$

d'après le tableau 9, pour 0.8,
 $Q' = 1.0 Q_{s.p.} = 1.4 = 4 \text{ m}^3/\text{sec}$.

$v' = 1.13 v_{s.p.} = 1.13 \cdot 3.0$
 $= 3.4 \text{ m/sec}$.

S. P. = section coulant à plein.

Exemple 4 :
Pour $Q = 1.2 \text{ m}^3/\text{sec}$,
 $J = 1 : 500$

$d = ?$ pour profil ovoïde
 $p = ?$ ordinaire,
 $v = ?$ pour une hauteur de
remplissage de 0.7,
d'après le tableau 10.

$$Q_{\text{pour } 0.7} = \frac{Q}{0.75} = \frac{1.2}{0.75}$$

d'après le tableau 8,
Profil 1/1.50

avec $v_{s.p.} = 1.4 \text{ m/sec}$,

$v_{\text{pour } 0.7} = 1.1 \cdot 1.4$
 $= 1.54 \text{ m/sec}$.

$Q_{\text{pour } 0.7} = 1.54 \cdot 1.4 = 2.15 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Exemple 5 :
pour un profil ovoïde
 0.90×1.35

$Q = 0.2 \text{ m}^3/\text{sec}$, et
 $J = 1 : 500$
 $h = ?$ pour une hauteur de remplissage
et vitesse d'après le tableau 8.
 $Q_{s.p.} = 1.25 \text{ m}^3/\text{sec}$.

$v_{s.p.} = 1.3 \text{ m/sec}$,
(Tableau 10.)

$$\frac{0.2}{1.25} = 0.16 \text{ correspondant à}$$

un remplissage 0.3.

La hauteur de remplissage
est donc $0.3 \times 1.35 = 0.4 \text{ m}$.

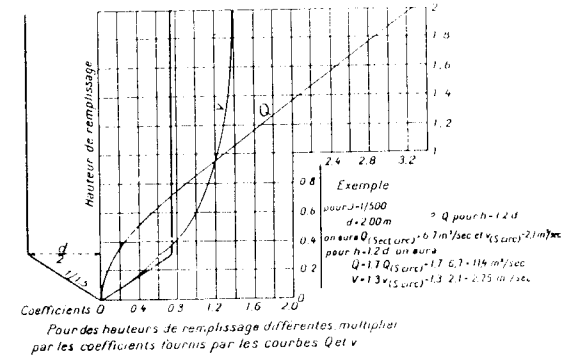
La vitesse est
 $0.75 \cdot 1.3 = 1.0 \text{ m/sec}$.

TABLEAU 12.

Sections diverses rapportées au cercle de diamètre d égal à leur largeur.

14 a) Pentagone ouvert.

Débit pour différentes hauteurs de remplissage.



14 b) Pentagone fermé.

Débit : la section coulant à plein,
partiellement remplie : voir 14 a.

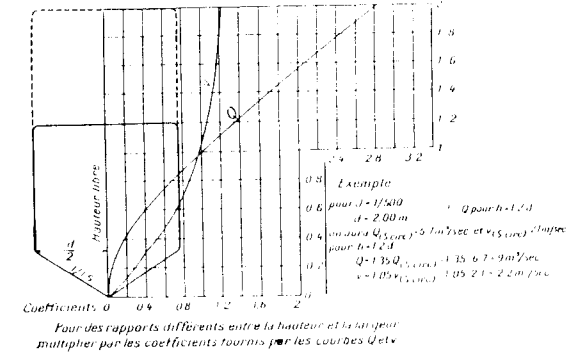
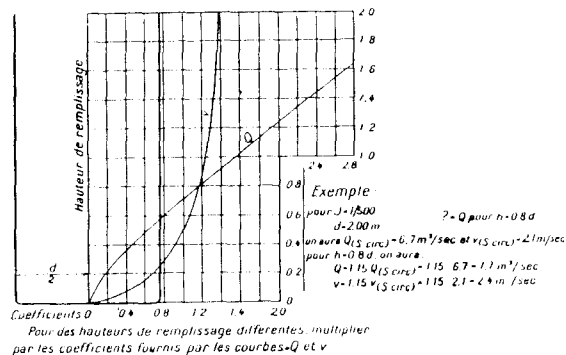


TABLEAU 13.

Sections diverses rapportées au cercle de diamètre d égal à leur largeur.

15 a) Rectangle ouvert.

Débit pour différentes hauteurs de remplissage.



15 b) Rectangle fermé.

Débit : la section coulant à plein.
 — partiellement remplie : voir 15 a.

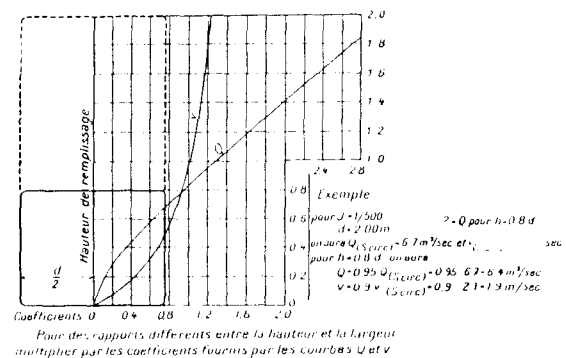


TABLEAU 14.

Triangle grands débits.



Section $S = 1,5 d^2$ $J = \text{Pente}$ $b = \text{coefficient de rugosité}$.

Périmètre $p = 3,6 d$ Vitesse $v = \frac{100 J R}{b} \approx \sqrt{R J}$

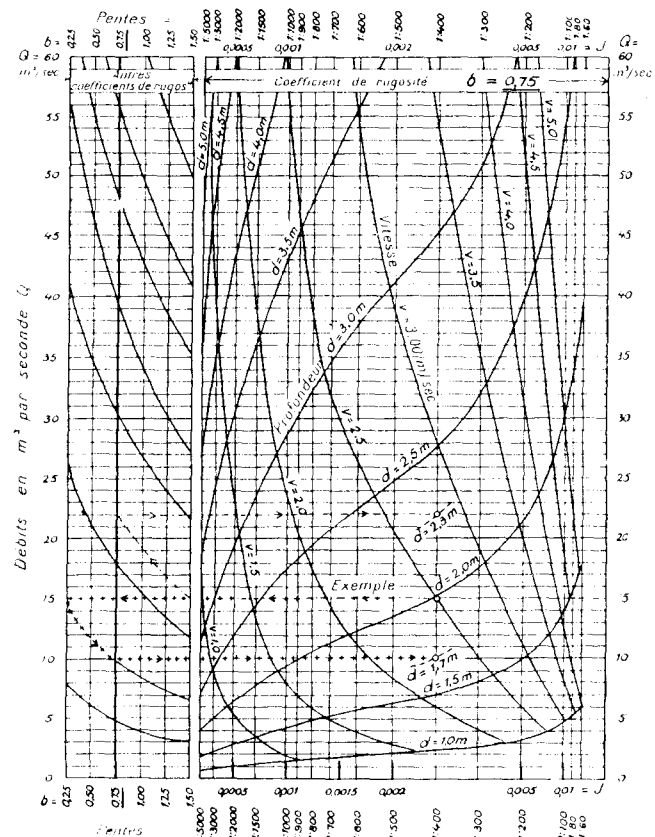
$R = \frac{S}{p} = 0,417 d$ Débit $Q = S v$.

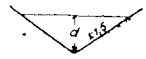
Exemple : pour $J = 1/400$ 1) $b = 0,75$, $d = ?$ lire $2,0 \text{ m}$ $v = 2,5 \text{ m/sec}$.

$Q = 15 \text{ m}^3$ 2) $b = 1,50$, voir ligne $Q = 15$ $d = 2,3 \text{ m}$

3) $b = 0,25$, voir ligne $Q = 15$ $d = 1,7 \text{ m}$

Les v ne peuvent être lus que pour $b = 0,75$. Pour d'autres coefficients de rugosité calculer $v = \frac{Q}{S}$.





Triangle. Petits débits.

TABLEAU 15.

Section $S = 1,5 d^3 J$ = Pente b = Coefficient de rugosité.

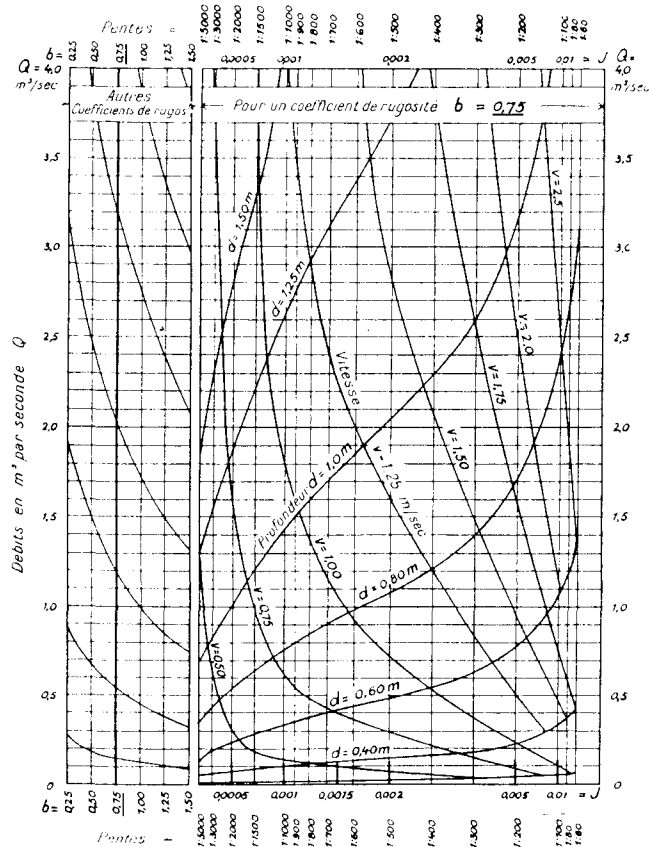
Périmètre $p = 3,6 d$ Vitesse $v = \frac{100 \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R J}$

$R = \frac{S}{p} = 0,417 d$ Débit $Q = S \cdot v$

Exemple : Voir tableau 14.

Les v ne peuvent être lus que pour $b = 0,75$. Pour d'autres coefficients de rugosité calculer

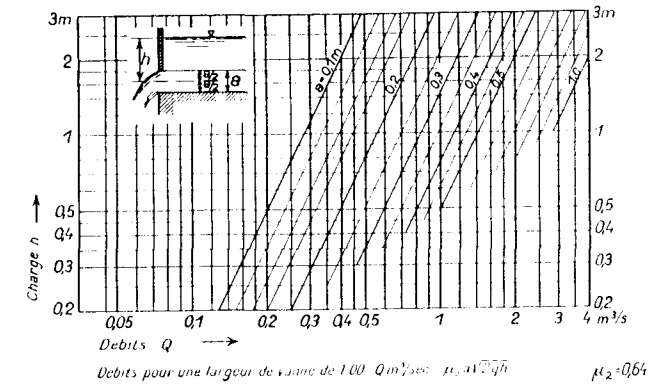
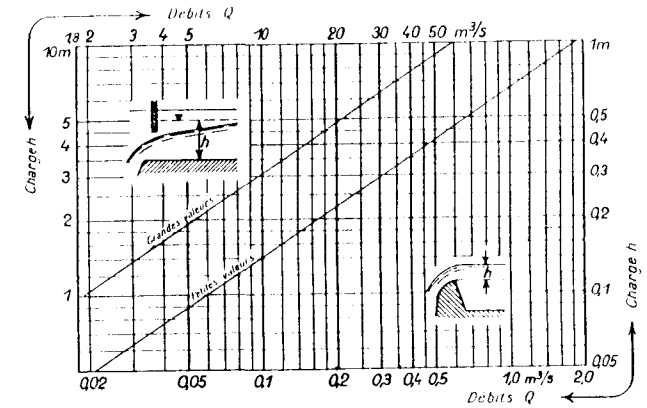
$$v = \frac{Q}{S}$$



Déversoirs et vannes.

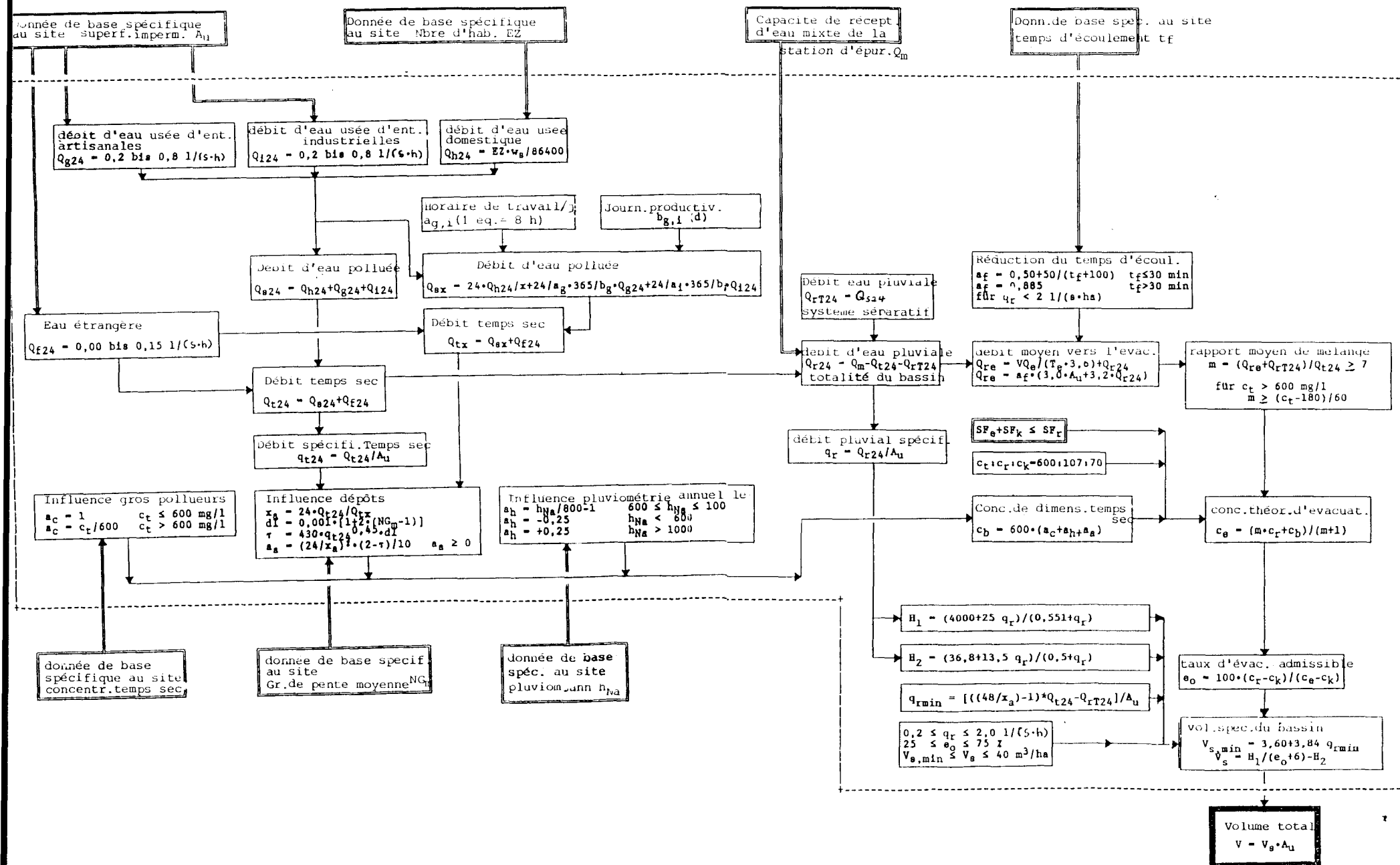
d'après Fejérváry "Die Wasserkraft" du 1 nov. 25.

Débit pour 1 mètre de largeur de vanne $q = \mu_1 \sqrt{2g} h^{3/2}$ $\mu_1 = 0,64$
 Débit pour 1 mètre de largeur de déversoir $Q = \mu_2 \sqrt{2g} h^{3/2}$ $\mu_2 = 0,64$



ANNEXE 12

Méthode de dimensionnement des bassins d'orage fournie par la "feuille de travail" A.T.V. A128



Les différents symboles traduisant les concepts suivants :

A_{EK} = Bassin versant raccordé à un réseau (ha),

A_{red} = Superficie consolidée (ha),

A_u = Superficie imperméabilisée (ha),

A_a = Facteur d'influence pour les dépôts dans les canalisations (sans dimension),

A_c = Facteur d'influence pour les grands pollueurs (sans dimension),

A_C = Coefficient du temps d'écoulement (sans dimension),

A_g = Horaire journalier de travail dans une entreprise artisanale (h),

A_i = Horaire journalier de travail dans une entreprise industrielle (h),

A_h = Facteur d'influence de pluviométrie annuelle (sans dimension),

b_g = Journées productives par an dans une entreprise artisanale (j),

b_i = Journées productives par an dans une entreprise artisanale (j),

DCO = Demande Chimique en oxygène,

c_b = Concentration en DCO théorique de dimensionnement du débit de temps sec (en mg/l),

c_e = Concentration en DCO théorique du mélange de l'eau de surverse (en mg/l),

c_k = Concentration moyenne en DCO de l'effluent de la station d'épuration (en mg/l),

c_r = Concentration moyenne en DCO de l'écoulement d'eau pluviale (en mg/l),

c_s = Concentration moyenne en DCO de l'eau usée (en mg/l),

c_t = Concentration moyenne en DCO du débit de temps sec (en mg/l),

e = Taux annuel d'évacuation (en %),

e_o = Taux annuel admissible pour l'évacuation (en %),

EZ = Nombre d'habitants,

h_{Na} = Pluviométrie annuelle moyenne à long terme (en mm),

$h_{Na, eff}$ = Pluviométrie annuelle effective (en mm),

j_g = Pente ou inclinaison du terrain (en %),

m = Rapport moyen de mélange dans l'eau de surverse ou de déversement,

NMQ = Débit d'étiage moyen (en l/s),

Q = Débit (en l/s),

Q_d = Débit de régulation ou d'étranglement (en l/s),

Q_f, Q_{f24} = Débit d'eau étrangère en moyenne par an (en l/s),

Q_{g24} = Moyenne journalière calculée à partir de la moyenne annuelle du débit d'eau usée des entreprises artisanales (en l/s),

Q_{h24} = Moyenne journalière calculée à partir de la moyenne annuelle du débit d'eau usée domestique (en l/s),

Q_{i24} = Moyenne journalière calculée à partir de la moyenne annuelle du débit d'eau usée industrielle (en l/s),

Q_{krit} = Débit critique d'eau mixte (en l/s),

Q_m = Débit d'eau mixte vers la station d'épuration (en l/s),

Q_{rkrit} = Débit pluvial critique (en l/s),

Q_{r24} = Moyenne journalière du débit pluvial (en l/s),

Q_{rT24} = Débit pluvial de système séparatif (en l/s),

Q_{re} = Débit pluvial moyen pendant les évacuations ou décharges (en l/s),

Q_{s24} = Moyenne journalière du débit d'eau usée (en l/s),

Q_{sT24} = Moyenne journalière du débit d'eau usée de système séparatif (en l/s),

Q_{sx} = Pointe journalière du débit d'eau usée (en l/s),

Q_{T24} = Moyenne journalière du débit de temps sec (en l/s),

Q_{T24} = Pointe journalière du débit de temps sec (en l/s),

q = Débit spécifique [en l/(s.ha)],

q_r = Moyenne annuelle du débit pluvial spécifique [en l/(s.ha)],

q_{t24} = Moyenne journalière du débit spécifique de temps sec [en l/(s.ha)],

r_{krit} = Pluie spécifique critique [en l/(s.ha)],

SF_e = Charge annuelle de pollution évacuée (en kg),

SF_k = Charge annuelle de pollution dans l'eau pluviale, l'effluent ou écoulement de la station d'épuration (en kg),

SF_r = Charge annuelle de pollution due au lessivage des surfaces par l'eau de pluie (en kg),

T_e = Total annuel des temps d'évacuation au niveau d'un ouvrage (en heure),

t_e = Temps théorique de vidange de bassins d'eau pluviale (en heure),

t_f = Temps d'écoulement (min),

V = Volume de stockage (m^3),

VQ_e = Quantité annuelle moyenne d'eau mixte évacuée (m^3),

VQ_R = Total annuel des débits d'eau pluviale (m^3),

V_s = Volume spécifique de stockage [en l/(s.ha)],

$V_{s,min}$ = Volume minimum spécifique de stockage [en l/(s.ha)],

V_t = Vitesse d'écoulement du débit de temps sec (en m/s),

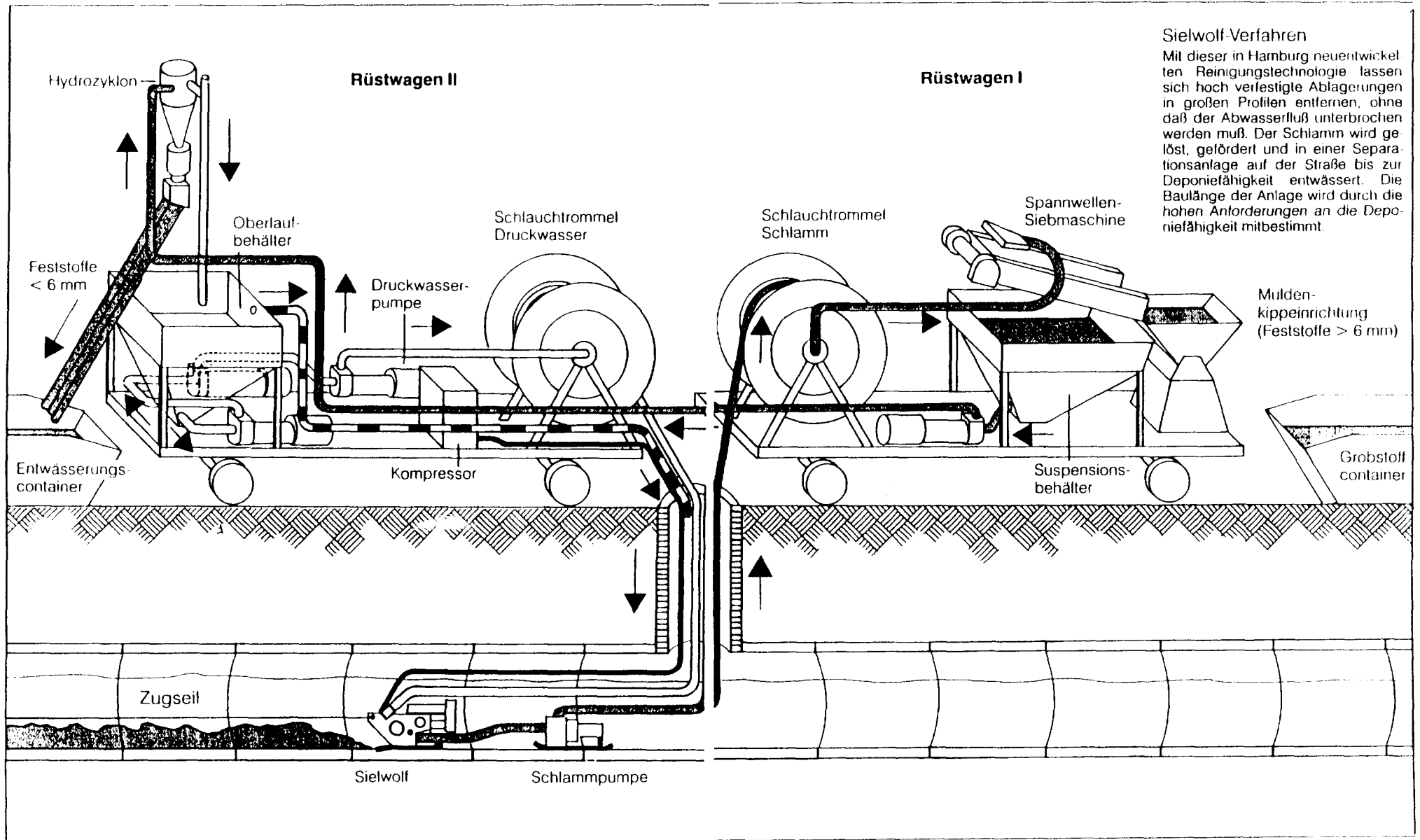
V_v = Vitesse d'écoulement par remplissage maximum (en m/s),

x = Base horaire (heure),

x_a = Coefficient de pointe pour la prise en compte des dépôts dans les canalisations.

ANNEXE 13

Schéma du procédé de curage des réseaux Sietwolf.



ANNEXE 14

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le bassin Artois-Picardie

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le bassin Rhin-Meuse

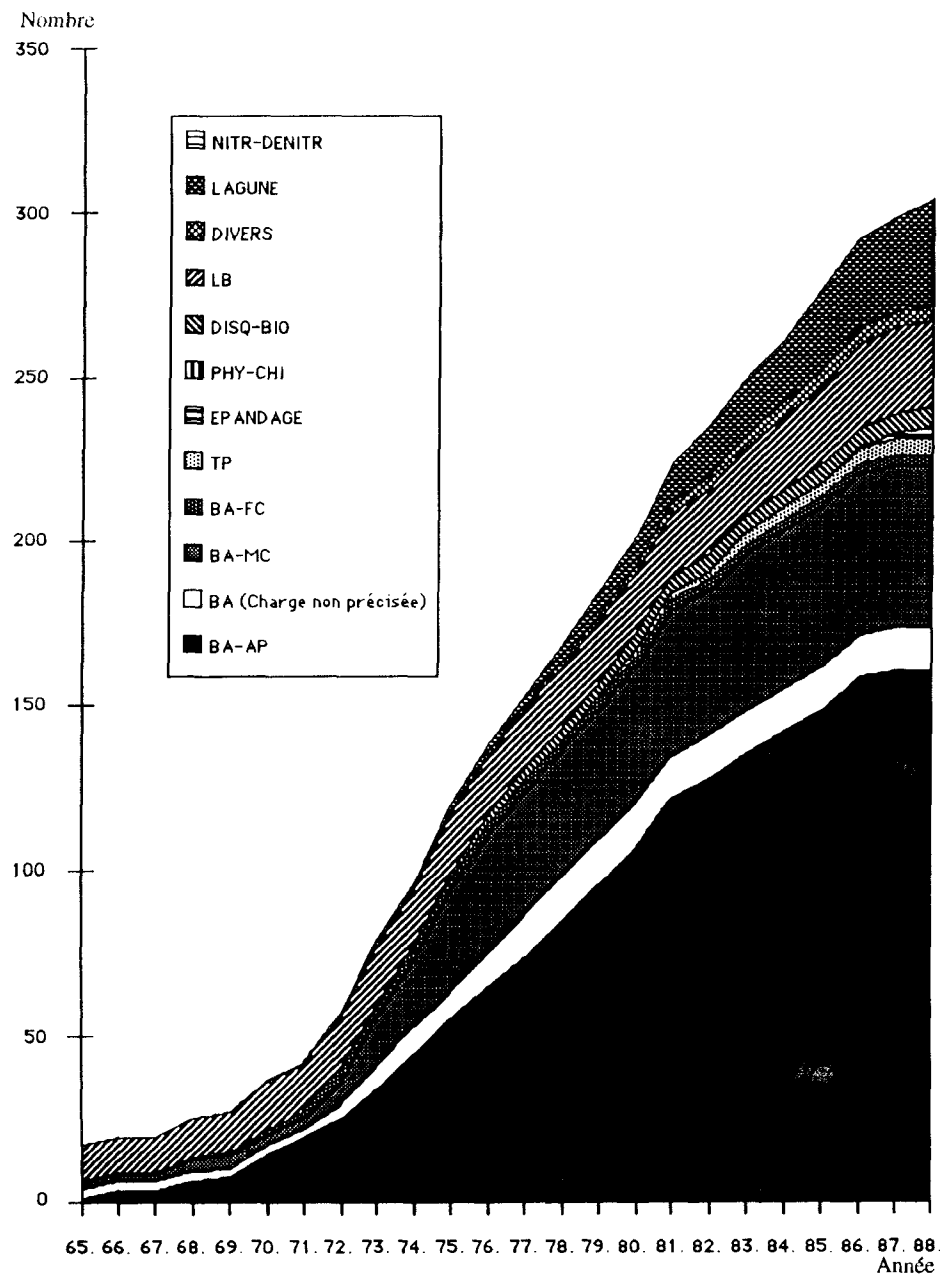
Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le bassin Seine-Normandie

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le bassin Loire-Bretagne

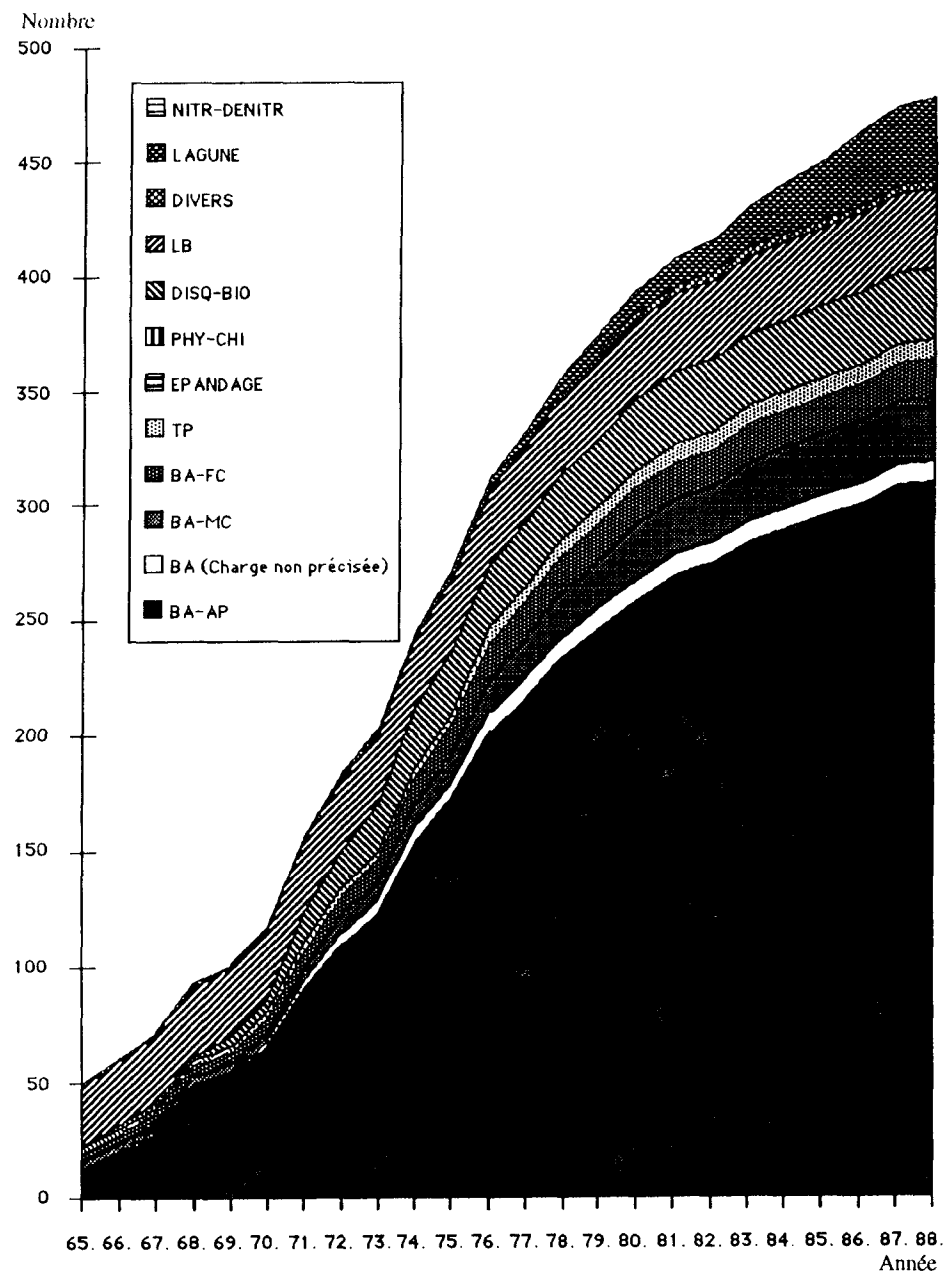
Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le bassin Adour-Garonne

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse

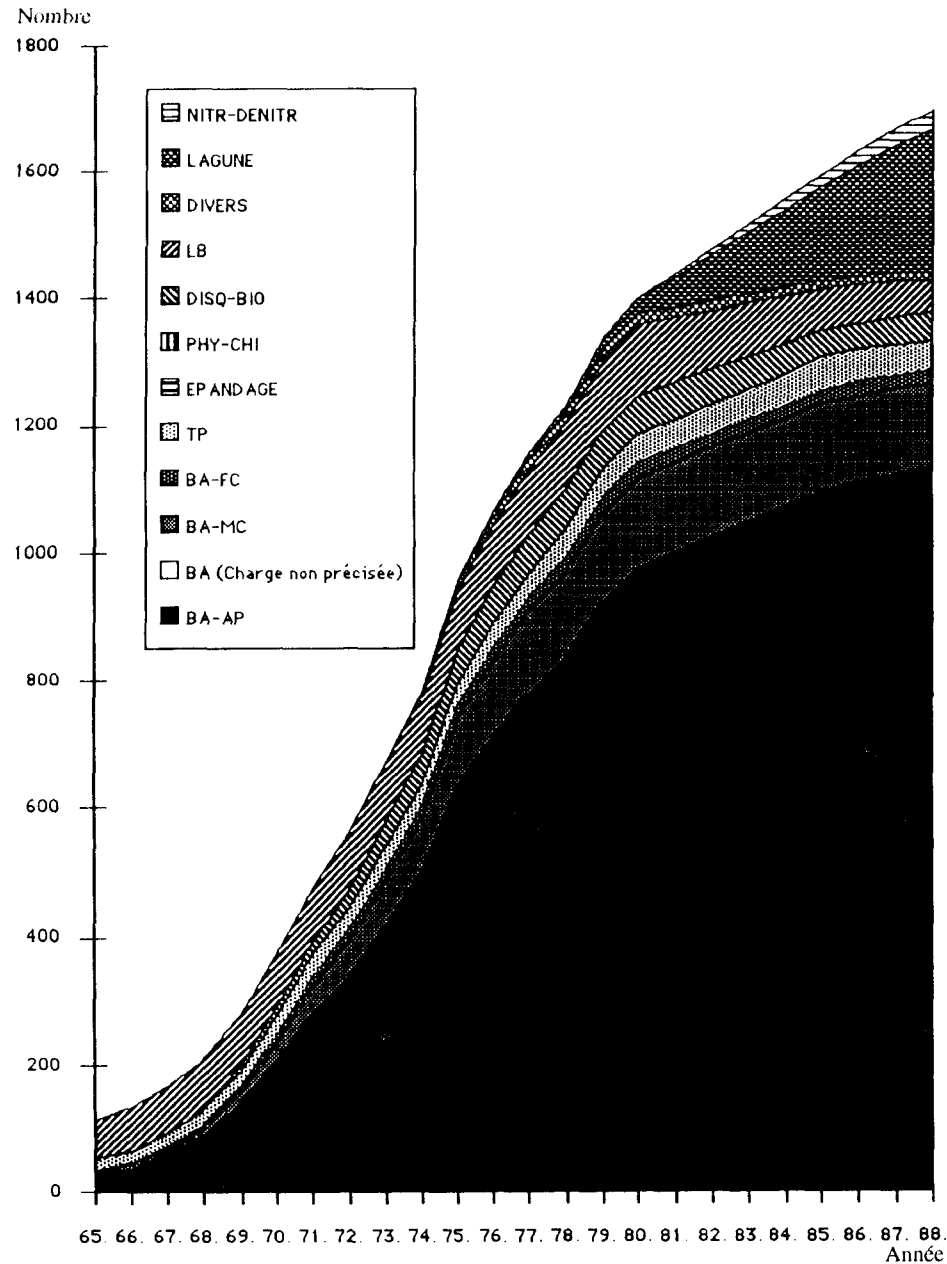
Évolution du parc de stations d'épuration communales
dans le bassin Artois-Picardie.



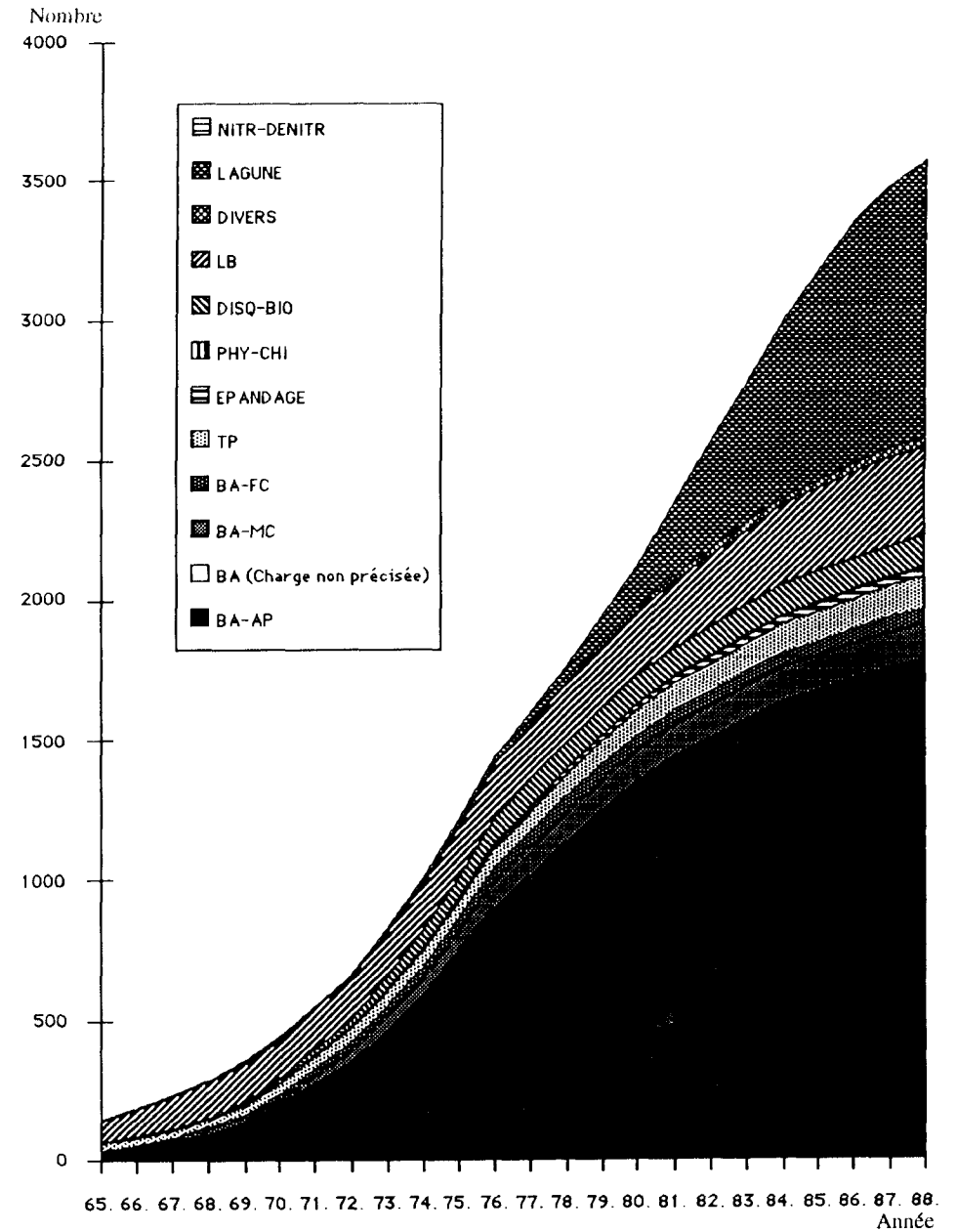
Évolution du parc de stations d'épuration communales
dans le bassin Rhin-Meuse.



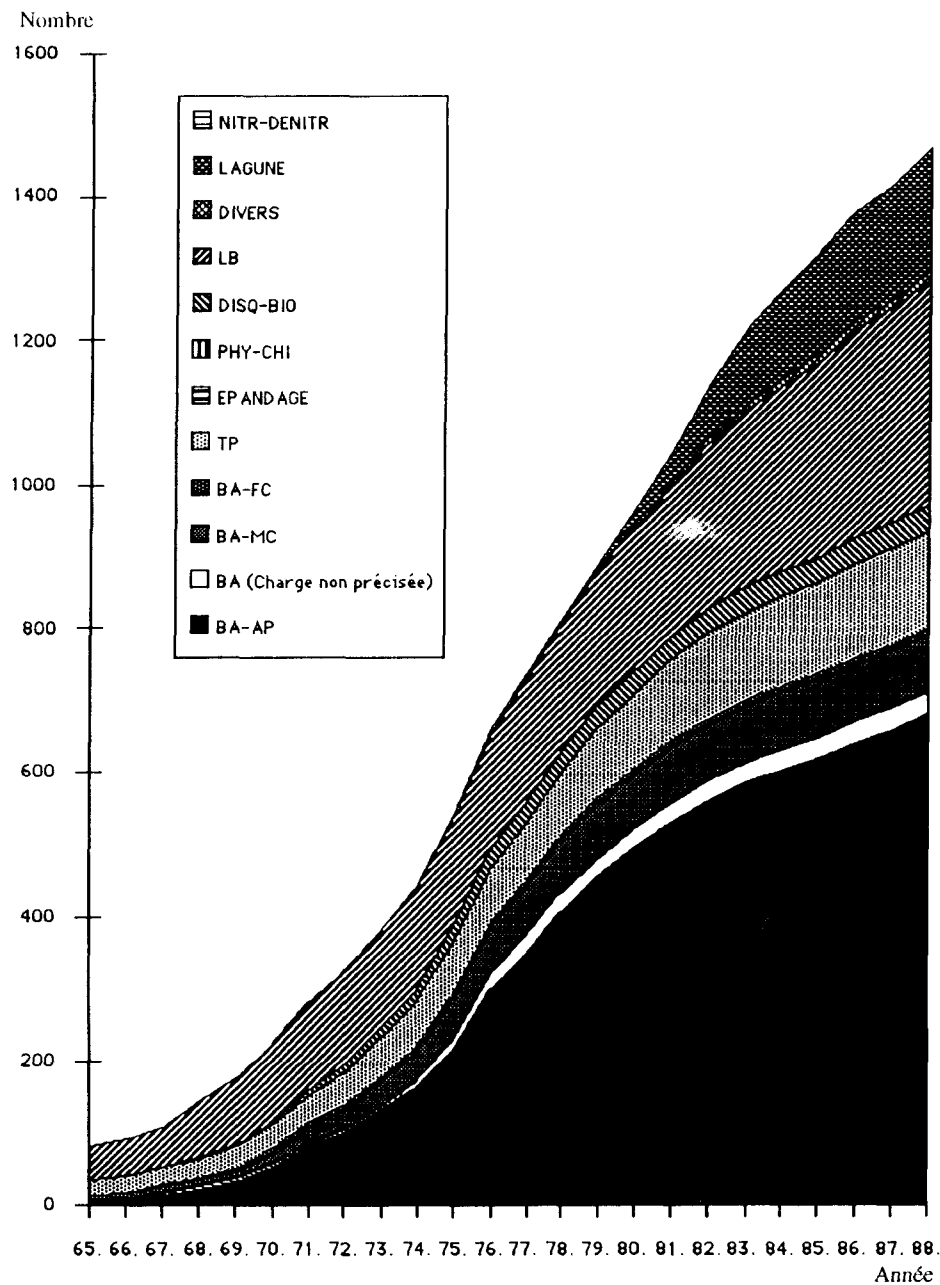
Évolution du parc de stations d'épuration communales
dans le bassin Seine-Normandie.



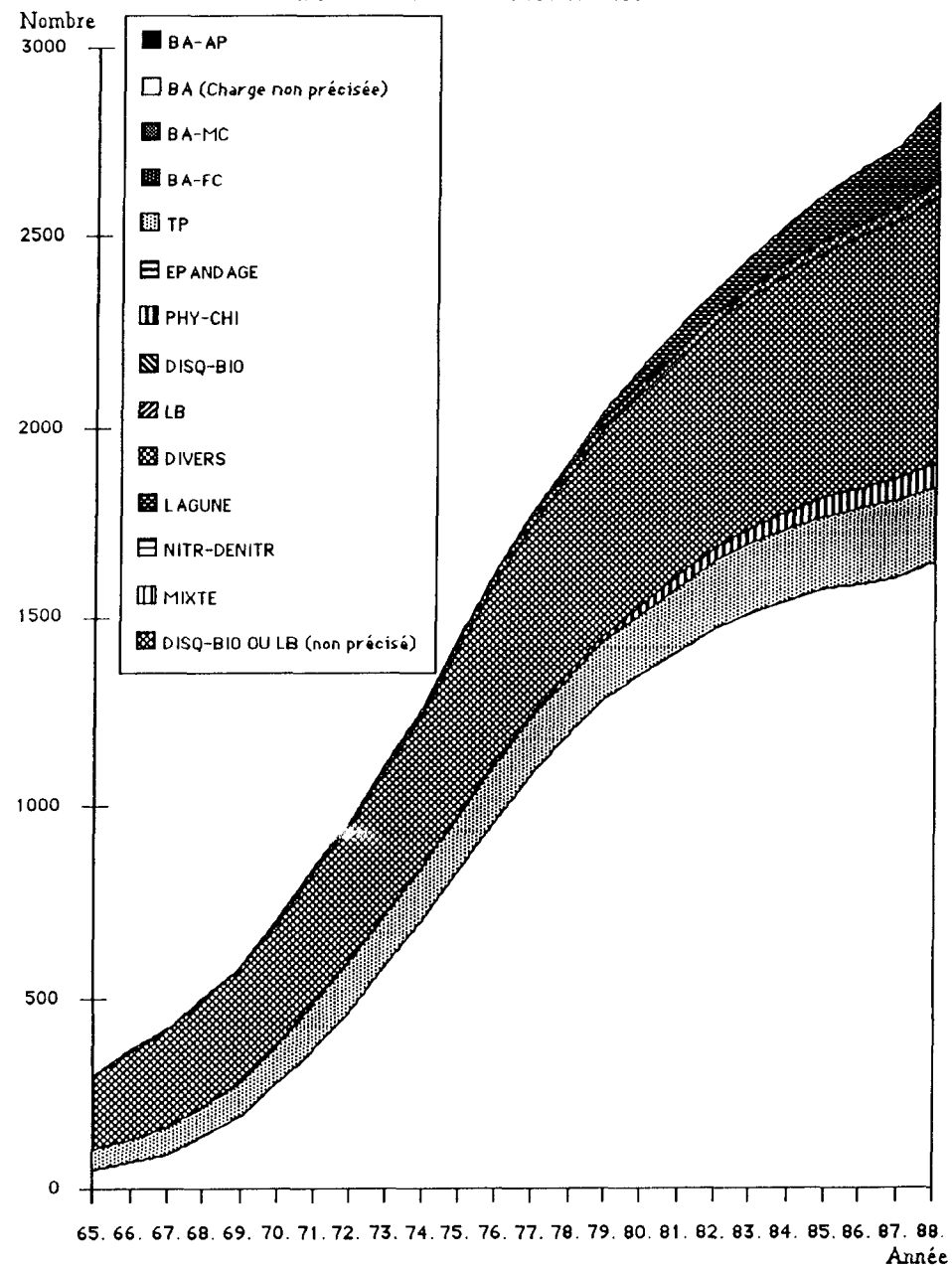
Évolution du parc de stations d'épuration communales
dans le bassin Loire-Bretagne.



Évolution du parc de stations d'épuration communales
dans le bassin Adour-Garonne.



Évolution du parc de stations d'épuration communales
dans le bassin Rhone-Méditerranée-Corse.



ANNEXE 15

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : toutes capacités confondues

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]0 , 250]

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]250 , 500]

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]500 , 1.000]

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]1.000 , 2.500]

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]2.500 , 5.000]

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]5.000 , 10.000]

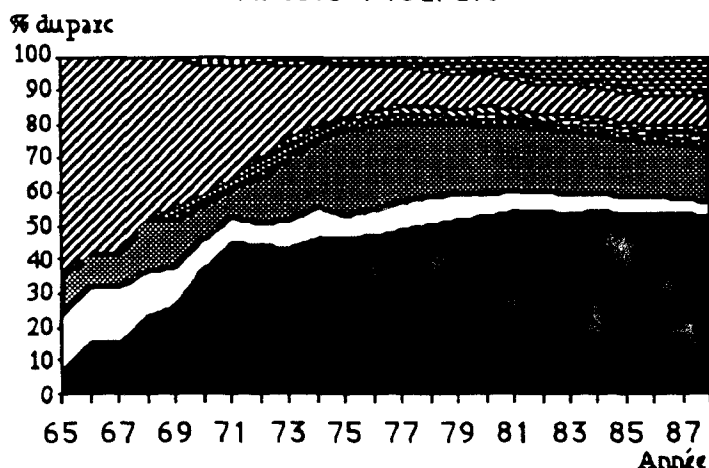
Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]10.000 , 20.000]

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) : Plus de 20.000

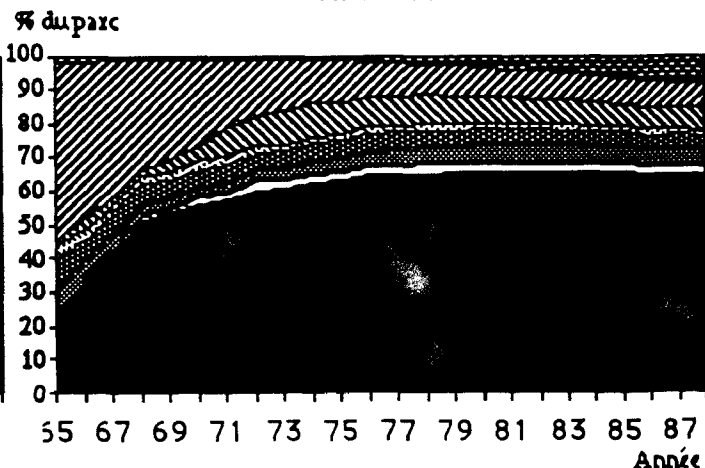
Nombre de stations d'épuration mises en service en fonction de la date selon les techniques utilisées.

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs
des différents bassins français : toutes capacités confondues.

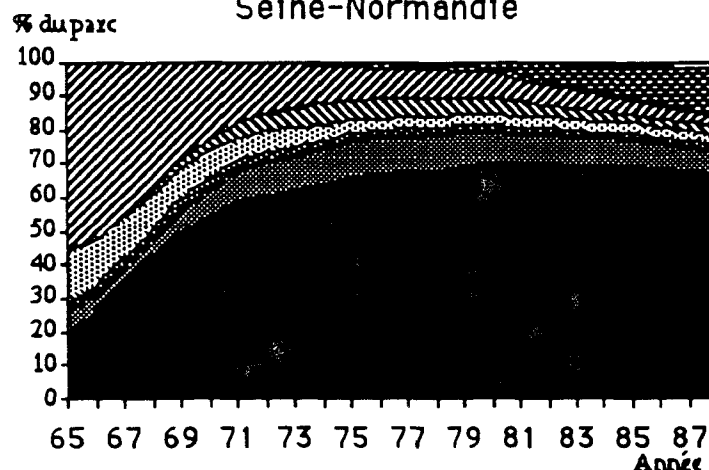
Artois-Picardie



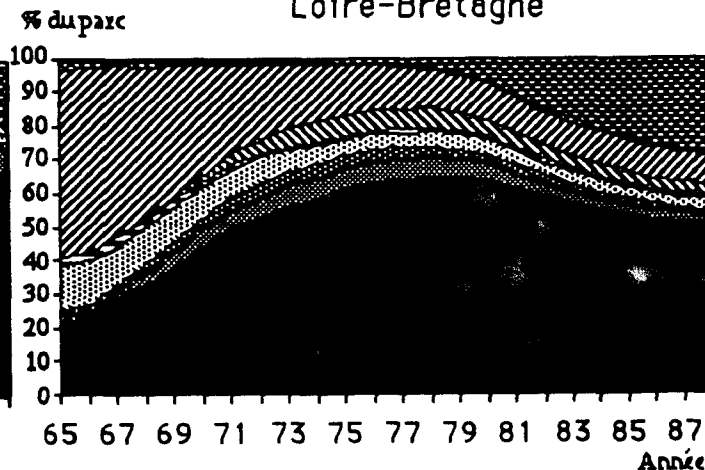
Rhin-Meuse



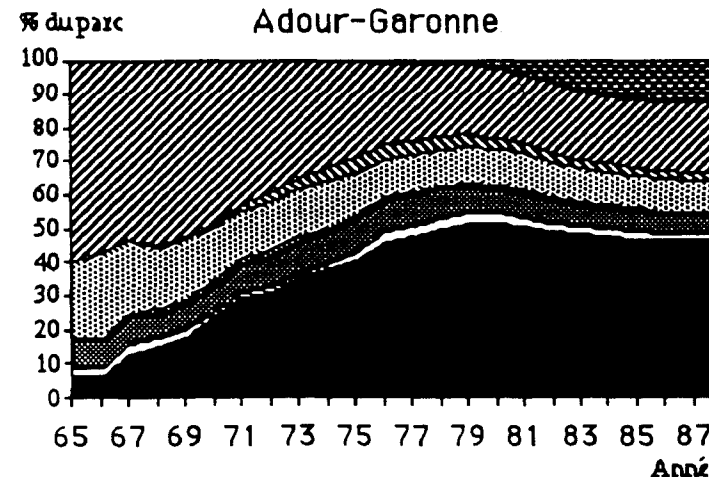
Seine-Normandie



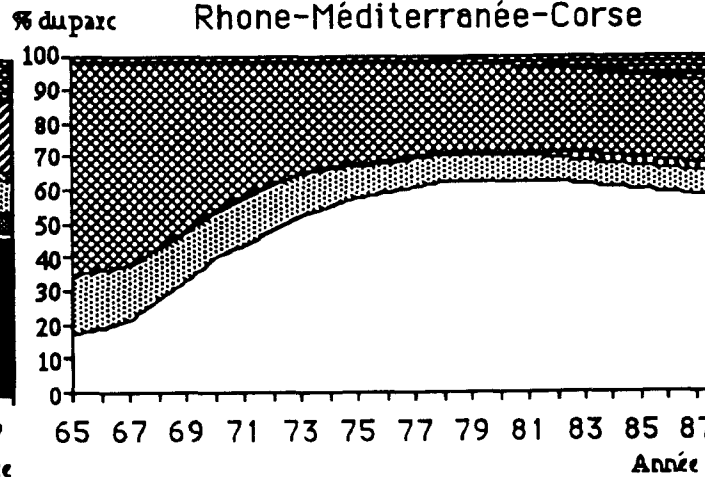
Loire-Bretagne



Adour-Garonne



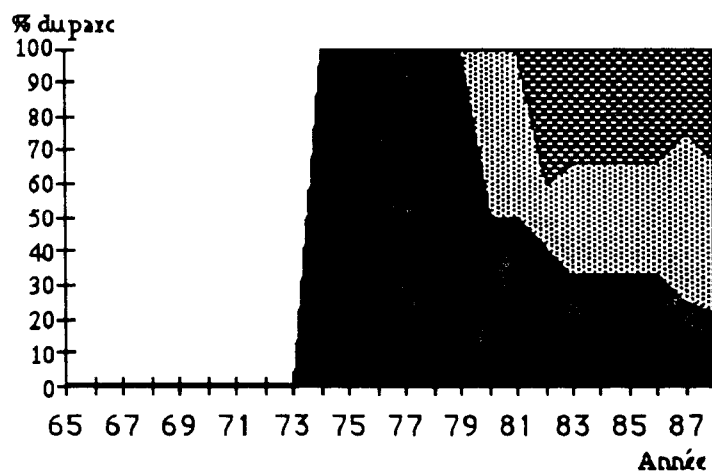
Rhone-Méditerranée-Corse



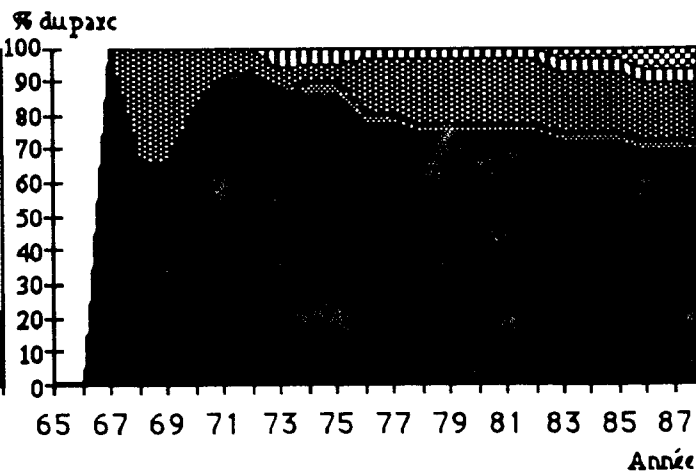
BA-AP	BA (Charge non précisée)	BA-MC	BA-FC	TP
EPANDAGE	PHY-CHI	DISQ-BIO	LB	DIVERS
LAGUNE	NITR-DENITR	MIXTE	DISQ-BIO OU LB (non précisé)	

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]0 , 250].

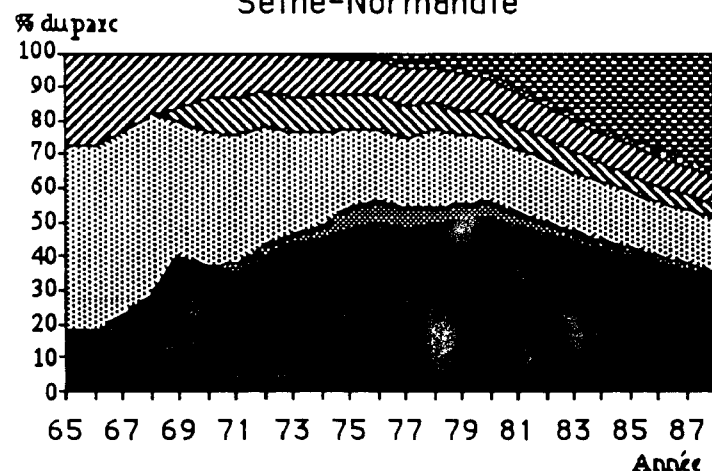
Artois-Picardie



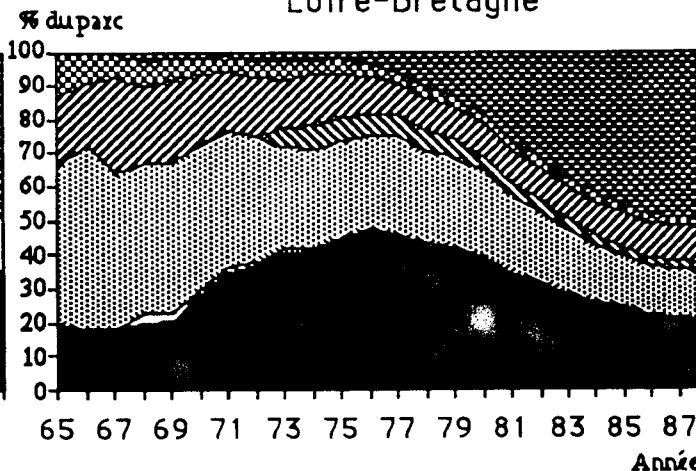
Rhin-Meuse



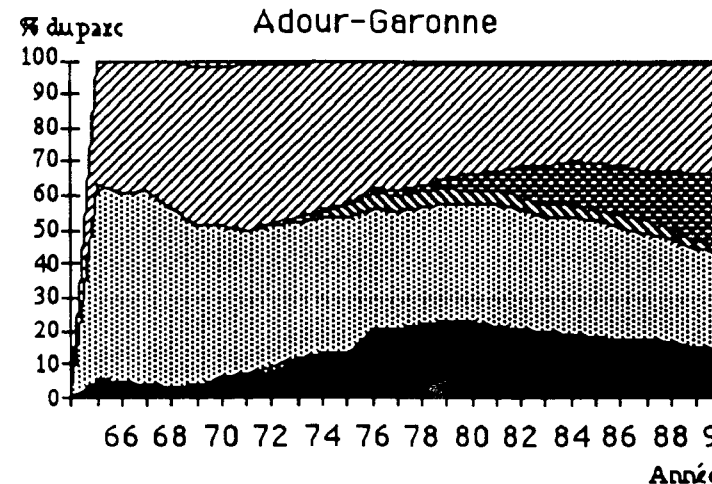
Seine-Normandie



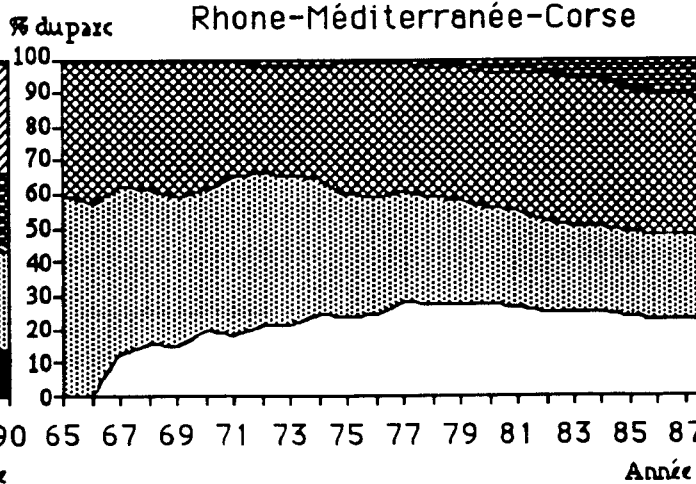
Loire-Bretagne



Adour-Garonne

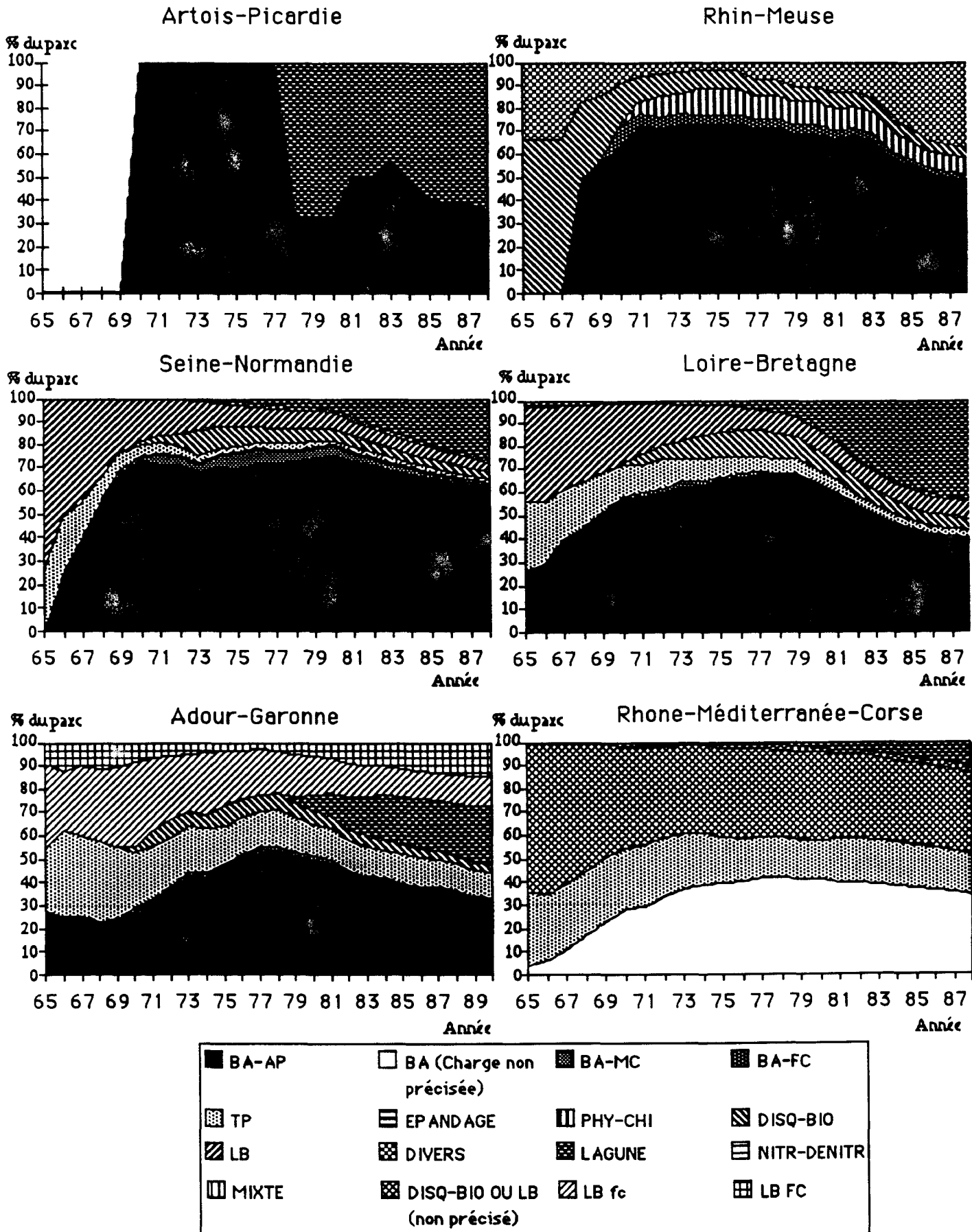


Rhone-Méditerranée-Corse



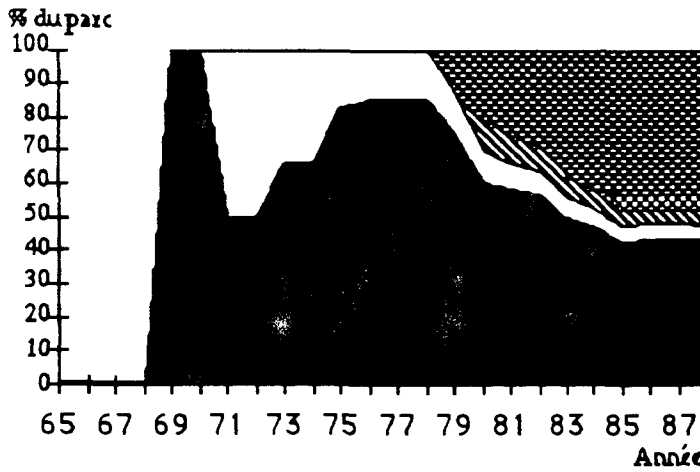
■ BA-AP	□ BA (Charge non précisée)	■ BA-MC	■ BA-FC
▤ TP	▤ EP AND AGE	▤ PHY-CHI	▤ DISQ-BIO
▤ LB	▤ DIVERS	▤ LAGUNE	▤ NITR-DENITR
▤ MIXTE	▤ DISQ-BIO OU LB (non précisé)	▤ LB fc	▤ LB FC

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]250 , 500].

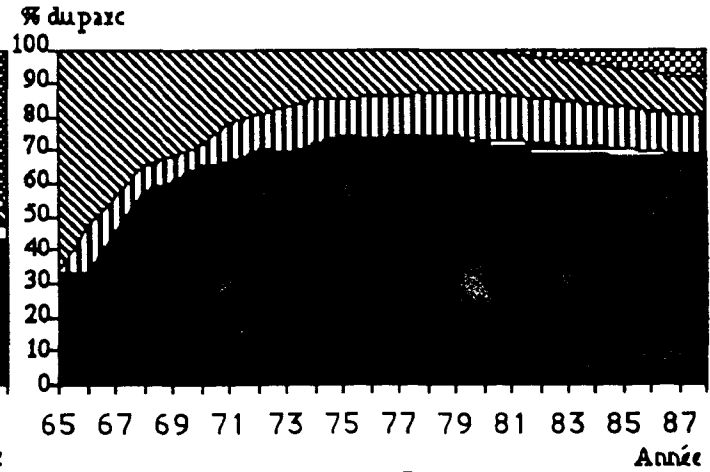


Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]500 , 1.000].

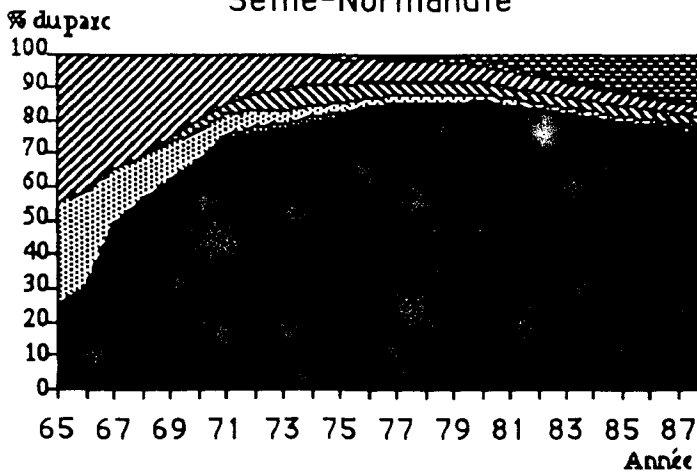
Artois-Picardie



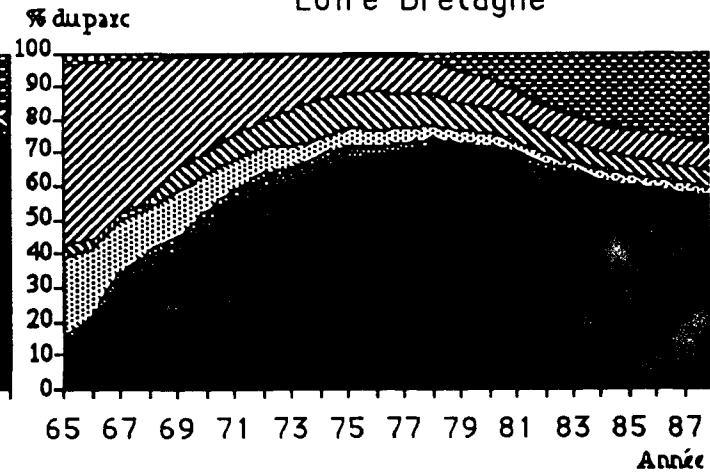
Rhin-Meuse



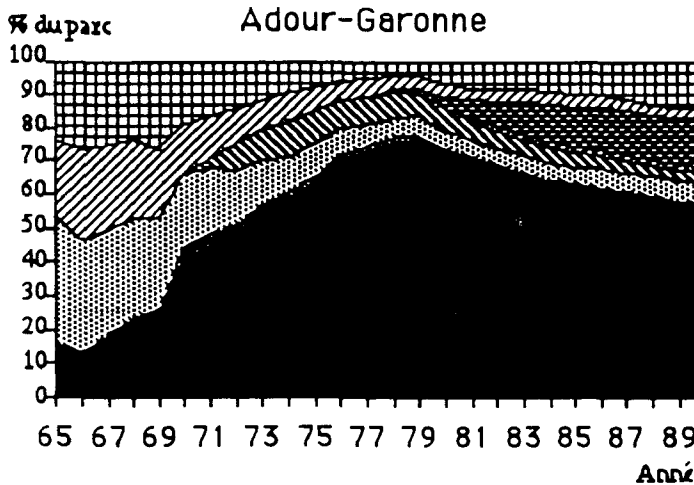
Seine-Normandie



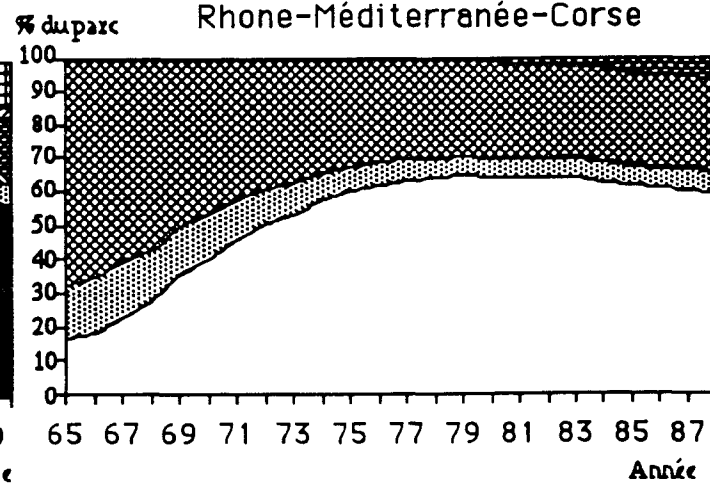
Loire-Bretagne



Adour-Garonne



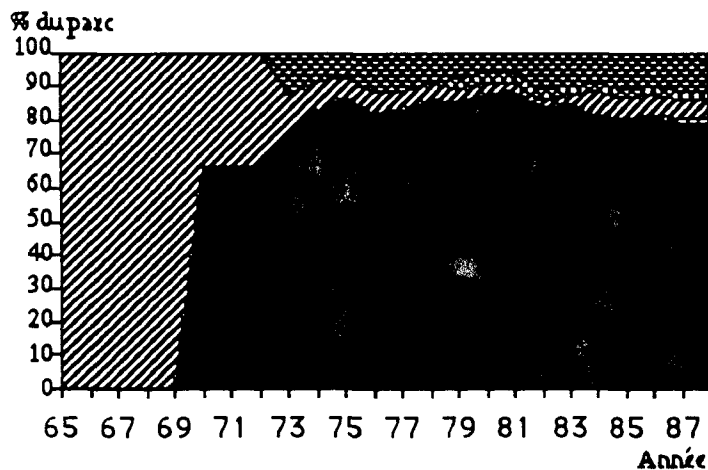
Rhone-Méditerranée-Corse



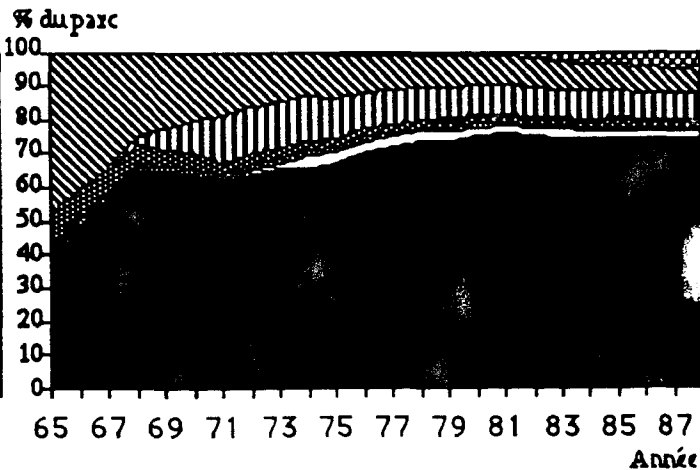
■ BA-AP	□ BA (Charge non précisée)	■ BA-MC	■ BA-FC
▨ TP	▨ EPANDAGE	▨ PHY-CHI	▨ DISQ-BIO
▨ LB	▨ DIVERS	▨ LAGUNE	▨ NITR-DENITR
▨ MIXTE	▨ DISQ-BIO OU LB (non précisé)	▨ LB fc	▨ LB FC

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]1.000 , 2.500]

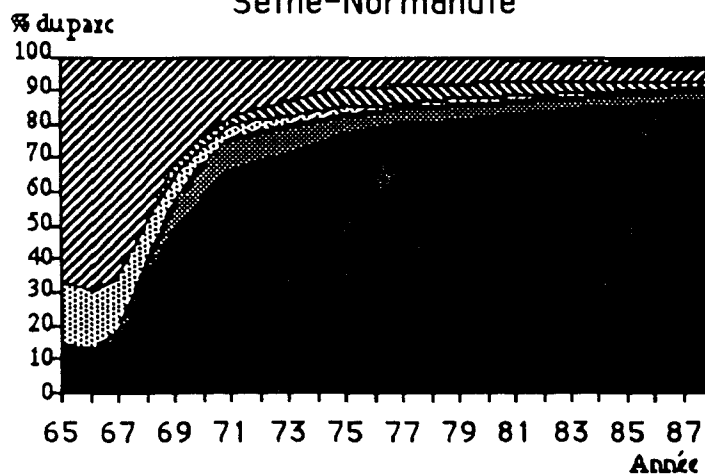
Artois-Picardie



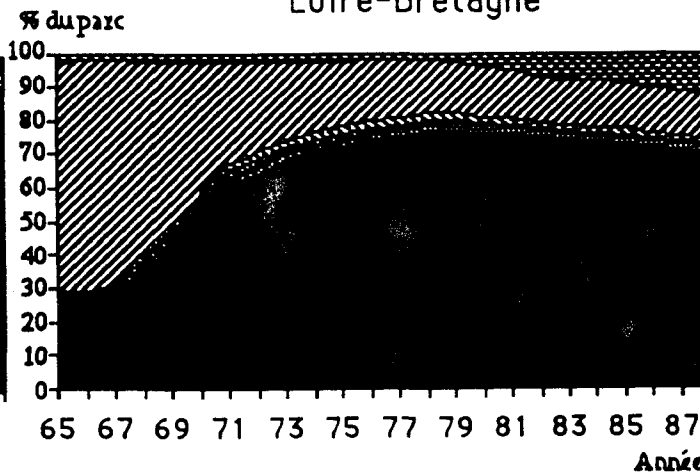
Rhin-Meuse



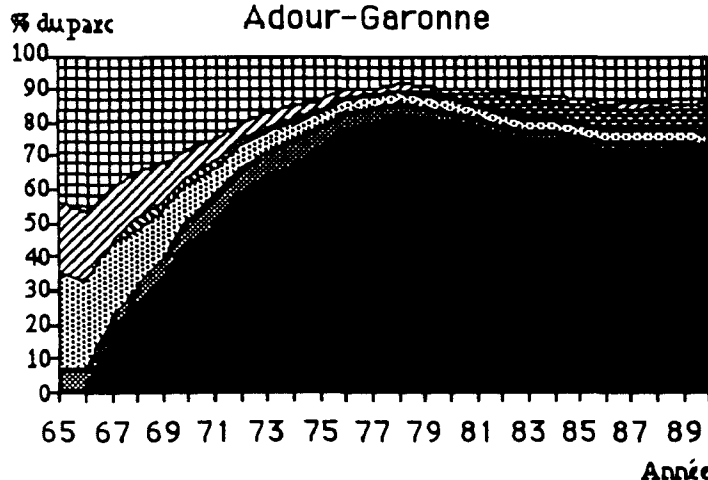
Seine-Normandie



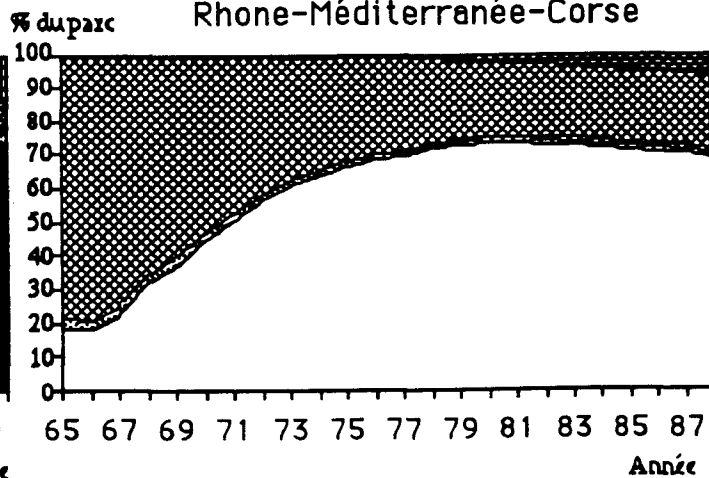
Loire-Bretagne



Adour-Garonne



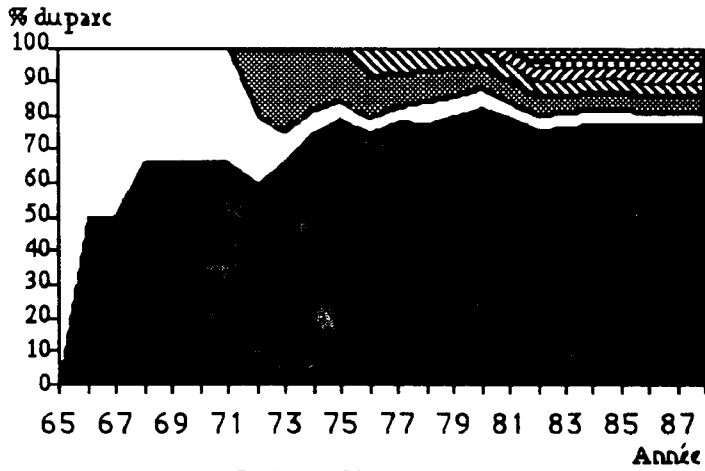
Rhone-Méditerranée-Corse



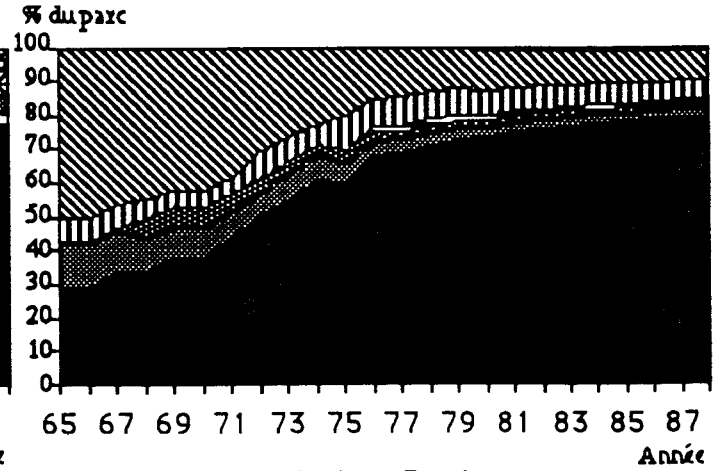
■ BA-AP	□ BA (Charge non précisée)	■ BA-MC	■ BA-FC
▨ TP	▨ EPANDAGE	▨ PHY-CHI	▨ DISQ-BIO
▨ LB	▨ DIVERS	▨ LAGUNE	▨ NITR-DENITR
▨ MIXTE	▨ DISQ-BIO OU LB (non précisé)	▨ LB fc	▨ LB FC

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins
français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]2.500 , 5.000]

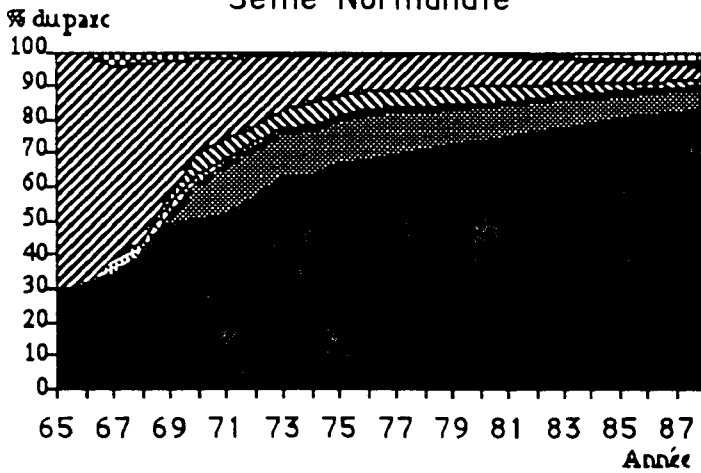
Artois-Picardie



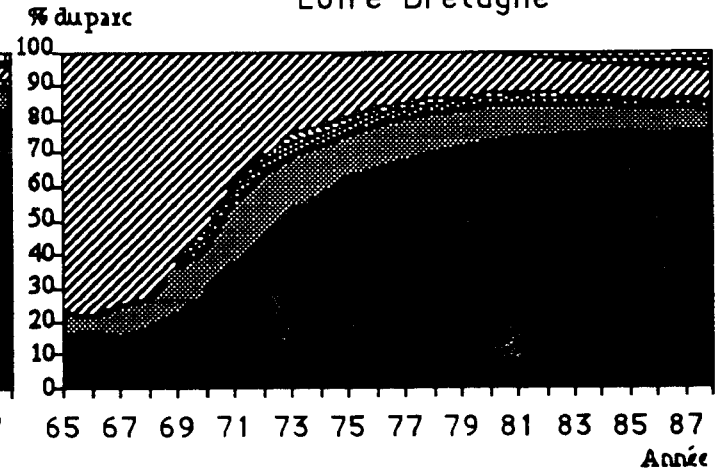
Rhin-Meuse



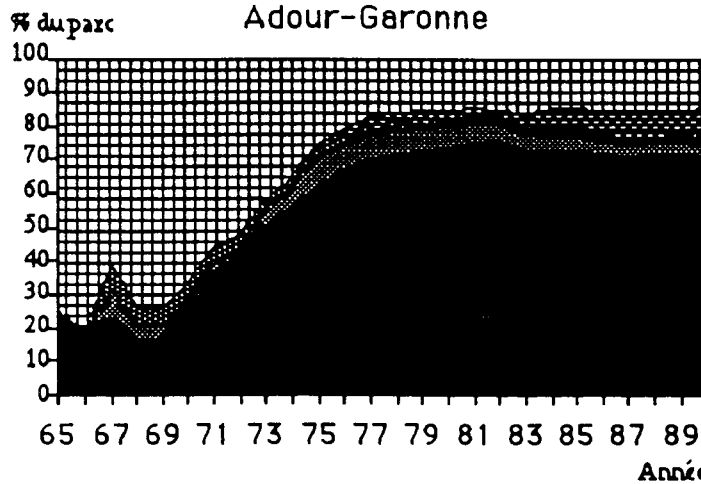
Seine-Normandie



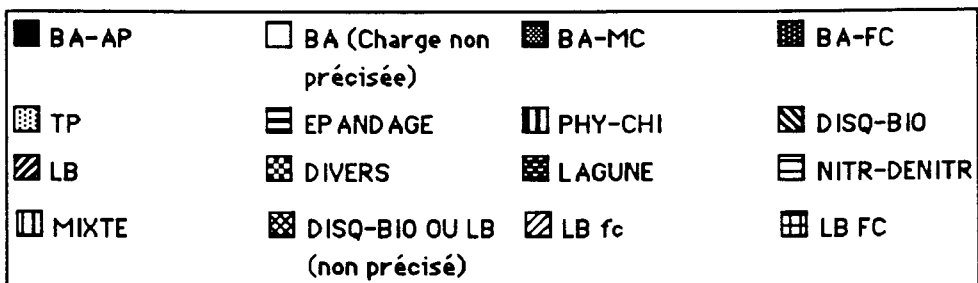
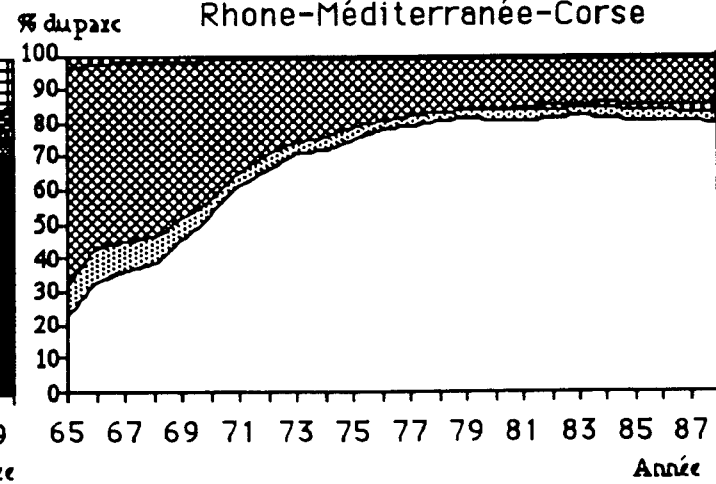
Loire-Bretagne



Adour-Garonne

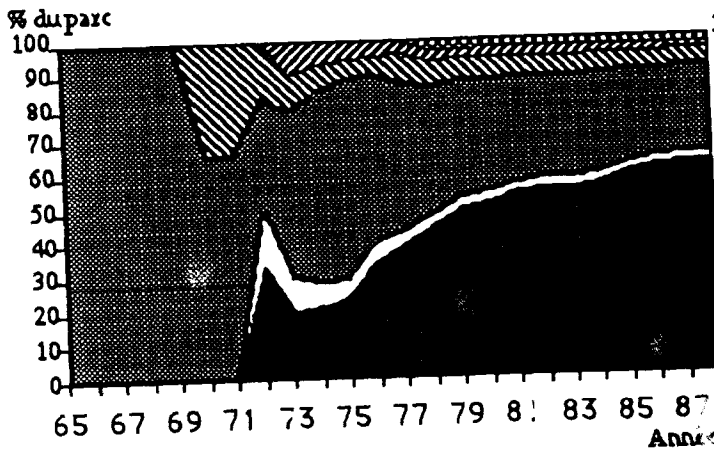


Rhone-Méditerranée-Corse

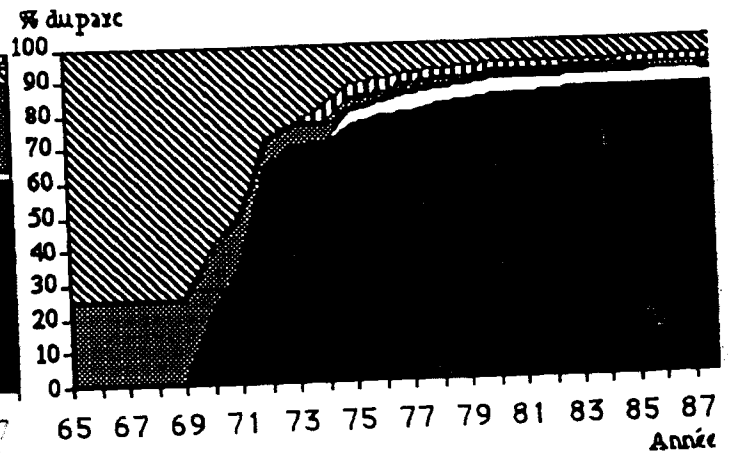


Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins
français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]5.000 , 10.000]

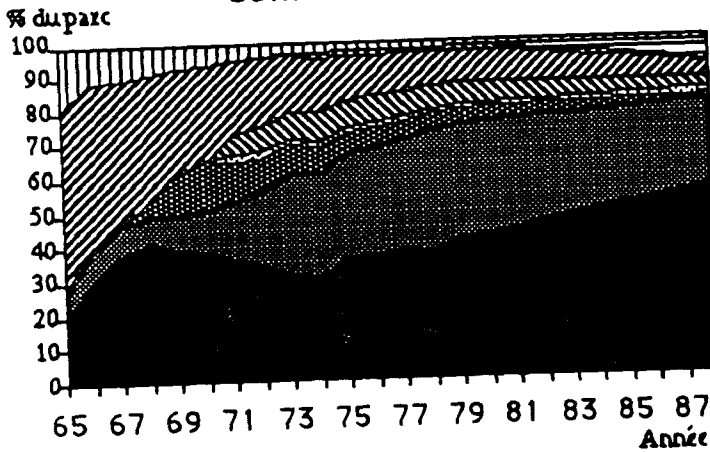
Artois-Picardie



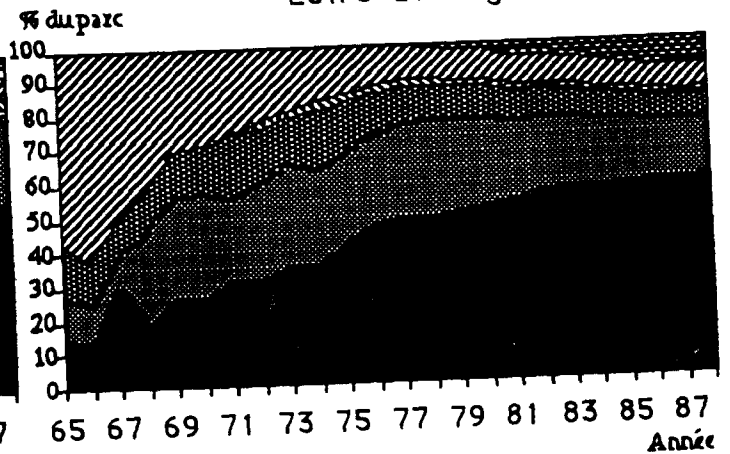
Rhin-Meuse



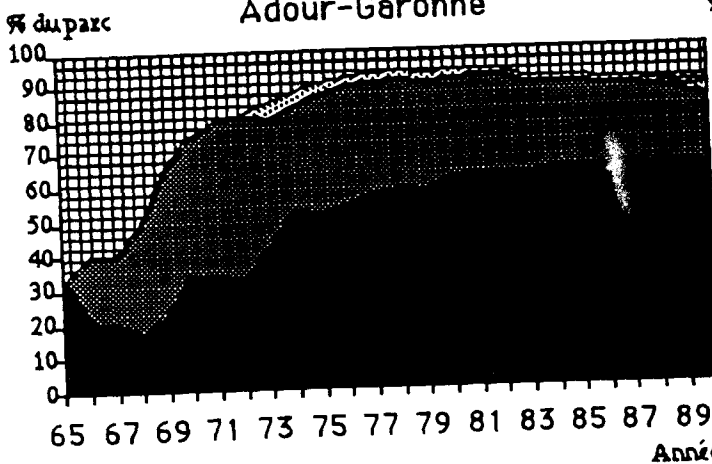
Seine-Normandie



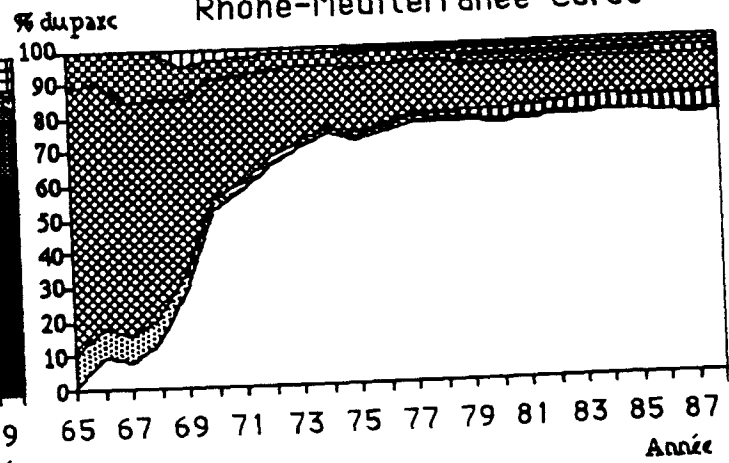
Loire-Bretagne



Adour-Garonne



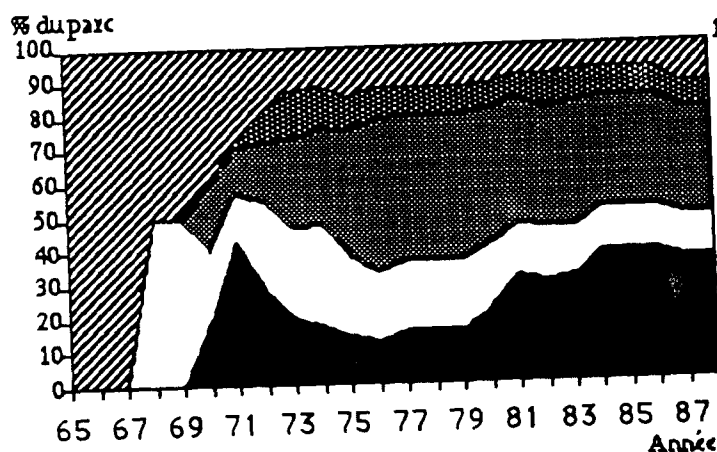
Rhone-Méditerranée-Corse



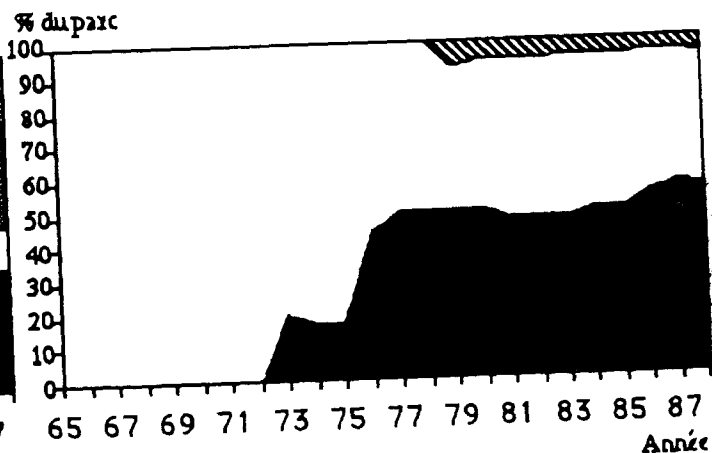
■ BA-AP	□ BA (Charge non précisée)	■ BA-MC	■ BA-FC
▨ TP	▨ EPANDAGE	▨ PHY-CHI	▨ DISQ-BIO
▨ LB	▨ DIVERS	▨ LAGUNE	▨ NITR-DENITR
▨ MIXTE	▨ DISQ-BIO OU LB (non précisé)	▨ LB fc	▨ LB FC

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]10.000 , 20.000]

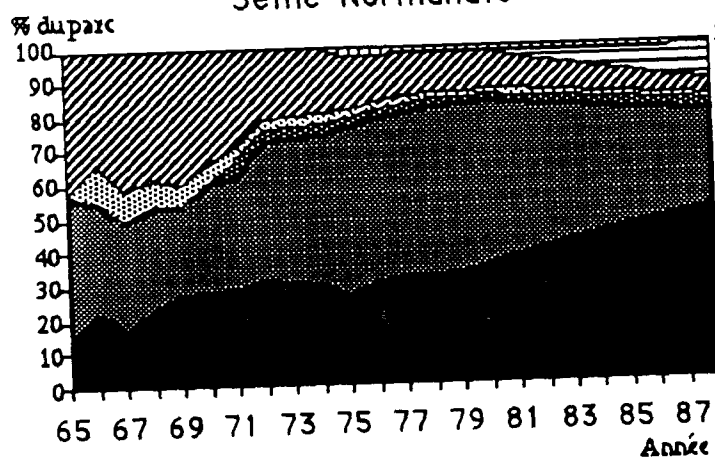
Artois-Picardie



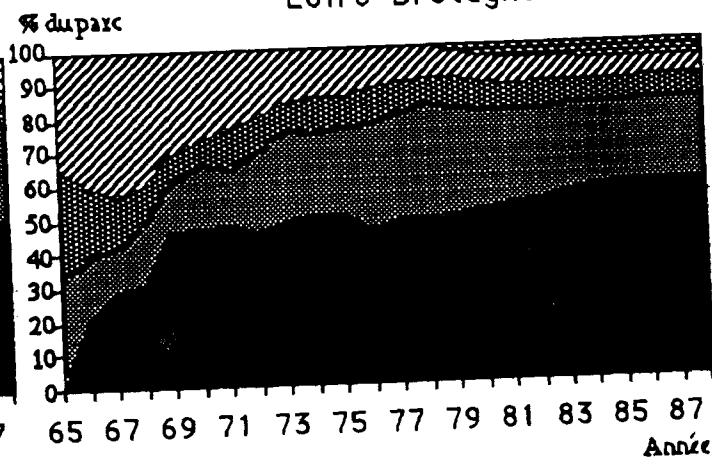
Rhin-Meuse



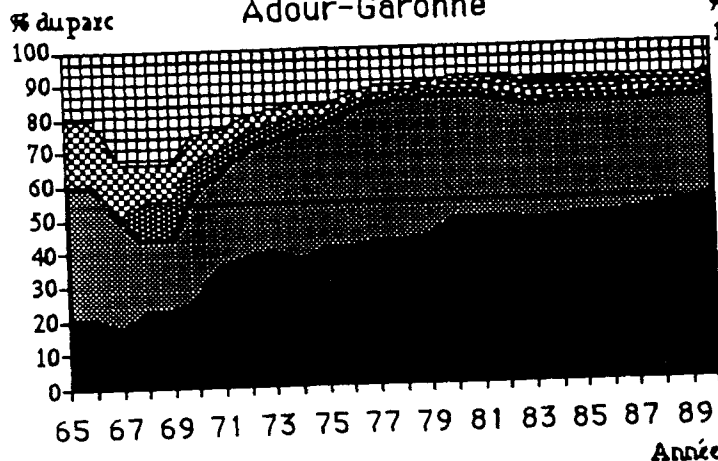
Seine-Normandie



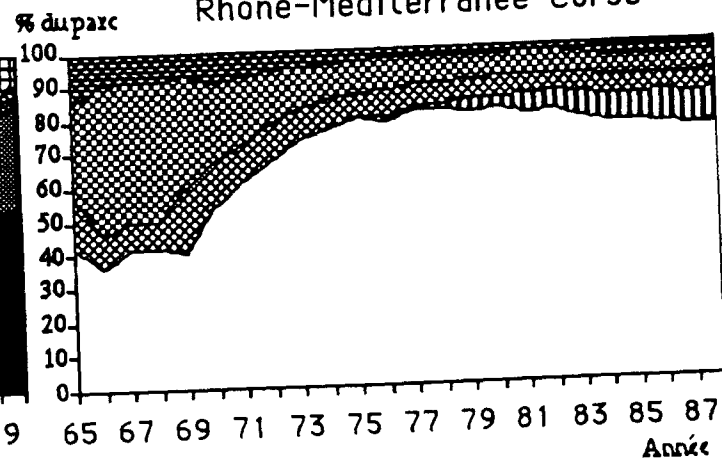
Loire-Bretagne



Adour-Garonne

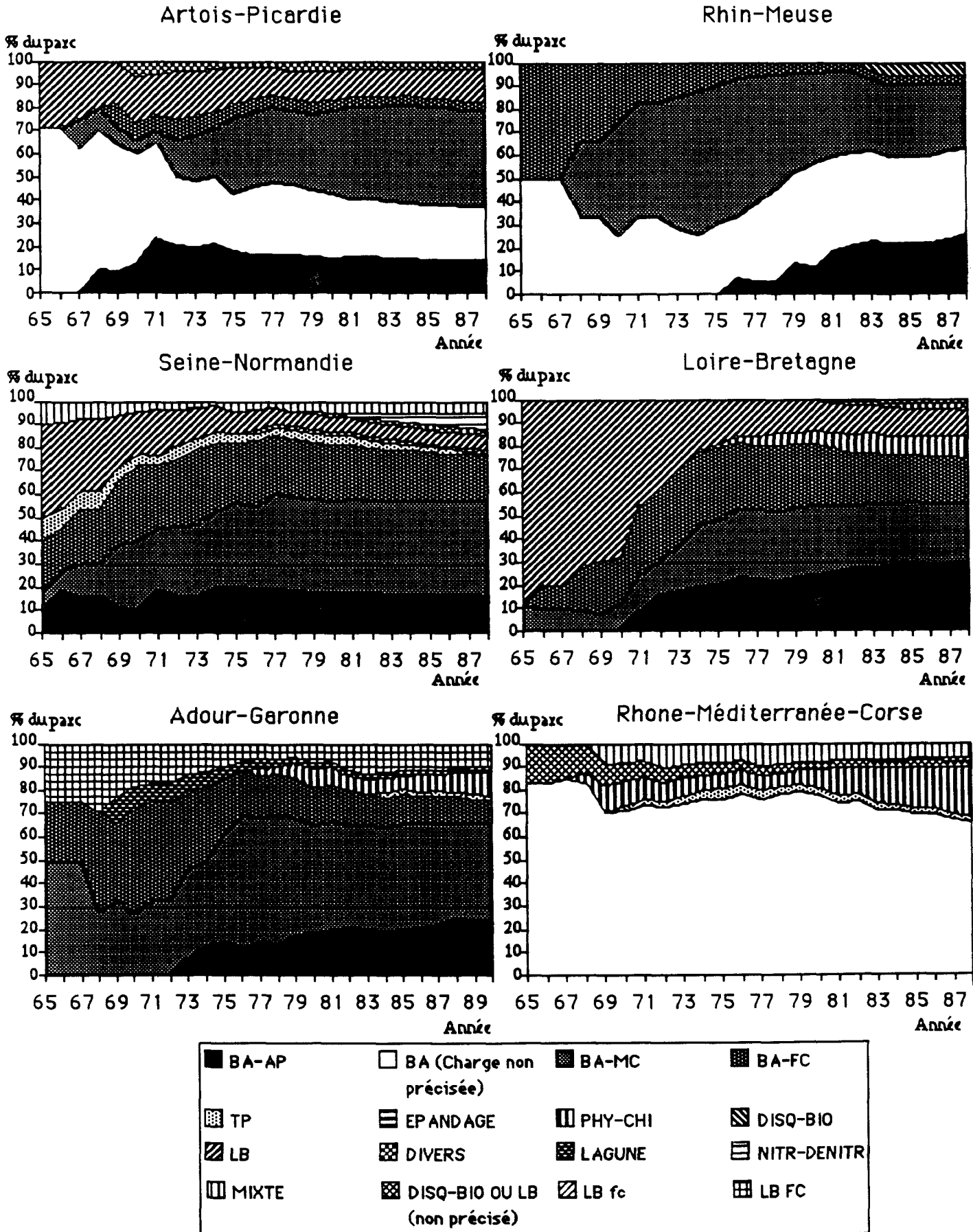


Rhone-Méditerranée-Corse



■ BA-AP	□ BA (Charge non précisée)	■ BA-MC	■ BA-FC
■ TP	■ EP AND AGE	■ PHY-CHI	■ DISQ-BIO
■ LB	■ DIVERS	■ LAGUNE	■ NITR-DENITR
■ MIXTE	■ DISQ-BIO OU LB (non précisé)	■ LB fc	■ LB FC

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français : tranche de capacité (Eq.-Hab.) : Plus de 20.000



AGENCE DE BASSIN

ARTOIS-PICARDIE

RHIN-MEUSE

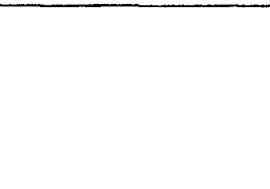
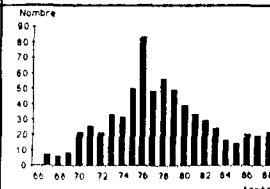
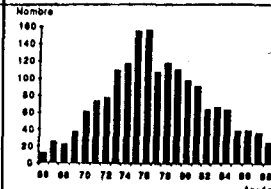
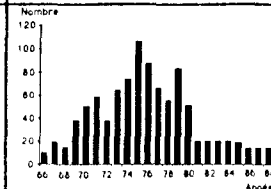
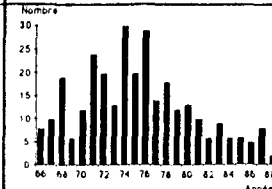
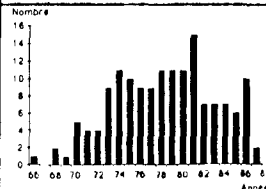
SEINE-NORMANDIE

LOIRE-BRETAGNE

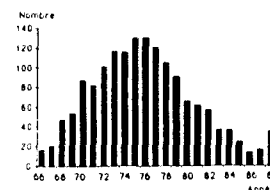
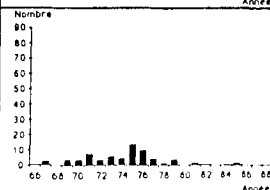
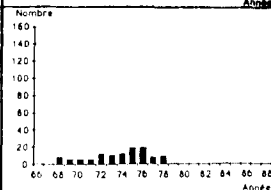
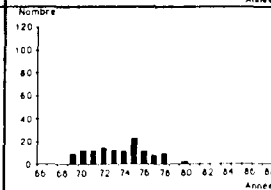
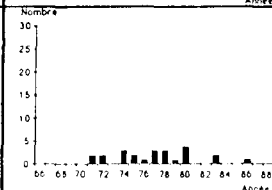
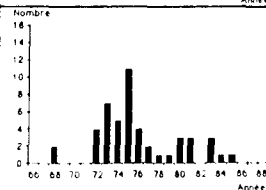
ADOUR-GARONNE

R-M-G

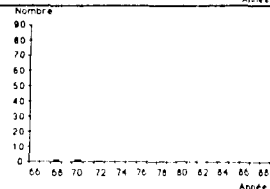
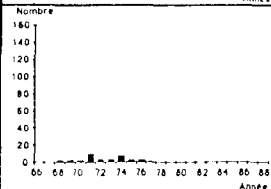
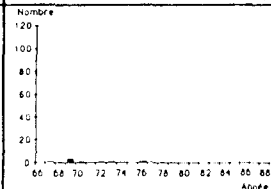
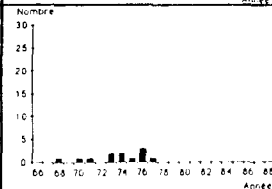
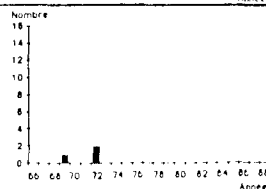
BOUES ACTIVEES
AERATION PROLONGEE



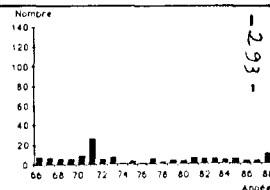
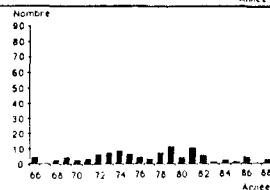
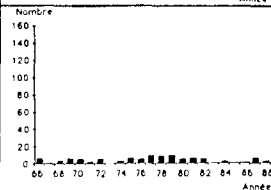
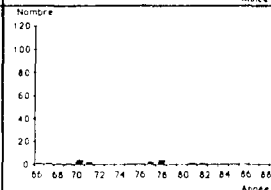
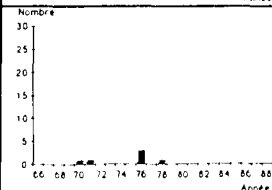
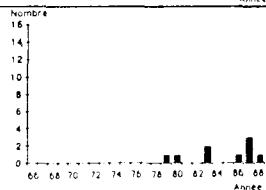
BOUES ACTIVEES
MOYENNE CHARGE



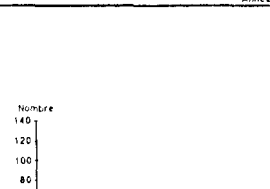
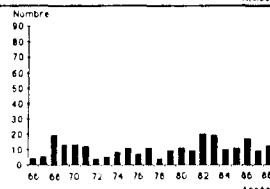
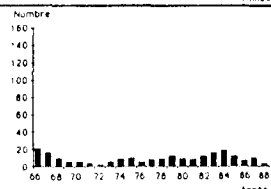
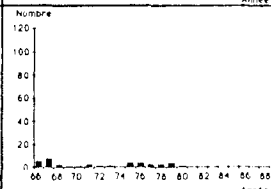
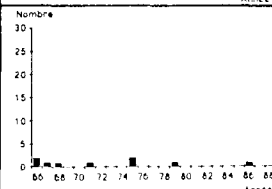
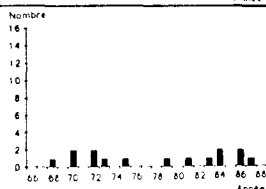
BOUES ACTIVEES
FORTE CHARGE



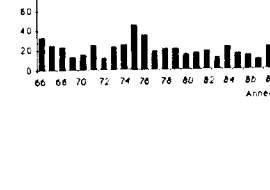
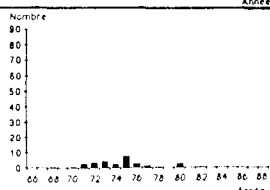
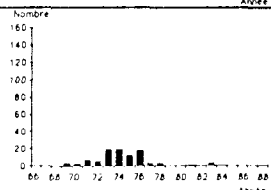
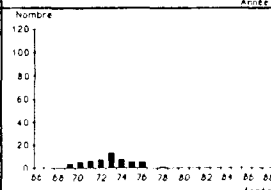
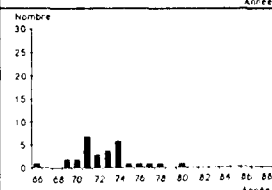
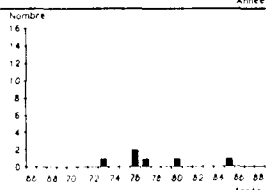
TRAITEMENT PRIMAIRE



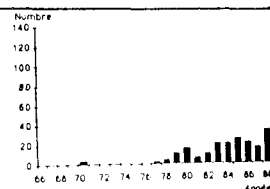
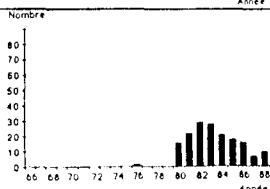
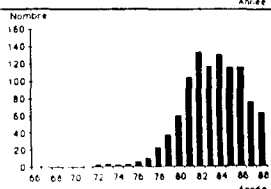
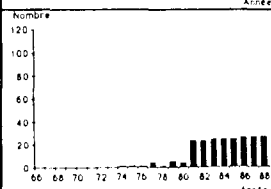
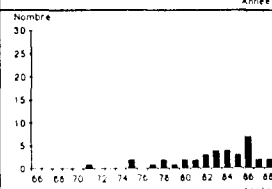
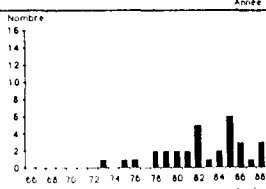
LITS BACTERIENS



DISQUES BIOLOGIQUES



LAGUNES



ANNEXE 16

Carte 2 : Nombre de stations d'épuration communales selon les départements à la date du 01/01/1989.

Carte 3 : Pourcentage de boues activées (aération prolongée, moyenne charge ou forte charge) selon les départements à la date du 01/01/1989.

Carte 4 : Pourcentage de boues activées aération prolongée, selon les départements à la date du 01/01/1989.

Carte 5 : Pourcentage de boues activées moyenne charge selon les départements à la date du 01/01/1989.

Carte 6 : Pourcentage de boues activées forte charge selon les départements à la date du 01/01/1989.

Carte 7 : Pourcentage de lagunes selon les départements à la date du 01/01/1989.

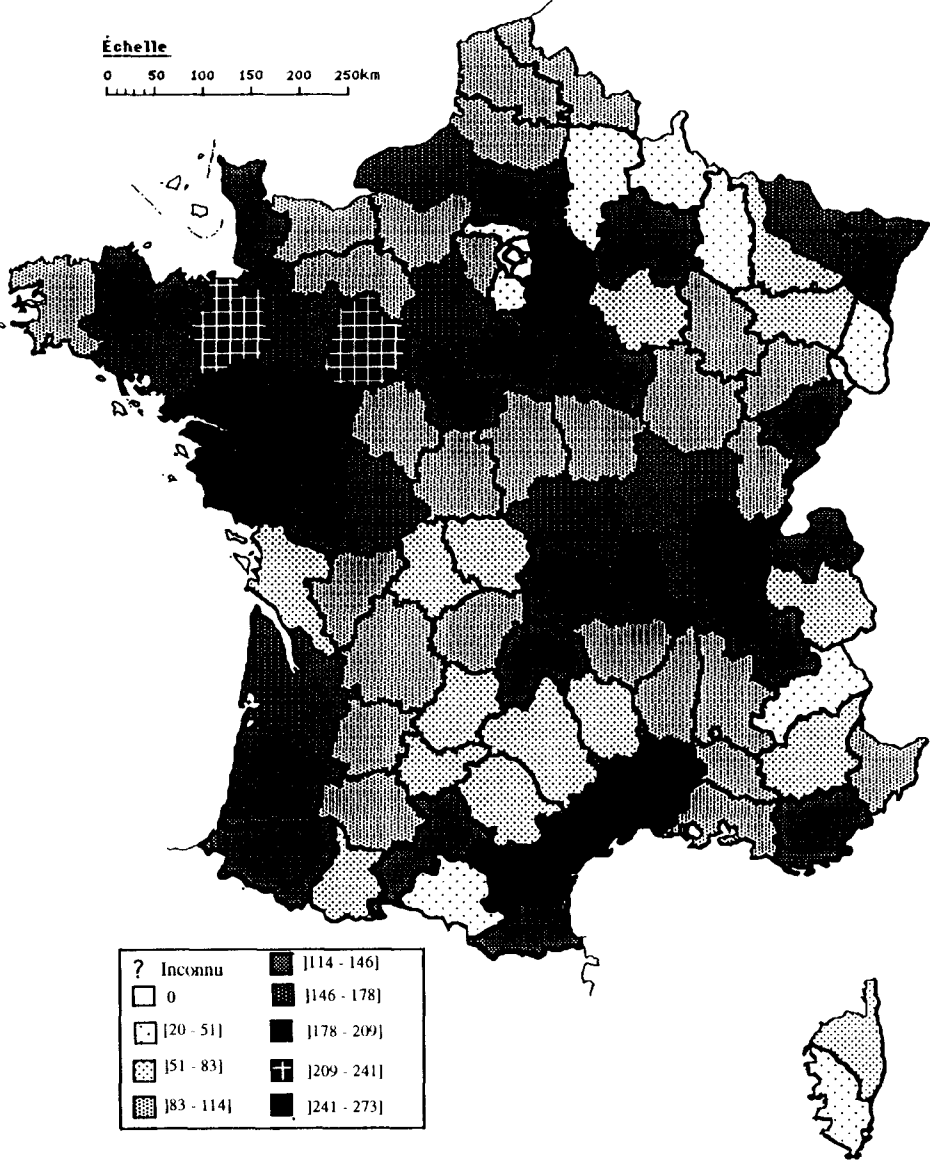
Carte 8 : Pourcentage des filières lits bactériens et disques biologiques selon les départements à la date du 01/01/1989.

Carte 9 : Pourcentage de lits bactériens selon les départements à la date du 01/01/1989.

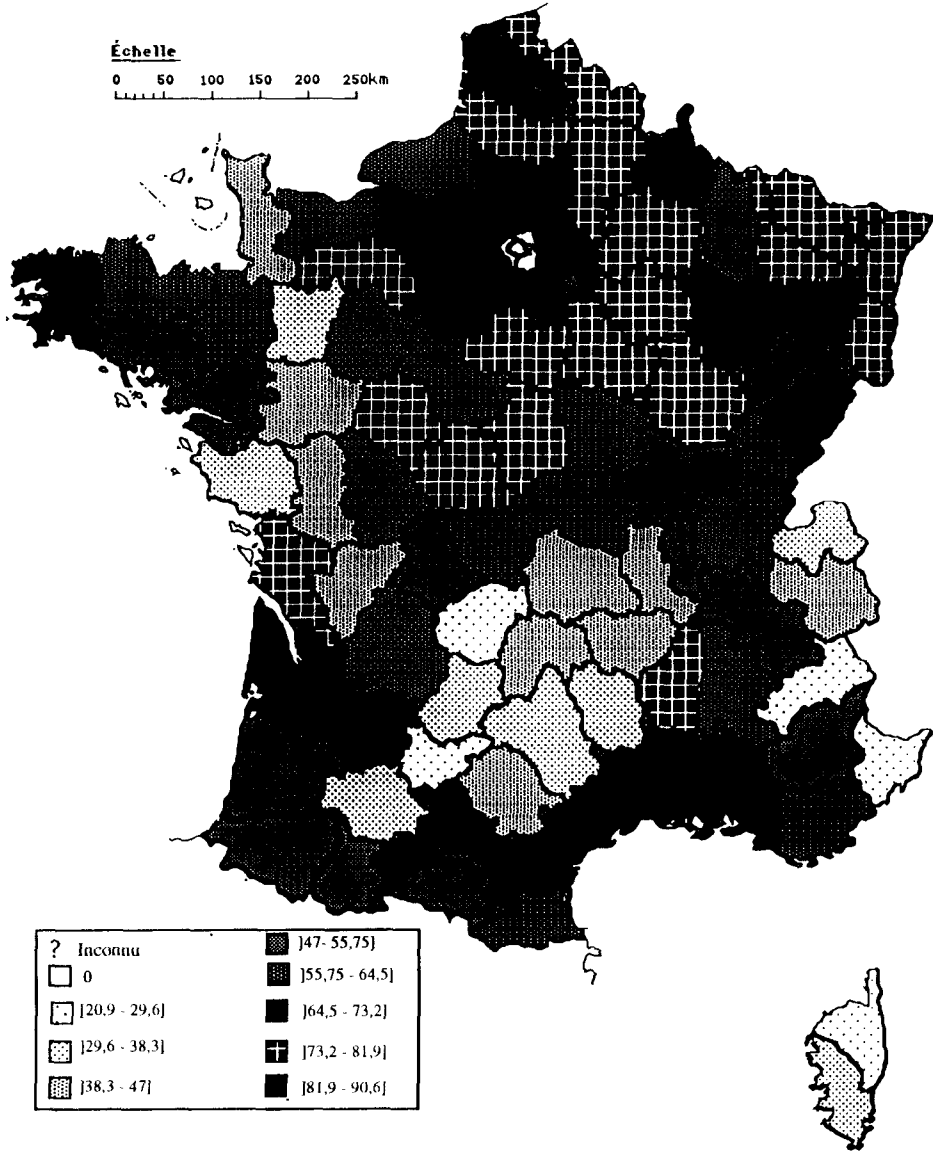
Carte 10 : Pourcentage de disques biologiques selon les départements à la date du 01/01/1989.

Carte 11 : Pourcentage de traitements primaires selon les départements à la date du 01/01/1989.

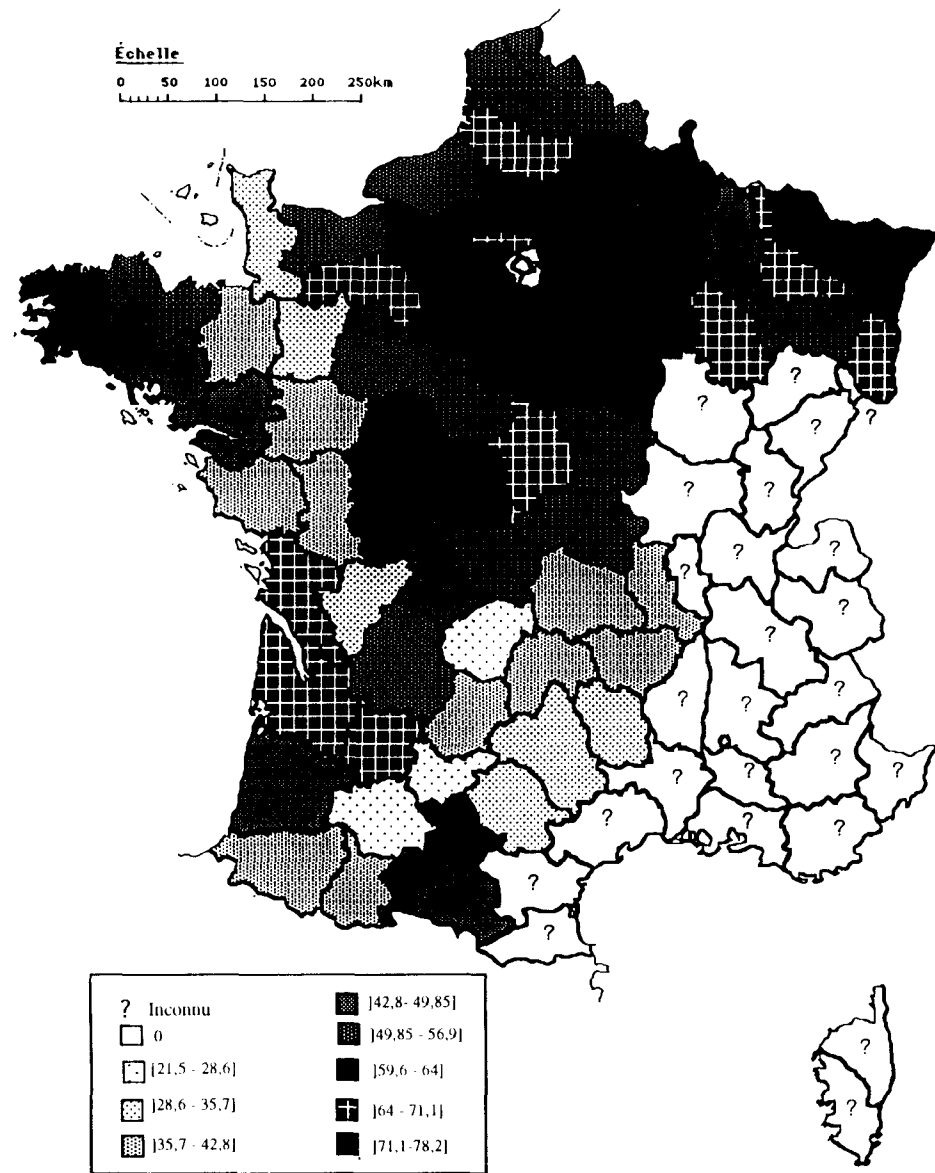
Carte 2 : Nombre de stations d'épuration communales selon les départements
à la date du 01/01/1989 (résultats du dépouillement des listings des Agences de l'Eau).



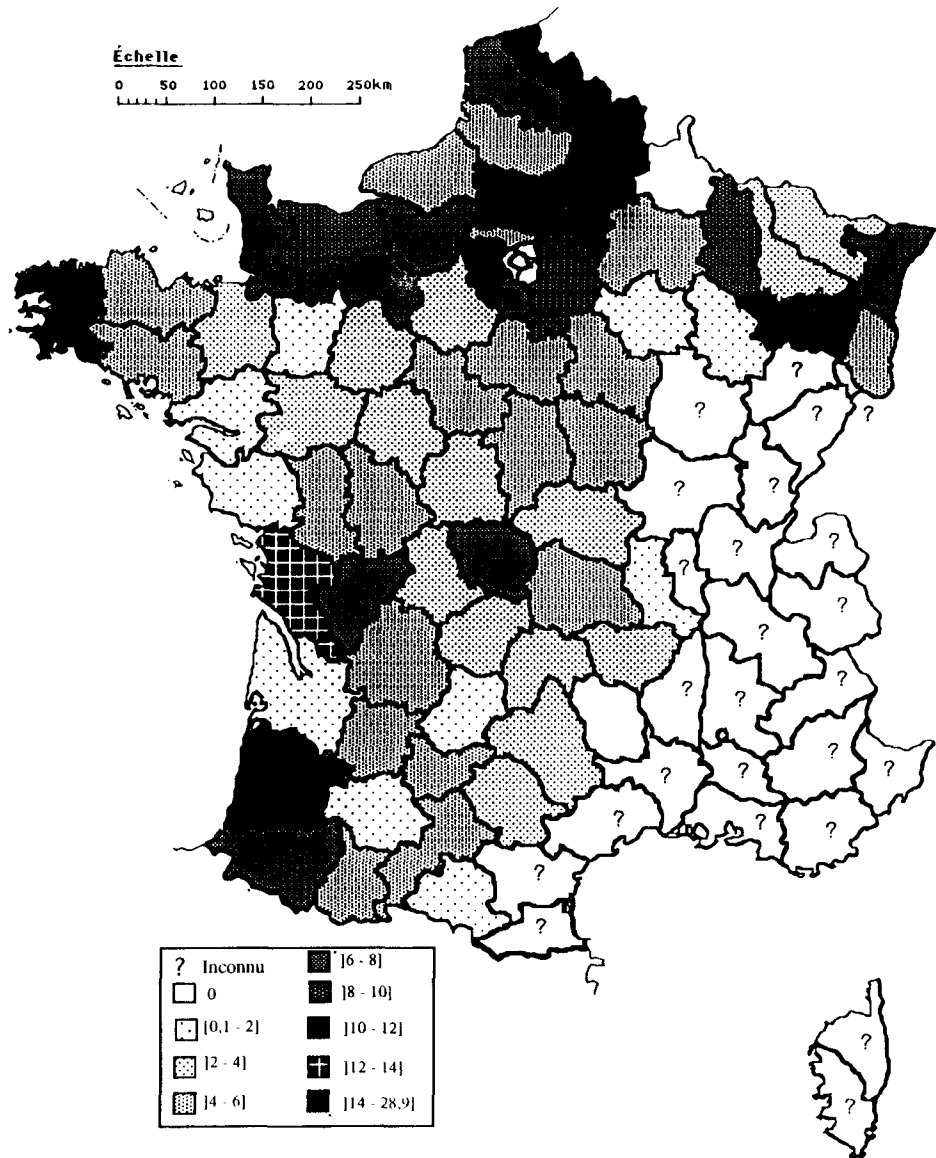
Carte 3 : Pourcentage de boues activées (aération prolongée, moyenne charge ou forte charge) selon les départements à la date du 01/01/1989 (résultats du dépouillement des listings des Agences de l'Eau).



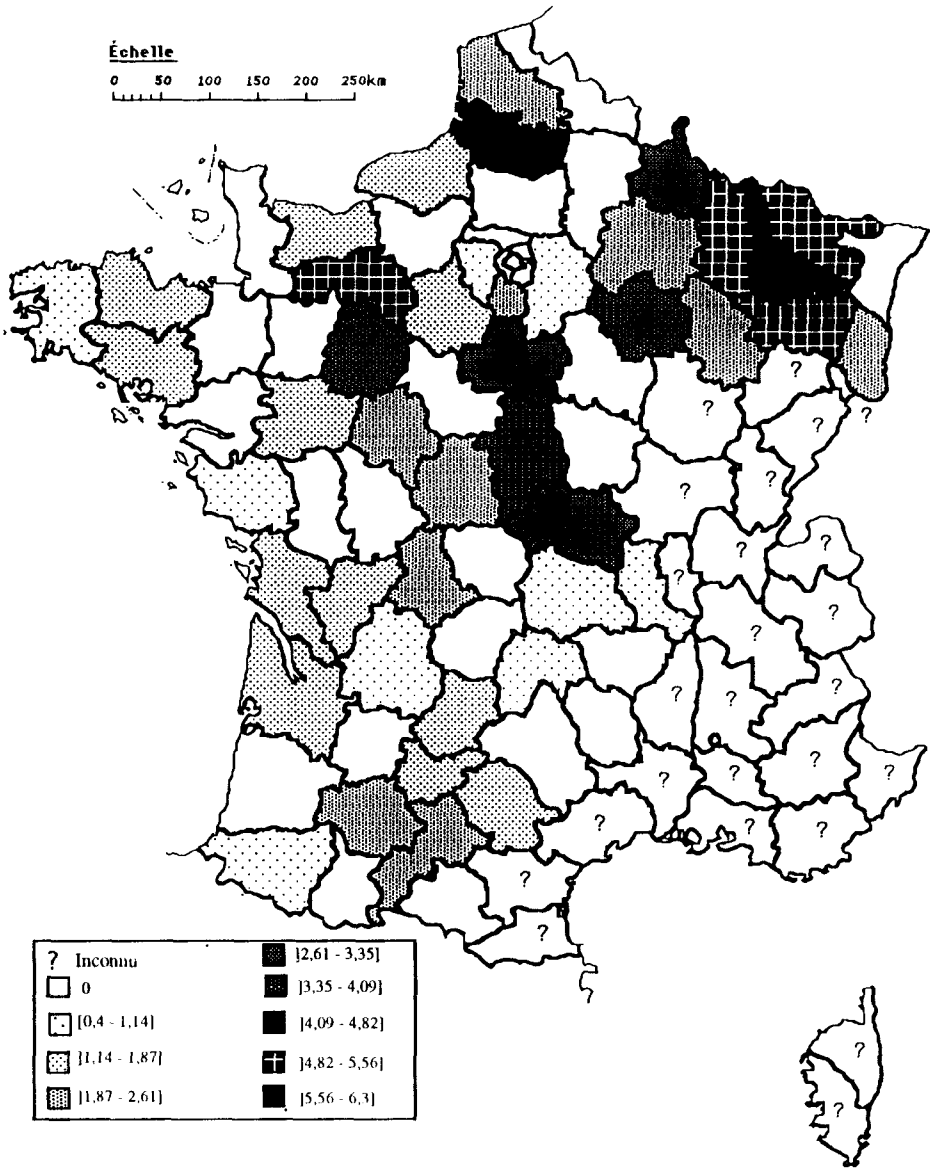
Carte 4 : Pourcentage de boues activées aération prolongée, selon les départements à la date du 01/01/1989 (résultats du dépouillement des listings des Agences de l'Eau).



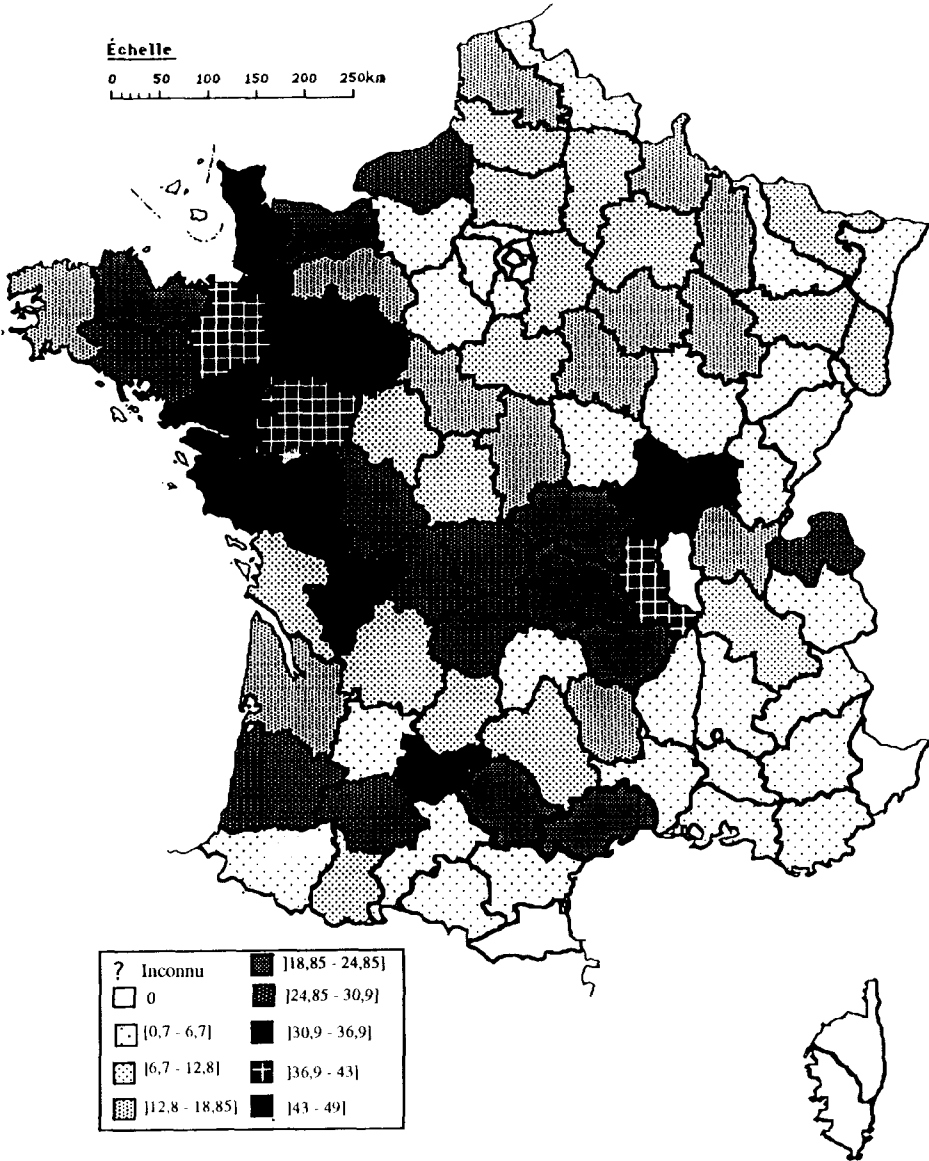
Carte 5 : Pourcentage de boues activées moyenne charge selon les départements à la date du 01/01/1989 (résultats du dépouillement des listings des Agences de l'Eau).



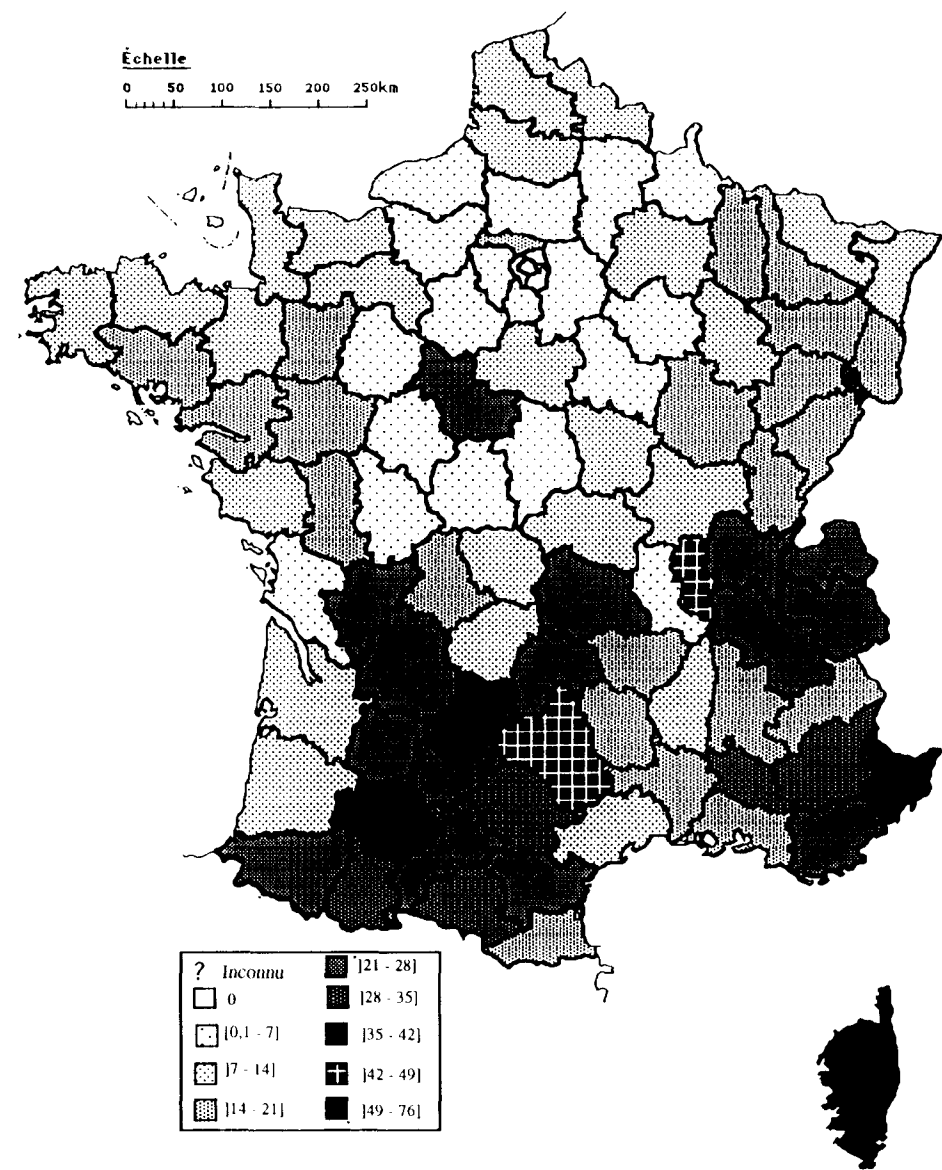
Carte 6 : Pourcentage de boues activées forte charge selon les départements à la date du 01/01/1989 (résultats du dépouillement des listings des Agences de l'Eau).



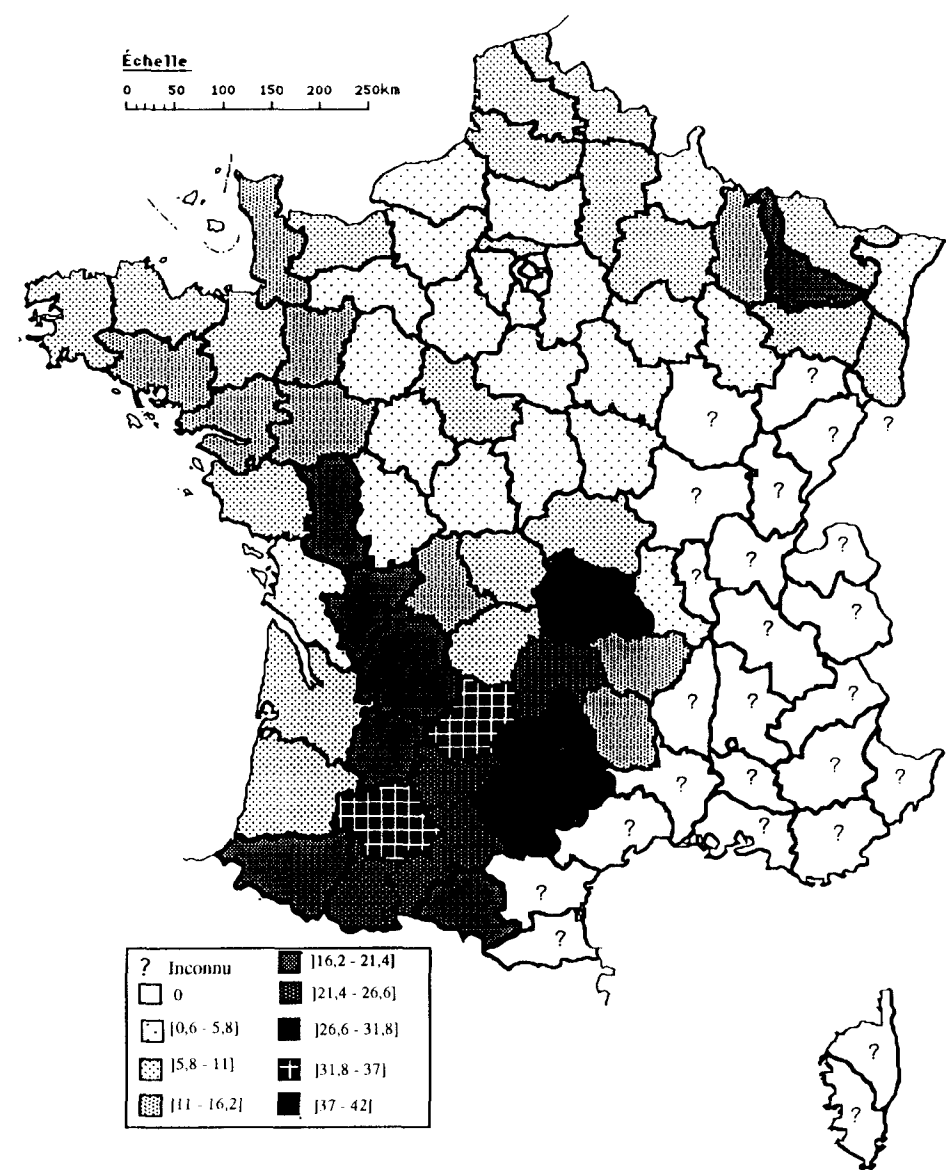
Carte 7 : Pourcentage de lagunes selon les départements à la date du 01/01/1989 (résultats du dépouillement des listings des Agences de l'Eau).



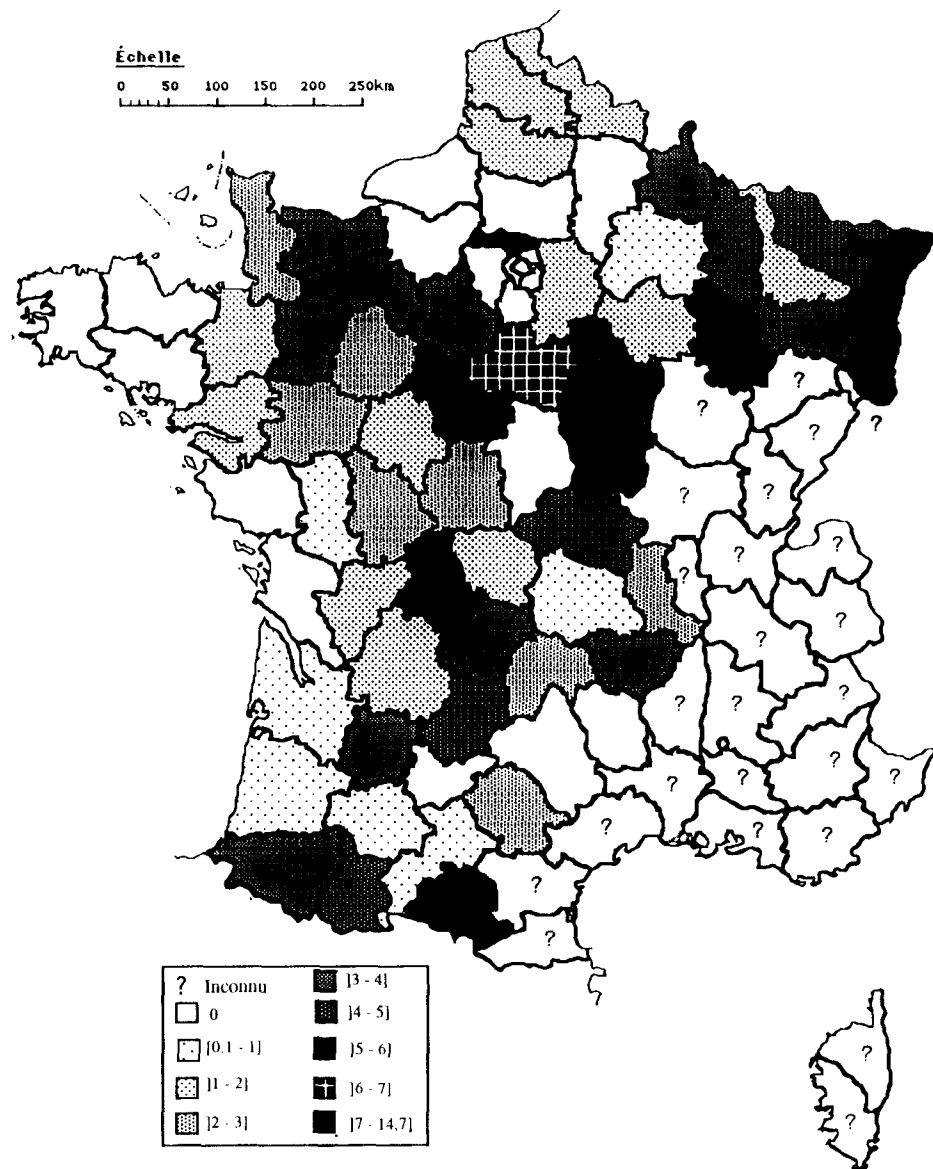
Carte 8 : Pourcentage des filières lits bactériens et disques biologiques selon les départements à la date du 01/01/1989 (résultats du dépouillement des listings des Agences de l'Eau).



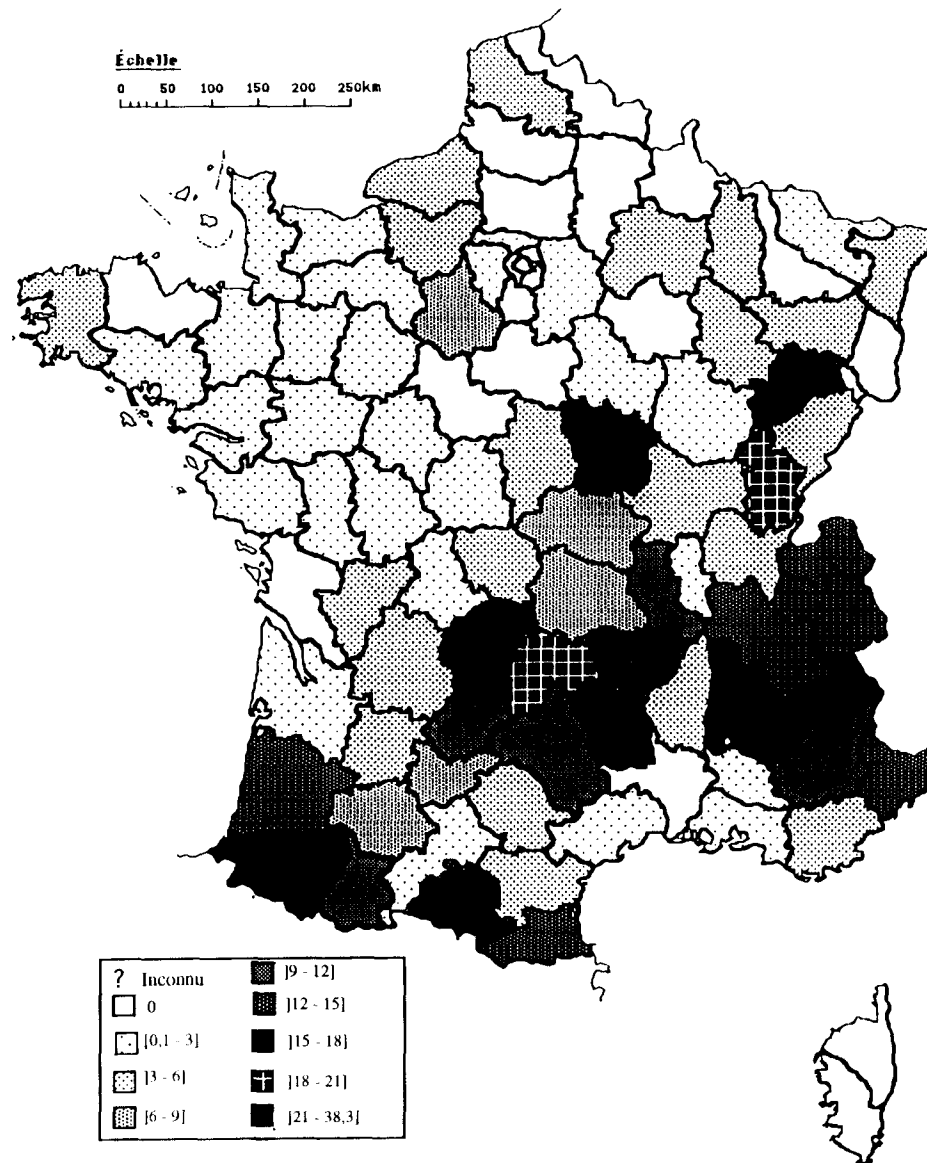
Carte 9 : Pourcentage de lits bactériens selon les départements à la date du 01/01/1989 (résultats du dépouillement des listings des Agences de l'Eau).



Carte 10 : Pourcentage de disques biologiques selon les départements à la date du 01/01/1989
(résultats du dépouillement des listings des Agences de l'Eau).



Carte 11 : Pourcentage de traitements primaires selon les départements à la date du 01/01/1989
(résultats du dépouillement des listings des Agences de l'Eau).



ANNEXE 17

Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Lander* : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]0 , 250]

Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Lander* : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]250 , 500]

Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Lander* : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]500 , 1.000]

Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Lander* : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]1.000 , 2.500]

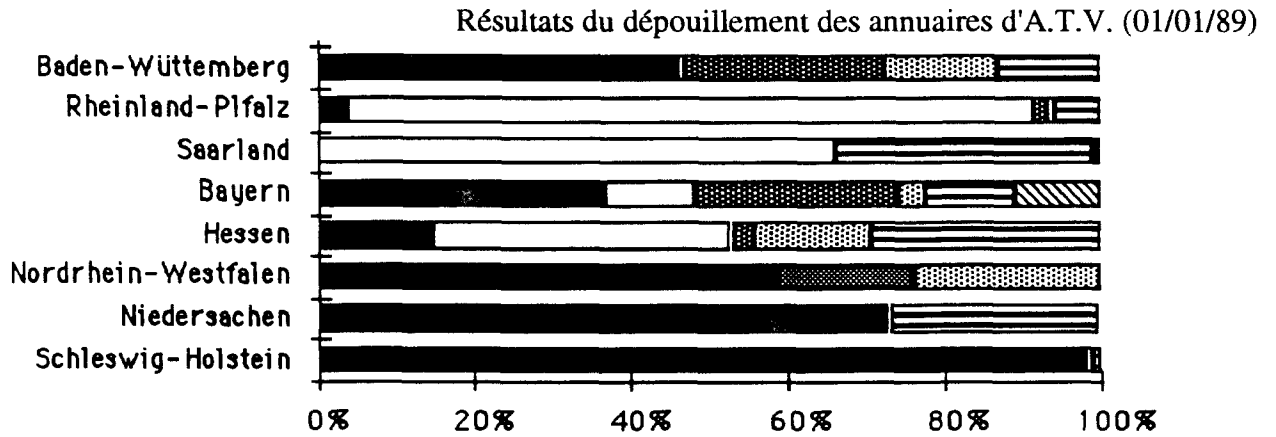
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Lander* : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]2.500 , 5.000]

Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Lander* : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]5.000 , 10.000]

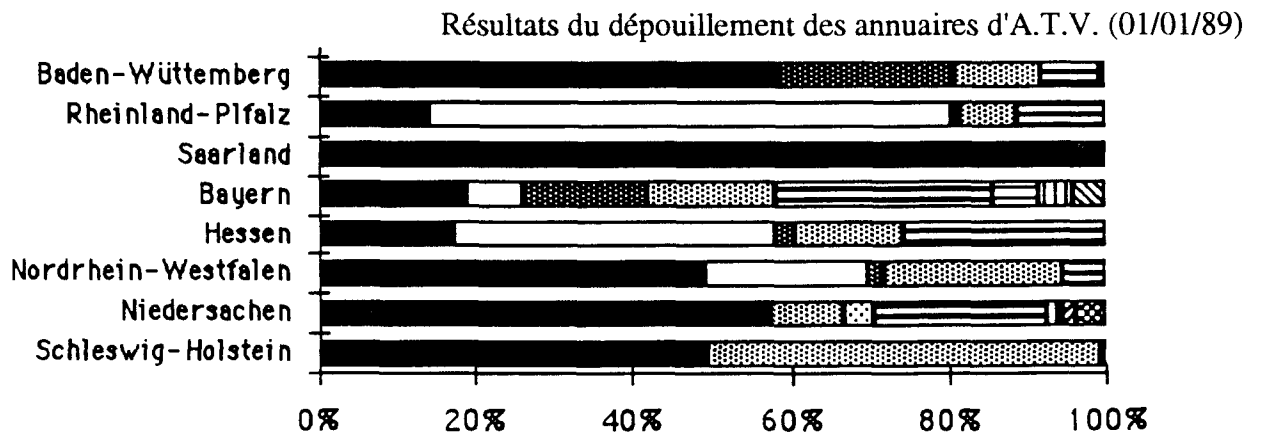
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Lander* : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]10.000 , 20.000]

Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Lander* : tranche de capacité (Eq.-Hab.) : Plus de 20.000

Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Länder* :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]0 , 250].



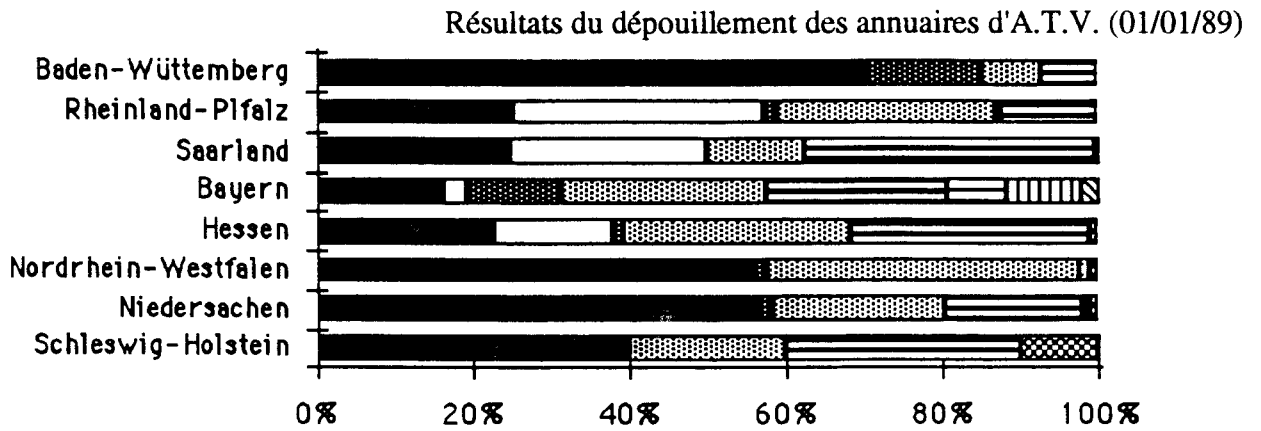
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Länder* :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]250 , 500].



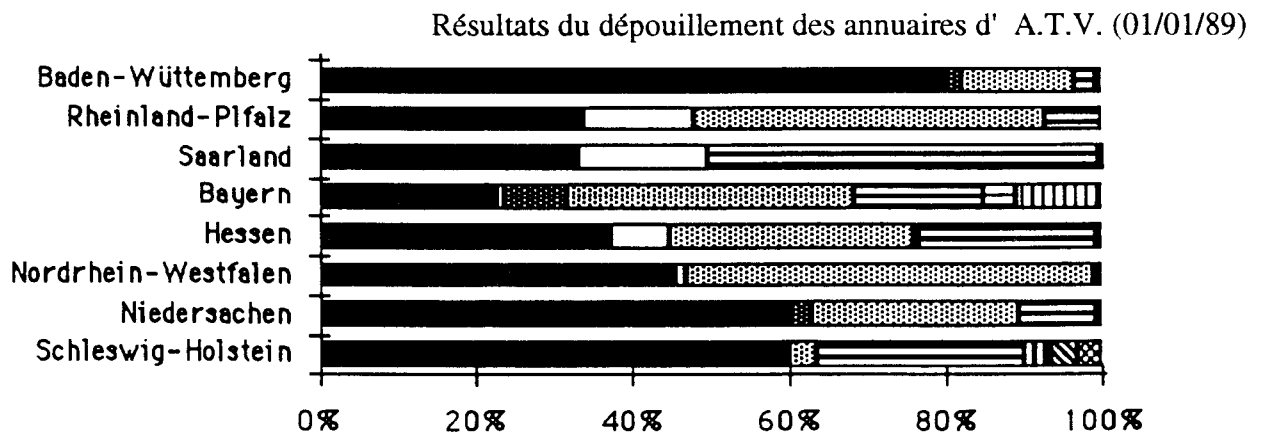
Légende :

BA	TP	PC	DB	LB
DIV	Lag	LB + BA	DB+BA	DB+LB+BA
BA+PC	LB+PC	Lag + DB	Lag + LB	DB + LB

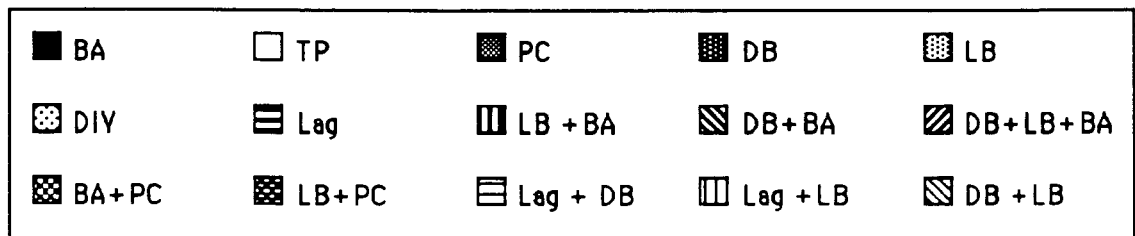
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Länder* :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]500 , 1.000]



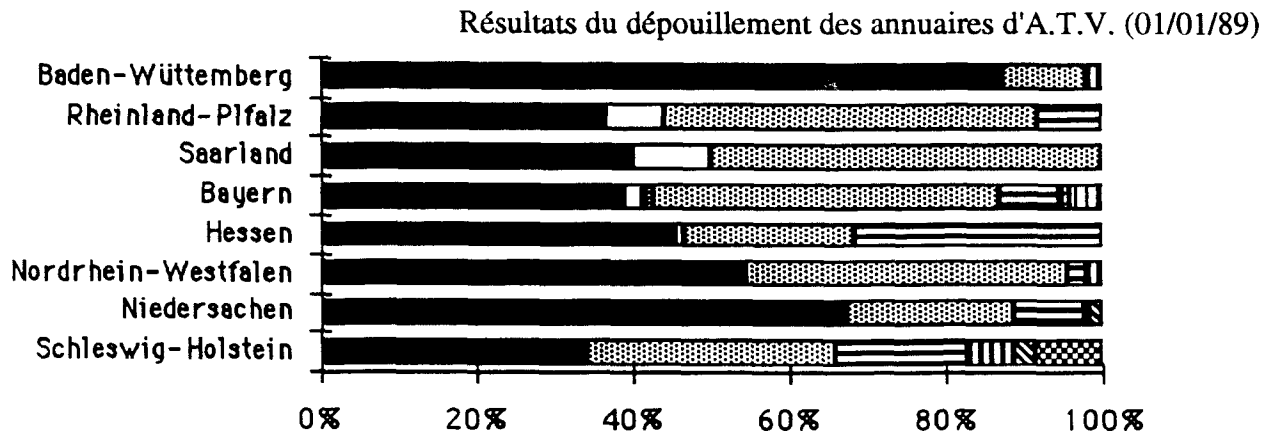
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Länder* :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]1.000 , 2.500].



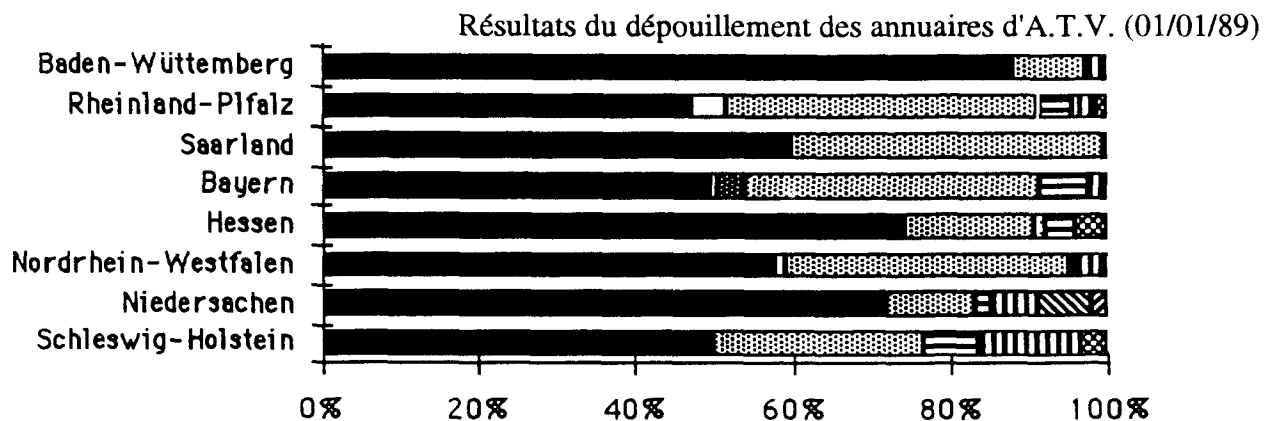
Légende :



Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Länder* :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]2.500 , 5.000].



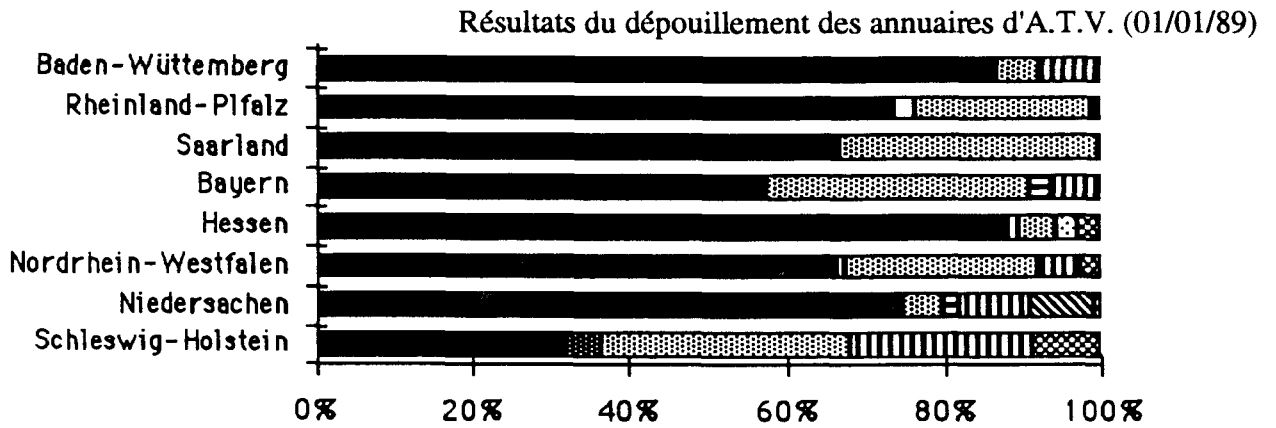
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Länder* :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]5.000 , 10.000].



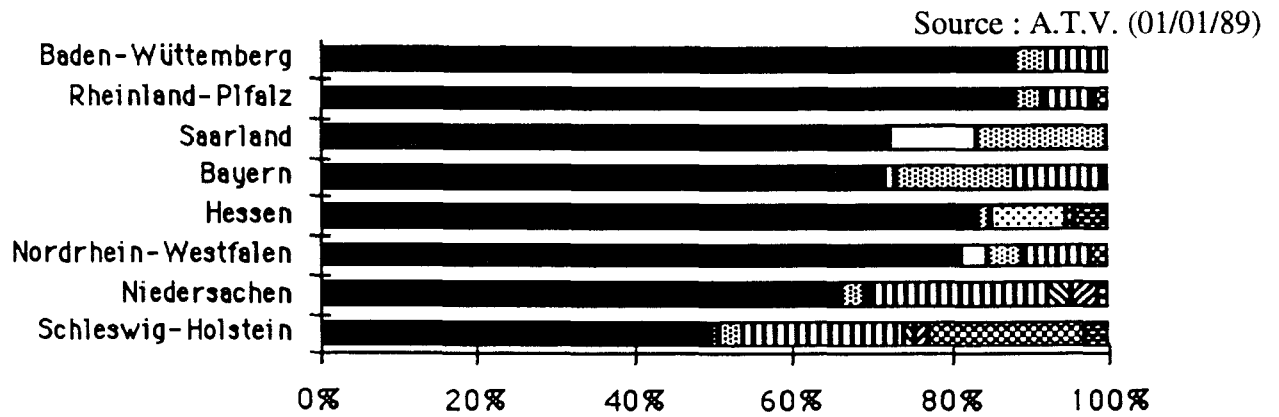
Légende :

BA	TP	PC	DB	LB
DIY	Lag	LB + BA	DB + BA	DB + LB + BA
BA + PC	LB + PC	Lag + DB	Lag + LB	DB + LB

Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Länder* :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]10.000 , 20.000]



Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens *Länder* :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) : Plus de 20.000



Légende :

BA	TP	PC	DB	LB
DIV	Lag	LB + BA	DB + BA	DB + LB + BA
BA + PC	LB + PC	Lag + DB	Lag + LB	DB + LB

ANNEXE 18

Carte 12: Pourcentage de boues activées (aération prolongée, moyenne charge ou forte charge) selon les Länder à la date du 01/01/1989.

Carte 13 : Pourcentage de lagunes selon les Länder à la date du 01/01/1989.

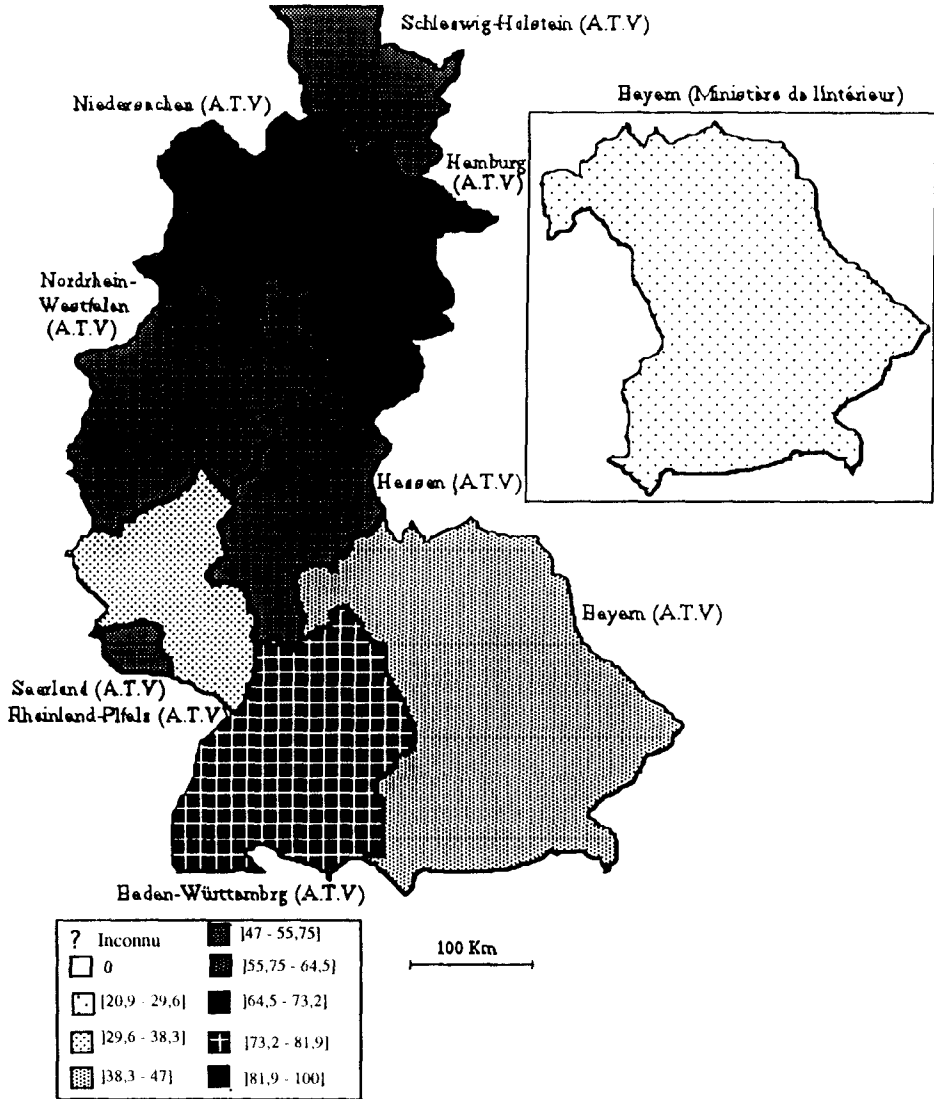
Carte 14 : Pourcentage des filières lits bactériens et disques biologiques selon les Länder à la date du 01/01/1989 .

Carte 15 : Pourcentage de lits bactériens selon les Länder à la date du 01/01/1989.

Carte 16 : Pourcentage de disques biologiques selon les Länder à la date du 01/01/1989.

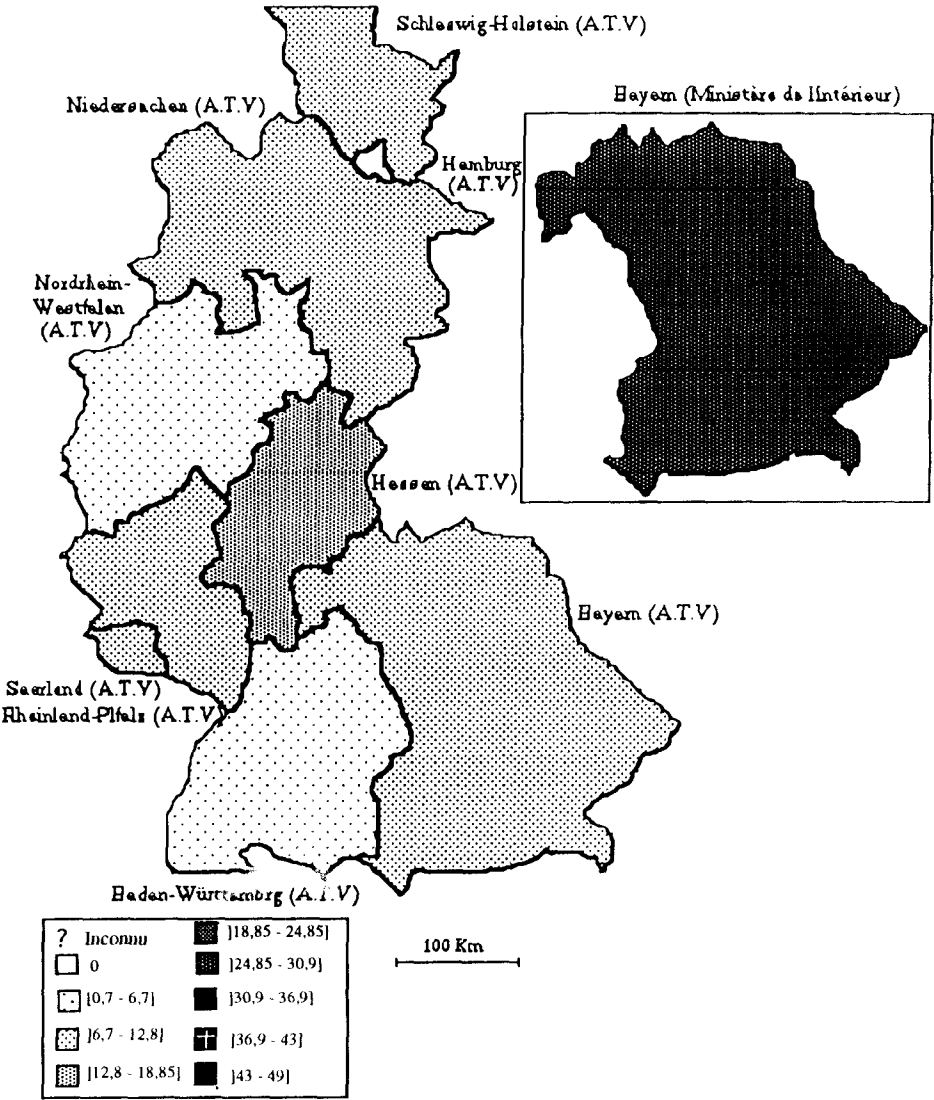
Carte 17 : Pourcentage de traitements primaires selon les Länder à la date du 01/01/1989.

Carte 12: Pourcentage de boues activées (aération prolongée, moyenne charge ou forte charge) selon les *Länder* à la date du 01/01/1989 (carte réalisée en utilisant les mêmes intervalles de pourcentage que pour la France).



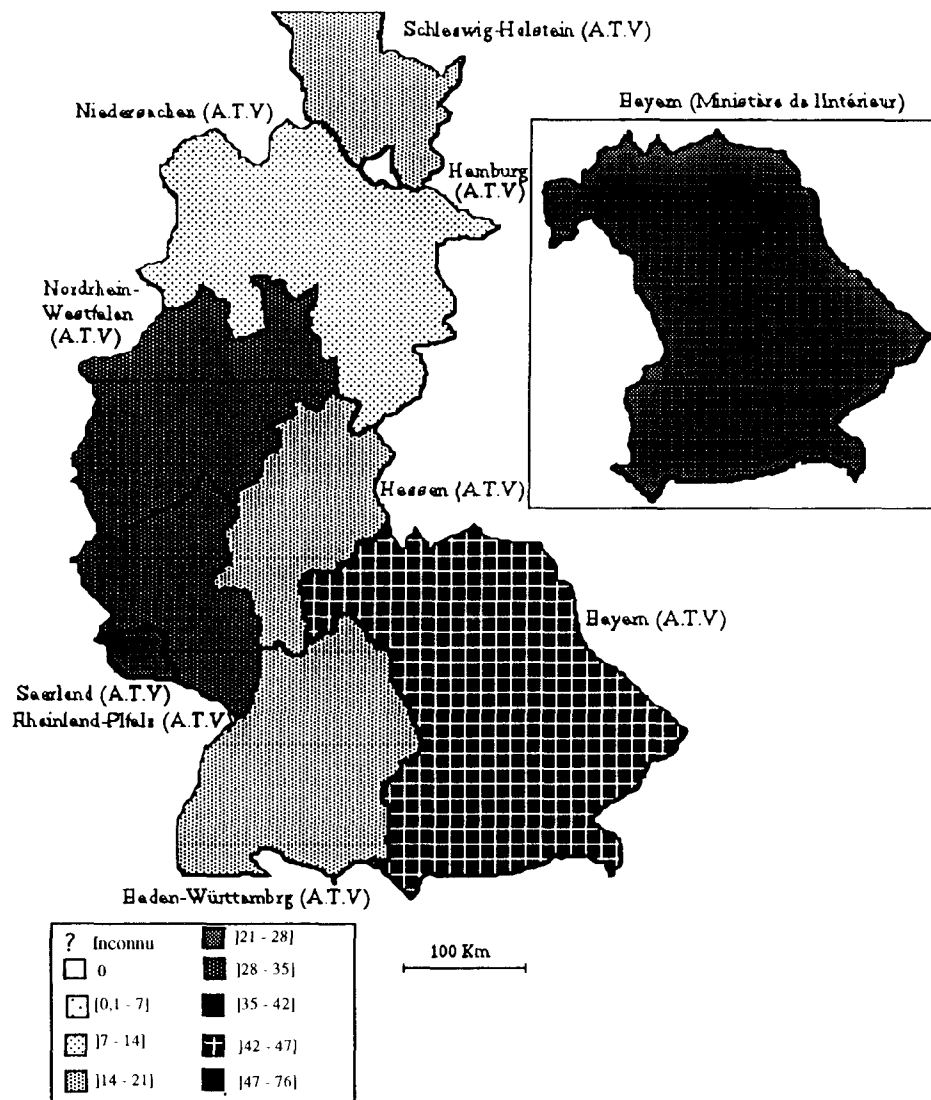
Nb : les sources sont indiquées entre parenthèses.

Carte 13 : Pourcentage de lagunes selon les *Länder* à la date du 01/01/1989 (carte réalisée en utilisant les mêmes intervalles de pourcentage que pour la France).



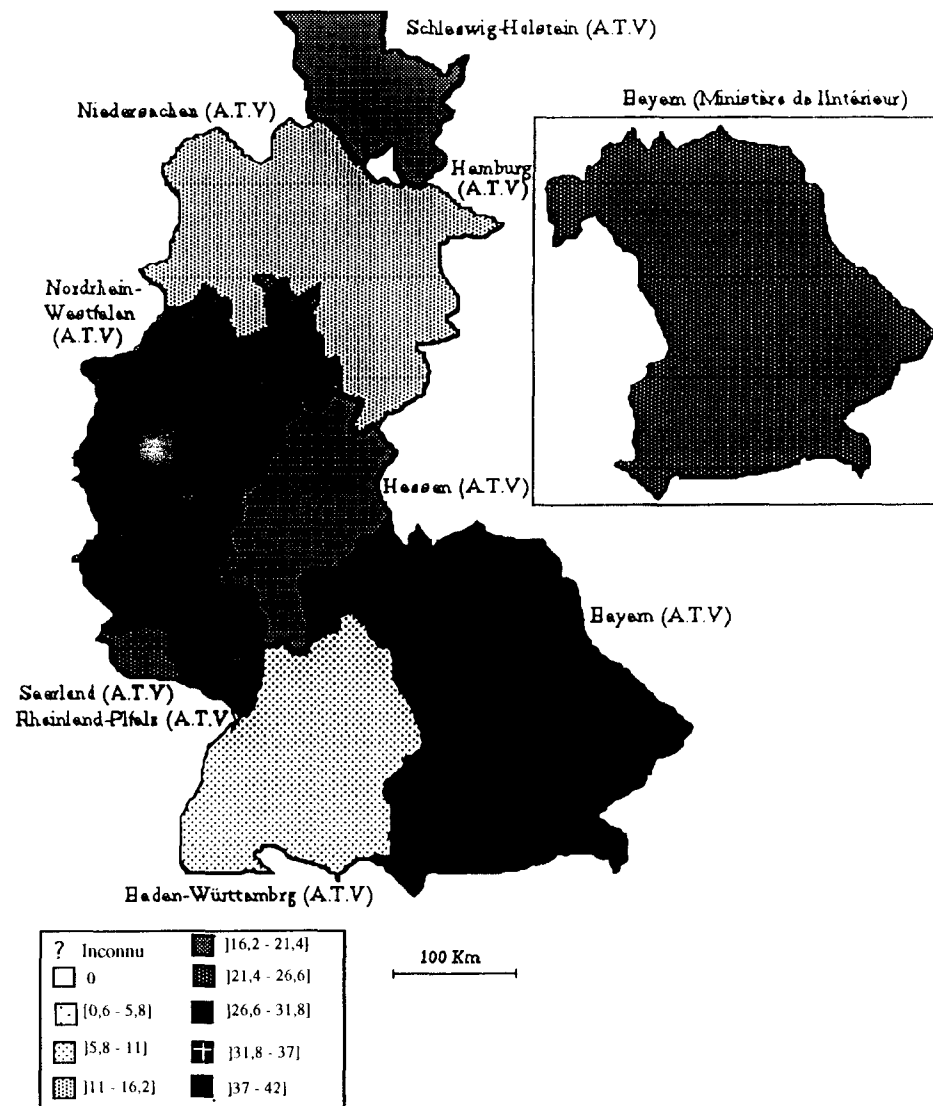
Nb : les sources sont indiquées entre parenthèses

Carte 14 : Pourcentage des filières lits bactériens et disques biologiques selon les *Länder* à la date du 01/01/1989 (carte réalisée en utilisant les mêmes intervalles de pourcentage que pour la France).



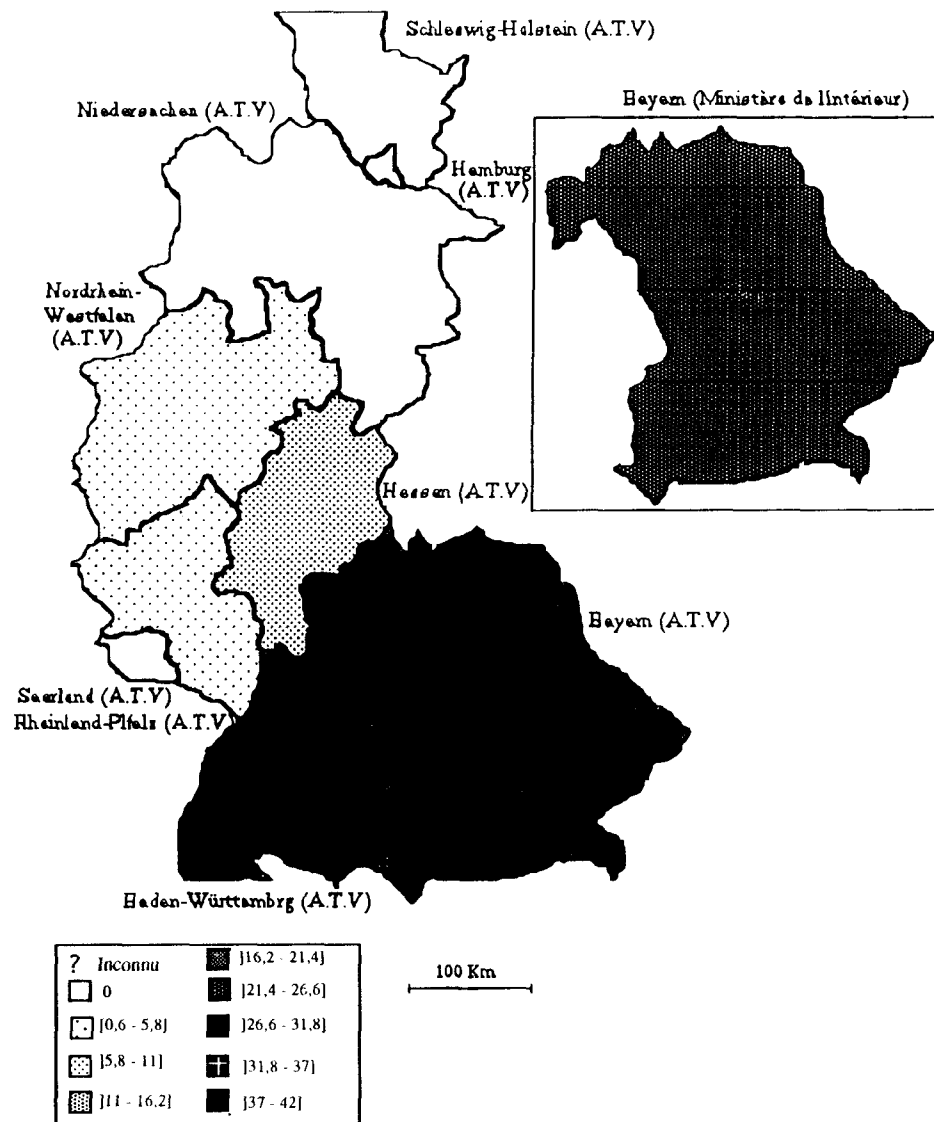
Nb : les sources sont indiquées entre parenthèses

Carte 15 : Pourcentage de lits bactériens selon les *Länder* à la date du 01/01/1989 (carte réalisée en utilisant les mêmes intervalles de pourcentage que pour la France).



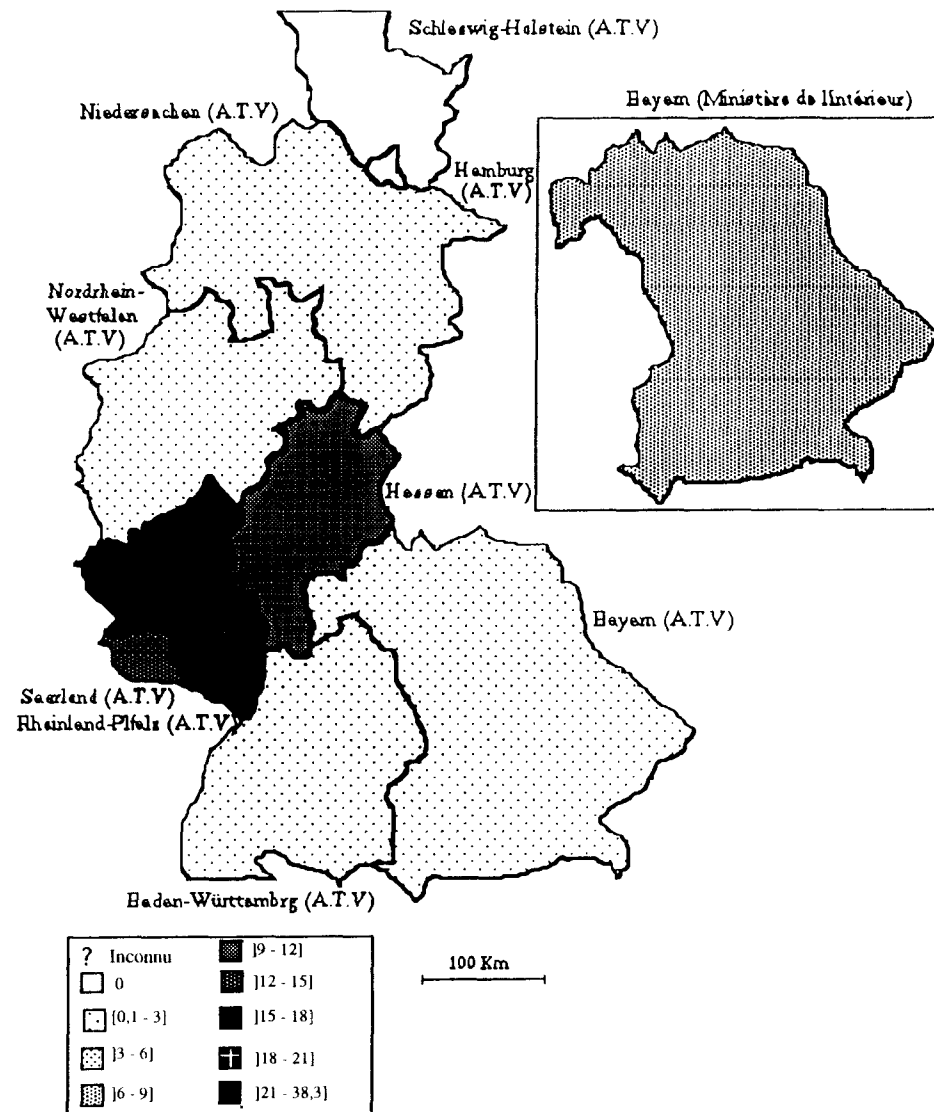
Nb : les sources sont indiquées entre parenthèses.

Carte 16 : Pourcentage de disques biologiques selon les *Länder* à la date du 01/01/1989 (carte réalisée en utilisant les mêmes intervalles de pourcentage que pour la France).



Nb : les sources sont indiquées entre parenthèses.

Carte 17 : Pourcentage de traitements primaires selon les *Länder* à la date du 01/01/1989 (carte réalisée en utilisant les mêmes intervalles de pourcentage que pour la France).

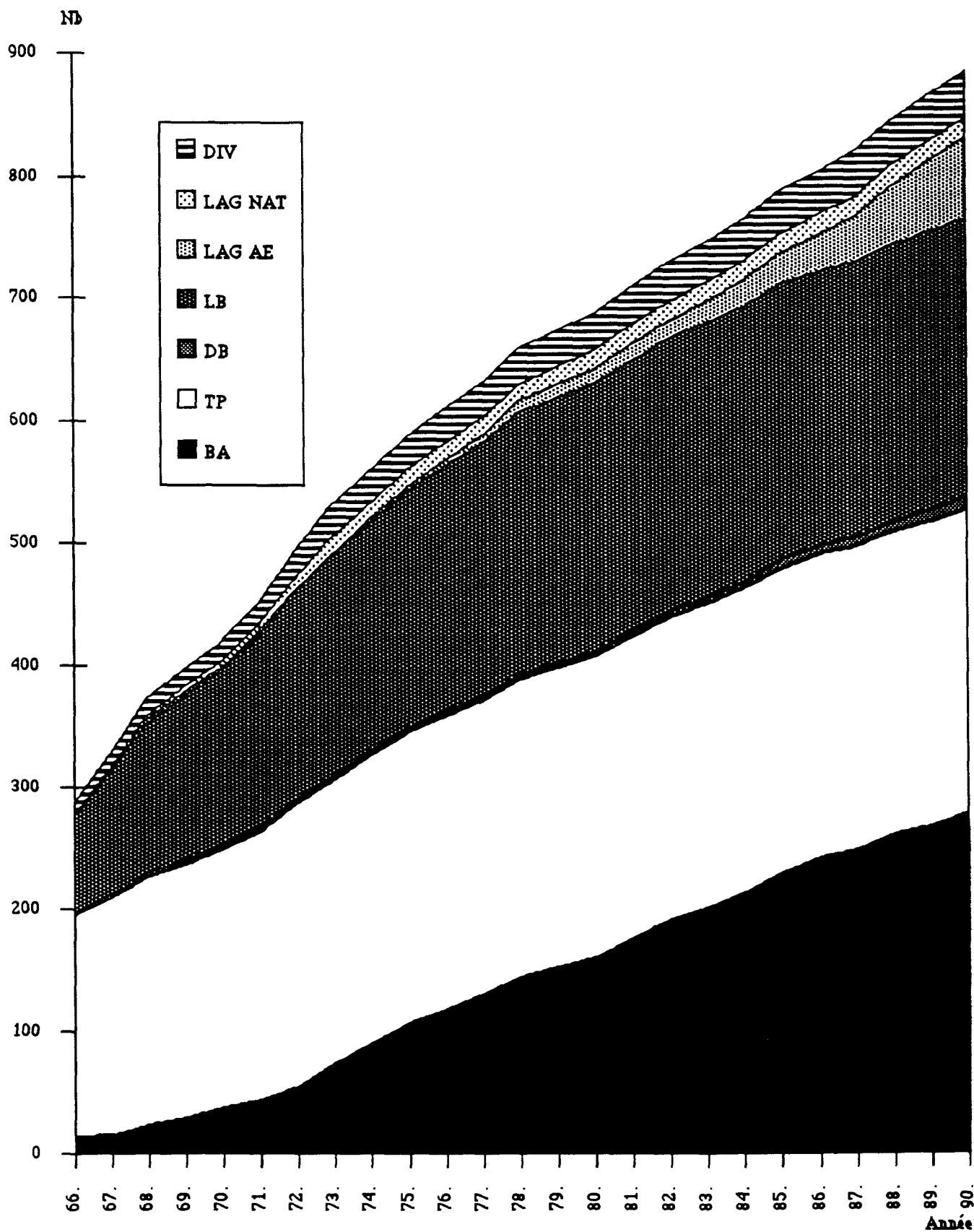


Nb : les sources sont indiquées entre parenthèses.

ANNEXE 19

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le *Land* de Rhénanie-Palatinat

Évolution du parc de stations d'épuration communales
dans le *Land* de Rhénanie-Palatinat.

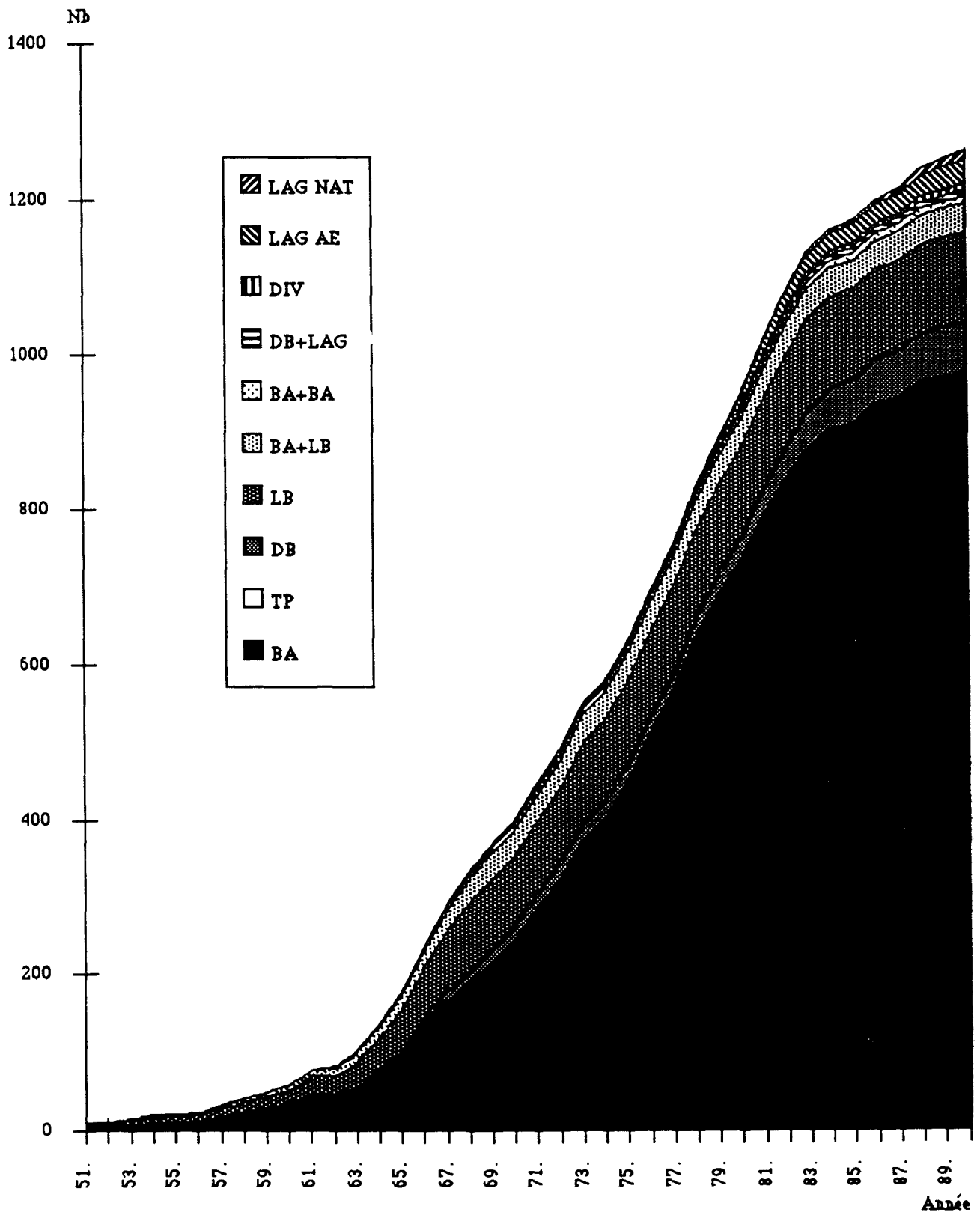


ANNEXE 20

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le *Land* du Bade-Wurtemberg

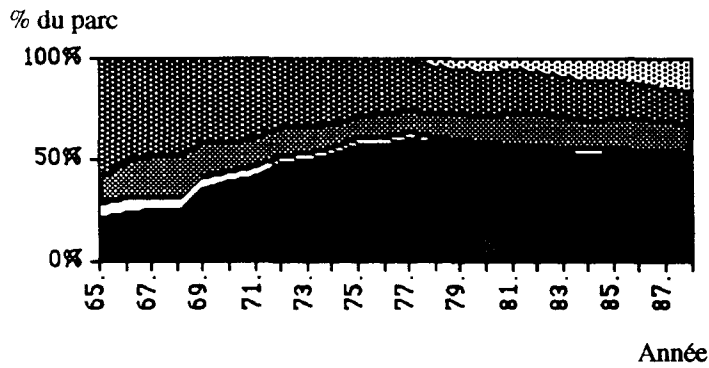
Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans le *Land* du Bade Wurtemberg selon les tranches de capacité (Eq-hab).

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le *Land* du Bade Wurtemberg.

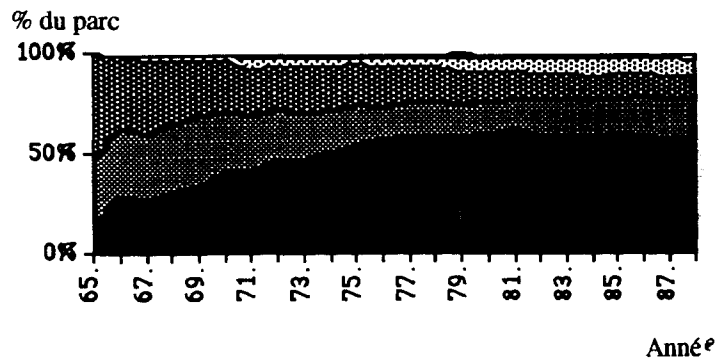


Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans le *Land* du Bade Wurtemberg selon les tranches de capacité (Eq.-hab.).

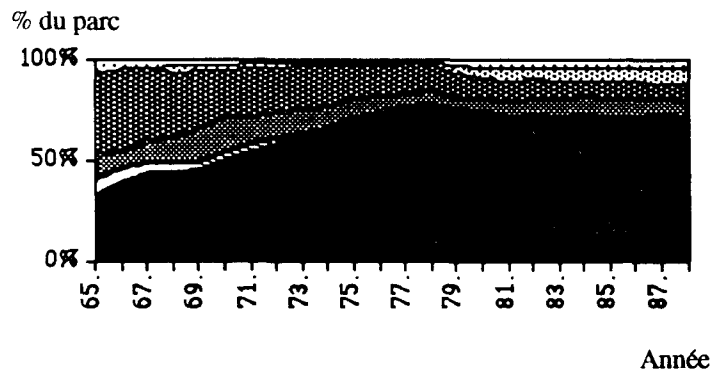
]0, 250]



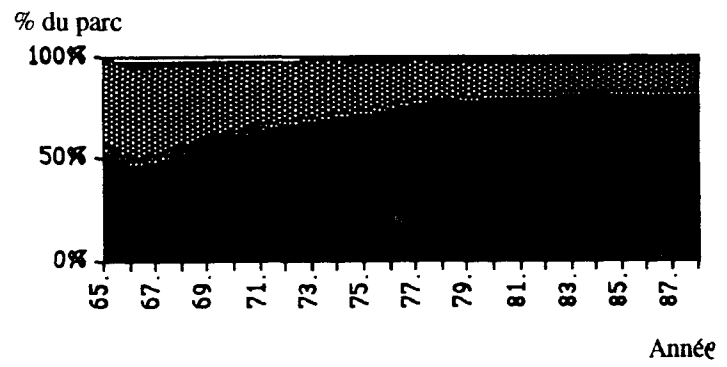
]250, 500]



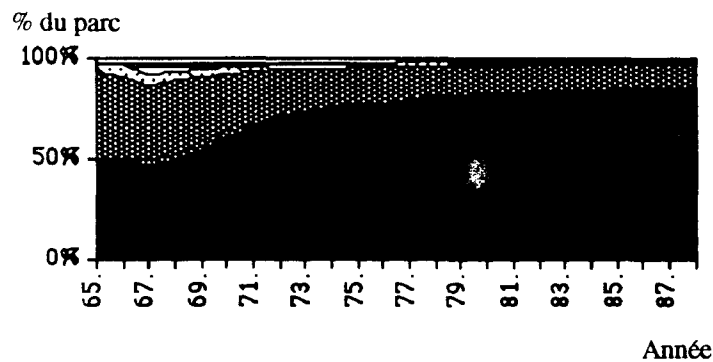
]500, 1.000]



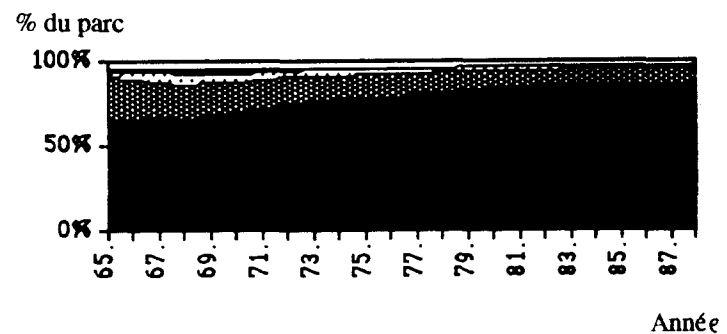
]1.000, 2.500]



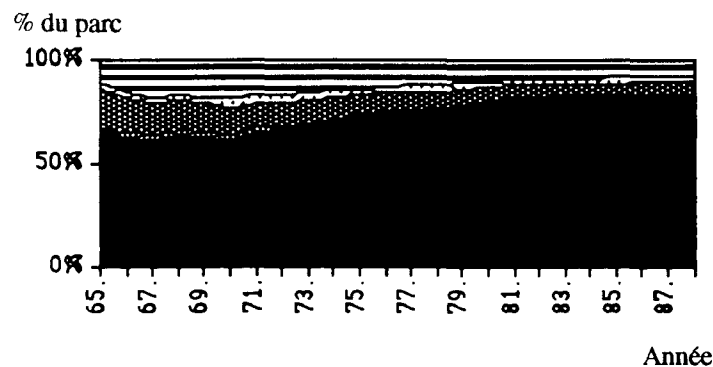
]2.500, 5.000]



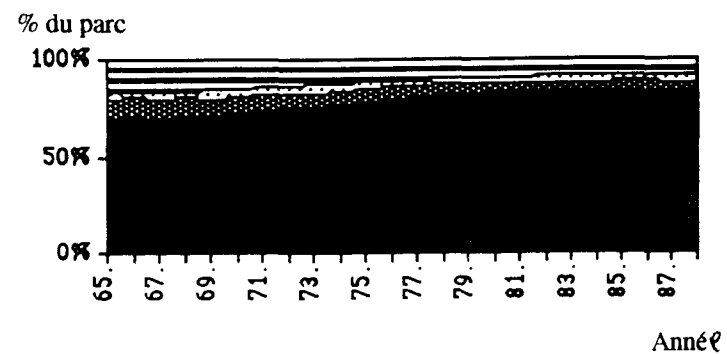
]5.000, 10.000]



]10.000, 20.000]



Plus de 20.000



Légende :

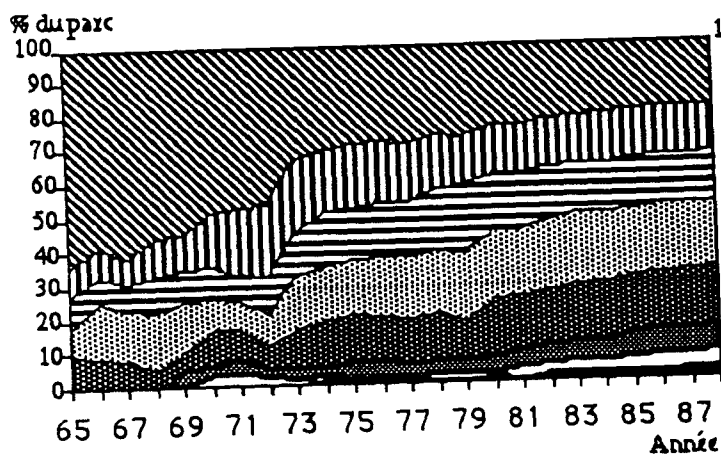
■ BA □ TP ▨ DB ▩ LB ▤ LAG ▦ DIV ▨ MIXTE

ANNEXE 21

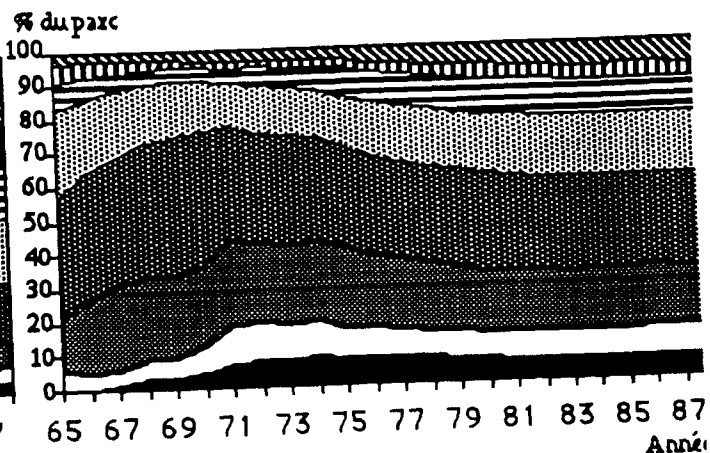
Évolution du pourcentage des tranches de capacité (en Eq.-Hab.) des stations d'épuration dans les parcs des différents bassins français.

Évolution du pourcentage des tranches de capacité (en Eq-Hab) des stations d'épuration
dans les parcs des différents bassins français.

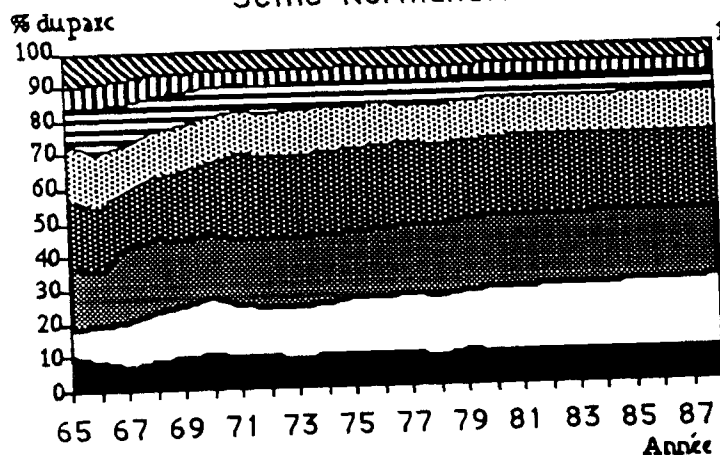
Artois-Picardie



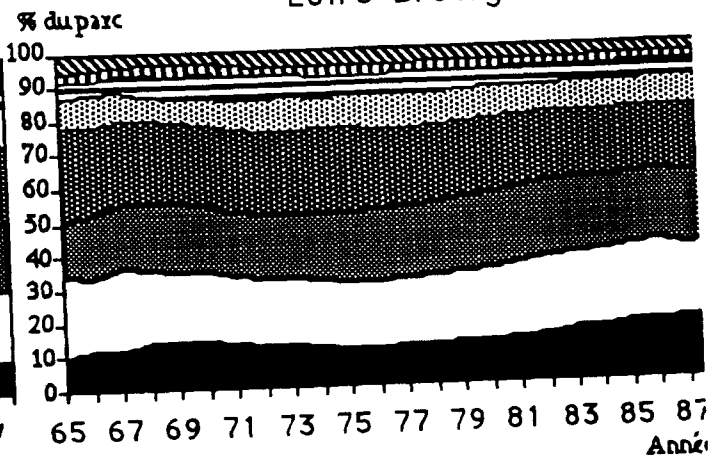
Rhin-Meuse



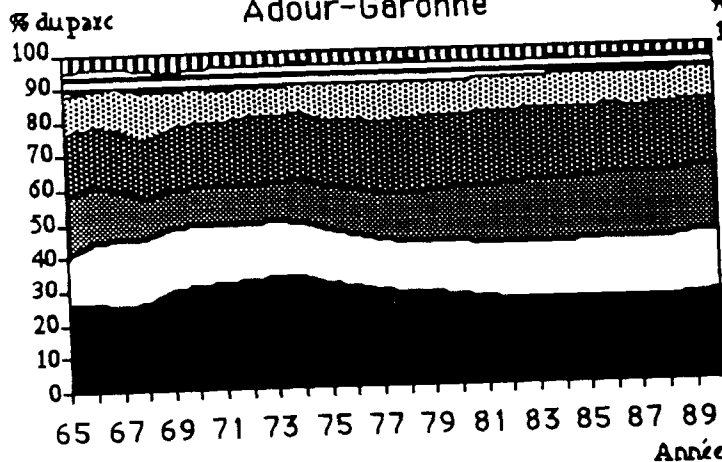
Seine-Normandie



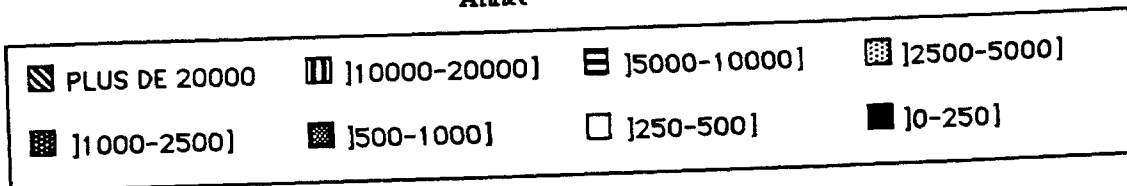
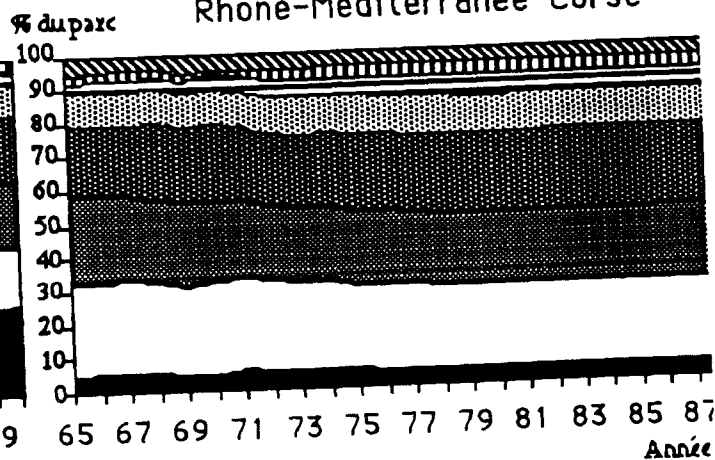
Loire-Bretagne



Adour-Garonne



Rhone-Méditerranée-Corse

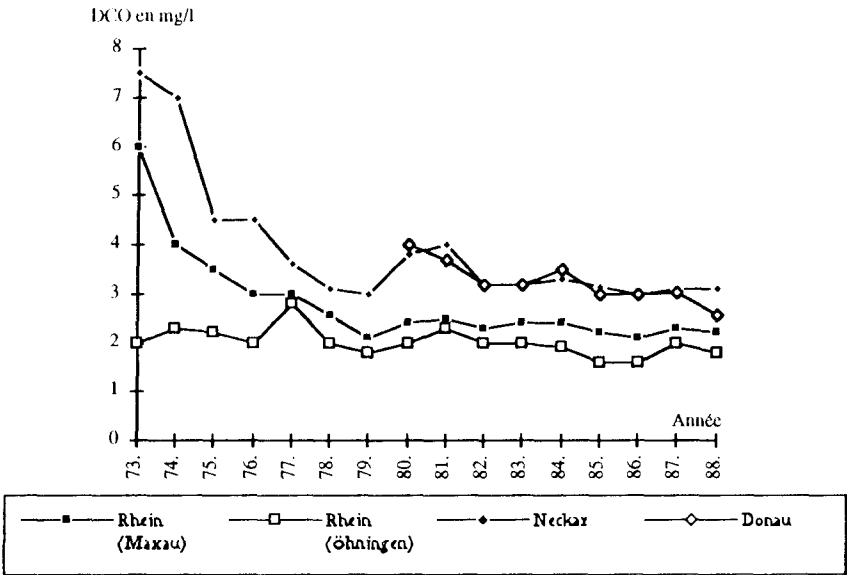


ANNEXE 22

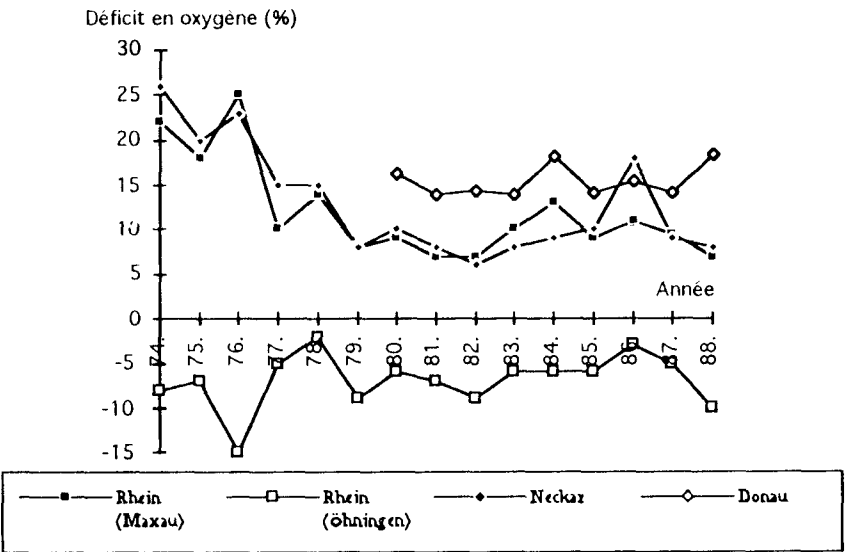
Bilan des rejets et planification de la politique d'épuration en Bade-Wurtemberg.

BILAN DES REJETS ET PLANIFICATION DE LA POLLUTIQUE
D'ÉPURATION EN BADE WURTEMBERG

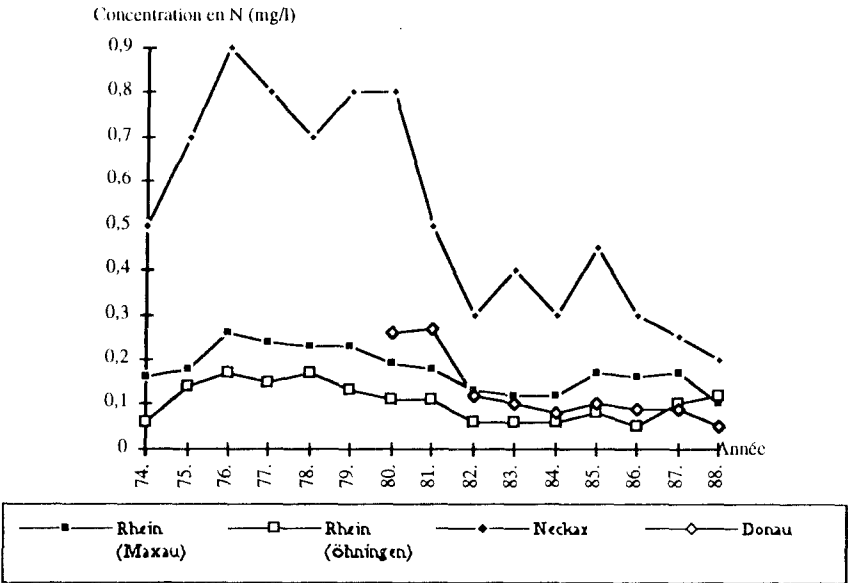
Évolution de la DCO.



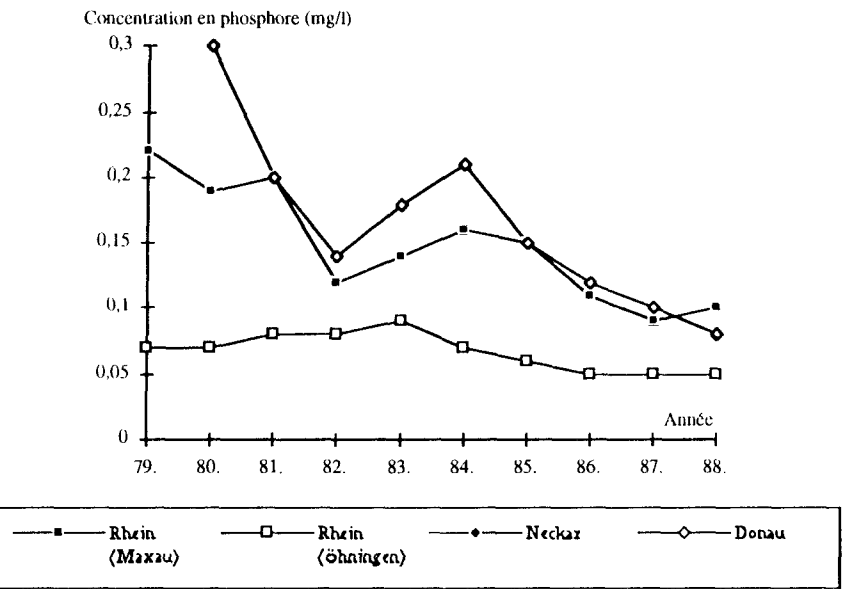
Évolution du déficit en oxygène.



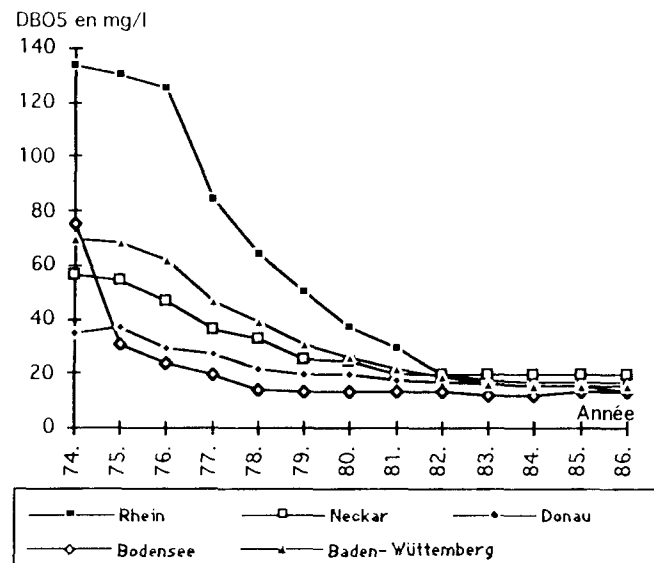
Évolution de la concentration en nitrates.



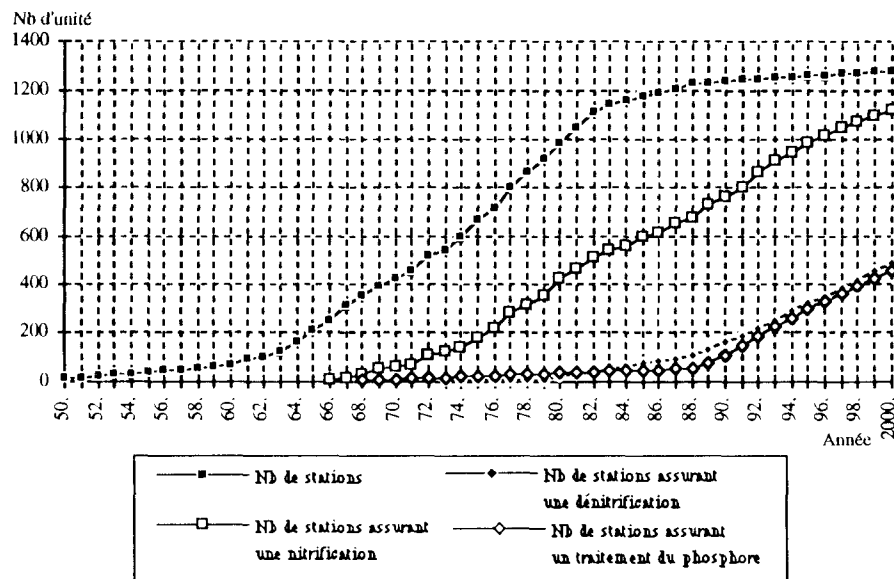
Évolution de la concentration en phosphore.



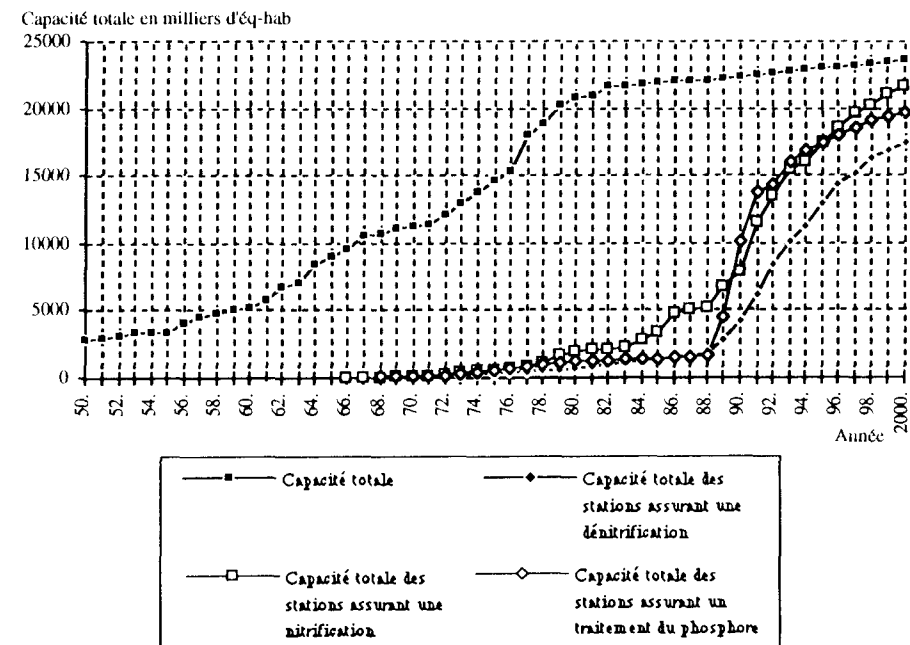
Évolution de la DBO₅



Évolution passée et prévue du nombre de stations d'épuration dans le Land du Bade-Wurtemberg.



Évolution passée et prévue de la capacité totale des stations d'épuration dans le Land du Bade-Wurtemberg.



ANNEXE 23

Descriptif des différents dispositifs d'assainissement autonome.

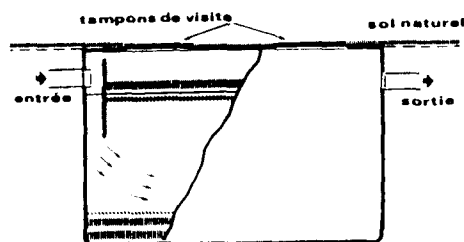
DISPOSITIFS D'ASSAINISSEMENT AUTONOME.

DISPOSITIFS ASSURANT UN TRAITEMENT PRÉALABLE

- La fosse septique.

La fosse septique assure la liquéfaction partielle des matières polluantes concentrées dans les eaux usées ainsi que la rétention des matières solides et des déchets flottants.

Schéma 14 : Principe de la fosse septique.

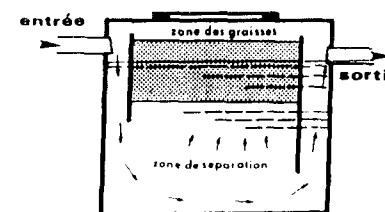


Le but de ce type d'installation est donc la préparation des eaux usées en vue de leur traitement et de leur évacuation. Les résidus (déchets, graisses, flottants) font, ensuite, l'objet d'une fermentation conduisant à leur décomposition. La fosse septique "toutes eaux" reçoit l'ensemble des eaux usées domestiques alors que, seules les eaux provenant des W.C. sont recueillies dans la fosse septique "eaux vannes".

- Le bac séparateur.

Le bac séparateur sépare les matières grasses des eaux ménagères. Cela évite le colmatage des canalisations d'évacuation lorsque la fosse septique est éloignée de l'habitation. En cas d'évacuation directe des eaux ménagères dans le sol, le bac empêche le colmatage de l'épandage ou du puits d'infiltration.

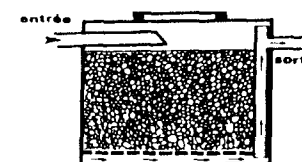
Schéma 15 : Principe du bac séparateur.



- Le préfiltre.

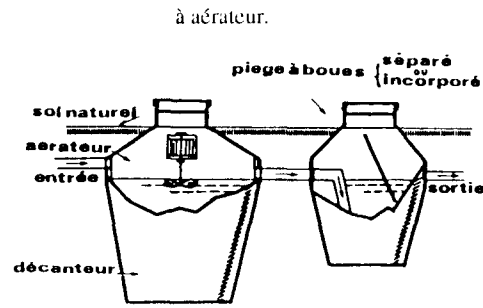
Son rôle est de protéger les dispositifs de filtration (épandage et lits filtrants) des risques de colmatage dus à des arrivées massives de matières en suspension de taille plus ou moins importantes, provenant d'appareils placés en amont en cas de dysfonctionnement ou de surcharge momentanée. Il fonctionne uniquement comme filtre mécanique lors de l'arrivée de matières en suspension de taille et en quantité anormales.

Schéma 16 : Principe du préfiltre.

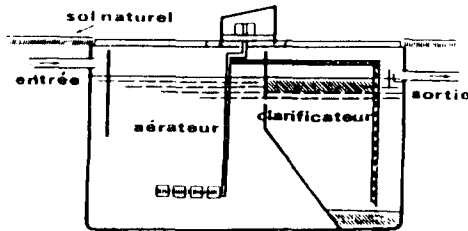


- La microstation d'épuration.

Elle doit traiter l'ensemble des eaux usées domestiques avant évacuation. Le traitement vise l'élimination des matières organiques contenues dans les effluents par une aération prolongée. Cette aération se fait par un aérateur de surface ou par une insufflation d'air par compresseur.



à insufflation d'air.



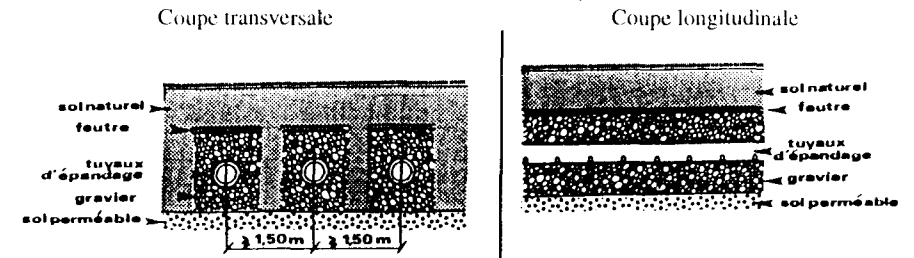
La microstation d'épuration fonctionne selon le même principe qu'une installation urbaine par boues activées. Les eaux usées sont admises dans une cellule d'activation ou d'aération où elles sont homogénéisées et aérées. Les matières organiques biodégradables subissent, par l'intermédiaire d'une flore bactérienne aérobie une transformation et une minéralisation très poussées. L'ensemble s'agglomère en particules et se décante dans la zone de clarification.

DISPOSITIFS ASSURANT À LA FOIS L'ÉPURATION ET L'ÉVACUATION DES EFFLUENTS PAR L'UTILISATION DU SOL.

- Épandage souterrain dans le sol naturel.

Ce dispositif évacue les eaux prétraitées par infiltration dans le sol et traite ces eaux en utilisant les capacités du sol à dégrader les pollutions. Un tuyau évacue les eaux usées dans une tranchée remplie de cailloux. Au fond et sur les côtés de cette tranchée, les eaux s'infiltrent dans le sol naturel. En traversant cette couche, les eaux sont traitées par filtration mécanique, activité biologique et réaction physico-chimique.

Schéma 18 : Principe d'un épandage souterrain dans le sol naturel.

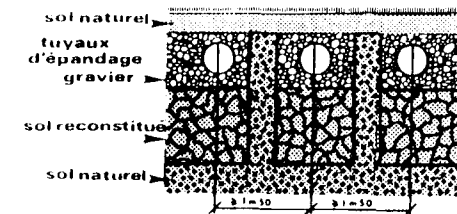


- Épandage souterrain dans un sol reconstitué.

Lorsque les capacités d'infiltration ou d'épuration du sol ne sont pas satisfaisantes, il est possible d'aménager celui-ci.

L'épandage en tranchées filtrantes sur sol reconstitué vise à améliorer l'épuration avant infiltration. Il augmente la surface d'infiltration. Il doit être réalisé dans le cas d'un sol peu perméable sur grande profondeur.

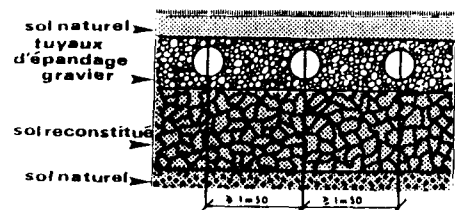
Schéma 19 : Principe d'un épandage en tranchées filtrantes sur sol reconstitué.



0,70 à 1 mètre de matériaux perméables (sable ou tout venant limoneux) sont rajoutés sous la tranchée.

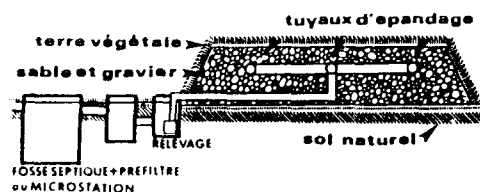
L'épandage en lit filtrant sur sol reconstitué est réalisé en ajoutant 0,70 à 1 mètre de matériaux perméables sous un lit filtrant. Il doit être utilisé dans le cas d'un sol épais (supérieur à 1 mètre) sur socle perméable en grand [socle fissuré (craie) ou graveleux].

Schéma 20 : Principe d'un épandage en lit filtrant sur sol reconstitué.



L'épandage dans un tertre d'infiltration est utilisé lorsque le niveau de la nappe est trop élevé (inférieur à 0,60 mètre) et qu'il n'est pas possible de procéder à un rabattement de la nappe par un drainage profond ou à un rejet en surface après traitement. Un matériau perméable est rapporté au dessus du sol naturel préalablement décapé. Il doit être d'une hauteur telle que la zone d'infiltration, entre le niveau maximum de la nappe et le fond de la tranchée, soit au minimum de 0,70 mètre.

Schéma 21 : Principe d'un épandage dans un tertre d'infiltration.

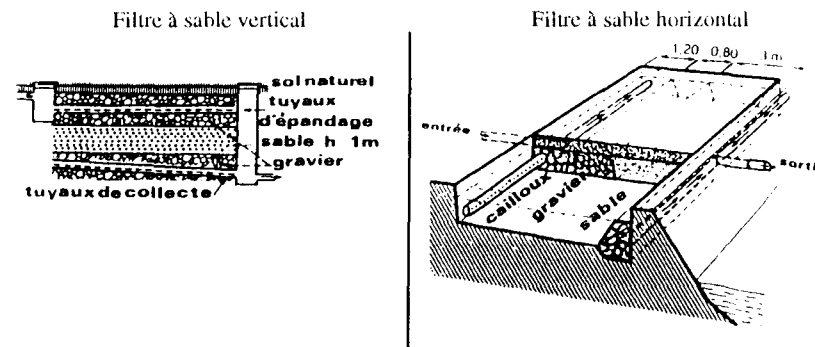


DISPOSITIFS N'ASSURANT QUE L'ÉPURATION DES EFFLUENTS.

- Lit drainé.

Son rôle est d'épurer les eaux traitées avant leur rejet. Il est mis en place lorsque les caractéristiques du terrain ne permettent pas de réaliser un épandage (sol imperméable, surface disponible insuffisante...). La solution de rejet est le puits d'infiltration si le sous-sol est perméable ou le réseau hydrologique superficiel. Deux solutions peuvent être envisagées : le filtre à sable vertical ou le filtre à sable horizontal.

Schéma 22 : Principe des filtres à sable.

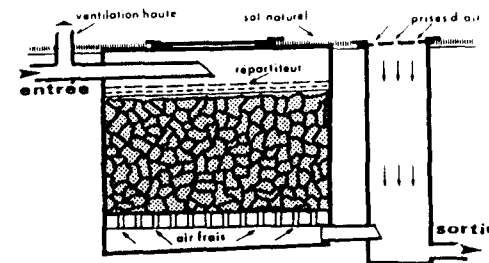


Le fonctionnement est identique à celui d'un lit filtrant dans un sol reconstitué.

- Le filtre bactérien percolateur.

Le rôle de ce filtre est d'épurer les eaux usées issues d'une fosse septique, avant rejet dans le milieu hydrologique superficiel lorsqu'il n'est pas exigé d'abattement de la pollution bactériologique. Les eaux usées prétraitées sont distribuées sur un lit de matériaux perméables (pouzzolane, pierre concassée, scories...) et s'y infiltrent. Les matériaux servent de support à une flore bactérienne qui s'y développe en présence d'air et oxyde les matières polluantes véhiculées par les eaux usées. Il est donc impératif qu'un passage d'air soit aménagé sous ces matériaux.

Schéma 23 : Principe du filtre bactérien percolateur

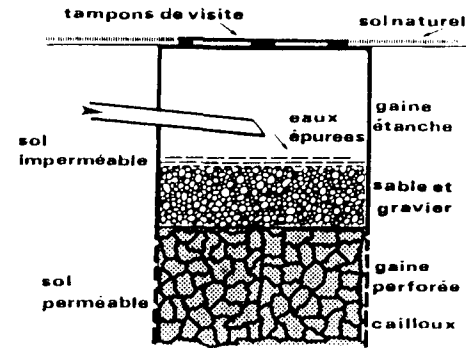


DISPOSITIFS N'ASSURANT QUE L'ÉVACUATION DES EFFLUENTS.

- Le puits d'infiltration.

Ce dispositif évacue les eaux traitées dans les couches du sous-sol perméables et profondes lorsque les couches superficielles sont imperméables. Les eaux usées traitées sont dispersées sur un lit de matériaux perméables. La partie supérieure qui traverse les couches imperméables est étanche.

Schéma 24 : Principe du puits d'infiltration.



AUTRES DISPOSITIFS.

Le rôle de la **fosse chimique** est la collecte, la liquéfaction et l'aseptisation des eaux vannes. La **fosse d'accumulation** n'est ni plus ni moins qu'une capacité destinée à la rétention des eaux vannes et, exceptionnellement, tout ou partie des eaux ménagères.

ANNEXE 24

Réductions des rejets industriels et communaux prévues par le Plan d'Action Rhin.

Réductions prévues des rejets industriels et communaux dans chaque pays

TABLEAU C

SUBSTANCES		F		D		NL		CH	
		ETAT 85 STAND 85 (K+I)	R EN % V IN %	ETAT 85 STAND 85 (K+I)	R EN % V IN %	ETAT 85 STAND 85 (K+I)	R EN % V IN %	ETAT 85 STAND 85 (K+I)	R EN % V IN %
STOPPE									
DRINES/DRINE	Kg/an-Kg/Jahr	0	/	0	/	33	80%	0	/
ENDOSULFAN/ENDOSULFAN	Kg/an-Kg/Jahr	0	/	2	0%	3	0%	0	/
CHLORONITROBENZENE/CHLORONITROBENZOLE	Kg/an-Kg/Jahr	20300	90%	14250	85%	0	/	5000	52%
TRICHLOROBENZENE/TRICHLORBENZOL	Kg/an-Kg/Jahr	0	/	1100	68%	100	50%	10	0%
HEXACHLOROBENZENE/HEXACHLORBENZOL	Kg/an-Kg/Jahr	0	/	180	69%	11	50%	5	100%
HEXACHLOROBUTADIENE/HEXACHLORBUTADIEN	Kg/an-Kg/Jahr	0	/	60	50%	0	/	7	0%
PENTACHLOROPHENOL/PENTACHLORPHENOL	Kg/an-Kg/Jahr	250	100%	1520	43%	170	40%	35	14%
TRICHLORETHYLENE/TRICHLORETHEN	Kg/an-Kg/Jahr	1840	40%	10400	60%	270	85%	696	0%
PERCHLORETHYLENE/TETRACHLORETHEN	Kg/an-Kg/Jahr	600	42%	11900	49%	1150	85%	1116	0%
CHLORANILINES/(MONO)-CHLORANILINE	Kg/an-Kg/Jahr	825	50%	6100	75%	0	/	30000	59%
PARATHION/PARATHION	Kg/an-Kg/Jahr	0	/	20	85%	1	0%	0	/
BENZENE/BENZOL	Kg/an-Kg/Jahr	20630	90%	2970	60%	58400	60%	320	0%
111 TRICHLORETHANE/111 TRICHLORETHAN	Kg/an-Kg/Jahr	4455	48%	1200	36%	3	35%	353	0%
12 DICHLORETHANE/12 DICHLORETHAN	Kg/an-Kg/Jahr	507500	94%	48500	52%	24305	55%	800	0%
MERCURE/QUECKSILBER	Kg/an-Kg/Jahr	228	21%	1375	40%	830	45%	257	0%
CADMIUM/CADMIUM	Kg/an-Kg/Jahr	1275	37%	4235	36%	15540	85%	454	0%
CHROME/CHROM	Kg/an-Kg/Jahr	69380	72%	443000	67%	79800	80%	6095	0%
CUivre/KUPFER	Kg/an-Kg/Jahr	76200	55%	321000	16%	56900	45%	20325	33%
NICKEL/NICKEL	Kg/an-Kg/Jahr	34900	70%	315000	45%	24600	35%	9520	0%
ZINC/ZINK	Kg/an-Kg/Jahr	186600	36%	1733000	26%	158000	50%	89310	4%
PLOMB/BLEI	Kg/an-Kg/Jahr	26600	46%	207000	8%	40000	40%	5750	0%
TETRACHLORURE DE CARBONE/TETRACHLORKOHLENSTOFF	Kg/an-Kg/Jahr	210	75%	17250	45%	185	55%	91	0%
CHLOROPORME/CHLOROFORM	Kg/an-Kg/Jahr	9000	64%	96500	63%	1340	45%	2310	0%
PCB/PCB	Kg/an-Kg/Jahr	1075	100%	2200	99%	2	50%	20	0%
PHOSPHORE/PHOSPHATE	T/an-T/Jahr	6000	66%	23535	64%	15100	55%	2467	53%
AMMONIUM/AMMONIUM	T/an-T/Jahr	23620	55%	140420	72%	8800	30%	7665	0%
AOX/AOX	Kg/an-Kg/Jahr	1662370	71%	4248000	57%	200000	65%	548850	42%

ANNEXE 25

Définition des zones sensibles données par la directive européenne 91/271/CEE du 21 mai 1991.

ANNEXE II

CRITÈRES D'IDENTIFICATION DES ZONES SENSIBLES ET MOINS SENSIBLES

A. Zones sensibles

Une masse d'eau doit être identifiée comme zone sensible si elle appartient à l'un des groupes ci-après :

- a) Lacs naturels d'eau douce, autres masses d'eau douce, estuaires et eaux côtières, dont il est établi qu'ils sont eutrophes ou pourraient devenir eutrophes à brève échéance si des mesures de protection ne sont pas prises.

Il pourrait être tenu compte des aspects ci-après lors de l'examen des éléments nutritifs à réduire par un traitement complémentaire :

- i) lacs et cours d'eau débouchant dans des lacs/bassins de retenue/baies fermées où il est établi que l'échange d'eau est faible, ce qui peut engendrer un phénomène d'accumulation. Il convient de prévoir une élimination du phosphore dans ces zones, à moins qu'il ne puisse être démontré que cette élimination sera sans effet sur le niveau d'eutrophisation. Il peut également être envisagé d'éliminer l'azote en cas de rejets provenant de grandes agglomérations ;
- ii) estuaires, baies et autres eaux côtières où il est établi que l'échange d'eau est faible, ou qui reçoivent de grandes quantités d'éléments nutritifs. Les rejets provenant des petites agglomérations sont généralement de peu d'importance dans ces zones, mais, en ce qui concerne les grandes agglomérations, l'élimination du phosphore et/ou de l'azote doit être prévue, à moins qu'il ne soit démontré que cette élimination sera sans effet sur le niveau d'eutrophisation.
- b) Eaux douces de surface destinées au captage d'eau potable et qui pourraient contenir une concentration de nitrates supérieure à celle prévue par les dispositions pertinentes de la directive 75/440/CEE du Conseil, du 16 juin 1975, concernant la qualité requise des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire dans les États membres⁽¹⁾, si des mesures ne sont pas prises.
- c) Zones pour lesquelles un traitement complémentaire au traitement prévu à l'article 4 de la présente directive est nécessaire pour satisfaire aux directives du Conseil.

B. Zones moins sensibles

Une masse ou une zone d'eau marine peut être identifiée comme une zone moins sensible si le rejet d'eaux usées n'altère pas l'environnement en raison de la morphologie, de l'hydrologie ou des conditions hydrauliques spécifiques de la zone en question.

Lors de l'identification des zones moins sensibles, les États membres tiennent compte du fait que la charge déversée risque d'être transférée vers des zones adjacentes où elle pourrait altérer l'environnement. Les États membres reconnaissent la présence de zones sensibles en dehors de leur juridiction nationale.

Il est tenu compte des éléments suivants lors de l'identification des zones moins sensibles :

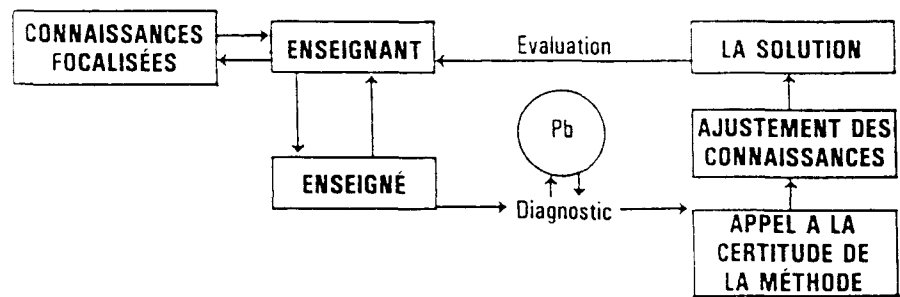
baies ouvertes, estuaires et autres eaux côtières avec un bon échange d'eau et sans risque d'eutrophisation ou de déperdition d'oxygène ou dont on considère qu'il est peu probable qu'ils deviennent eutrophes ou subissent une déperdition d'oxygène à la suite du déversement d'eaux urbaines résiduaires.

(1) JO n° L 194 du 25. 7. 1975, p. 26. Directive modifiée par la directive 79/869/CEE (JO n° L 271 du 29. 10. 1979, p. 44).

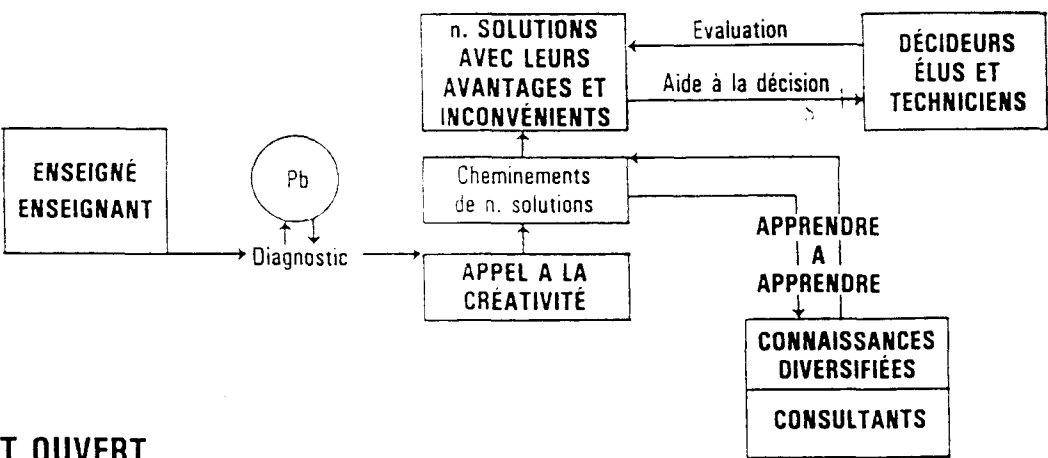
ANNEXE 26

Enseignement fermé et enseignement ouvert face à un problème.

Enseignement fermé et enseignement ouvert face à un problème.



1. ENSEIGNEMENT FERMÉ



2. ENSEIGNEMENT OUVERT

Source : Bernard TISSIER, Enseignement fermé, enseignement ouvert, N°12 des cahiers du CEFI, 1985.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	P. 5
RÉSUMÉ.....	P. 9
MOTS CLEFS.	P. 10
ABRÉVIATIONS UTILISÉES.....	P. 11
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	P. 13
CHAPITRE 1 : LES INSTITUTIONS ET LEURS RÔLES.....	P. 23
I) LA SITUATION FRANÇAISE.....	P. 25
I-1) Le cadre institutionnel et les acteurs.....	P. 25
I-2) Le financement des équipements d'assainissement.....	P. 25
I-2-1) L'autofinancement par les maîtres d'ouvrages.....	P. 26
I-2-2) Les interventions de l'État Central.....	P. 27
I-2-3) Les subventions des départements et des régions.....	P. 28
I-2-4) Les aides des Agences de l'Eau.....	P. 28
I-2-5) Les aides de la C.E.E.....	P. 29
I-2-6) Les emprunts et le rôle des organismes financiers.....	P. 29
I-2-7) Le financement par des entreprises privées.....	P. 29
I-2-8) Évolution de l'investissement.....	P. 29
I-3) Les principes auxquels doivent répondre les actions publiques et les affectations des sources de financement.....	P. 30
II) LA SITUATION ALLEMANDE.....	P. 31
II-1) Acteurs et institutions de l'eau en Allemagne.....	P. 32
II-1-1) Les acteurs.....	P. 32
II-1-2) <i>Bund et Länder</i>	P. 32
II-1-3) Structure du monde de l'ingénierie.....	P. 34
II-1-4) Acteurs et institutions chargés de la gestion des services.....	P. 37
II-2) Le financement des équipements d'assainissement.....	P. 37
II-2-1) La redevance "ABWAG".....	P. 37
II-2-2) Le prix de l'eau.....	P. 40
II-3) Les principes auxquels doivent répondre les actions publiques et affectations des sources de financement.....	P. 41
II-3-1) Les lois fédérales.....	P. 42
II-3-2) La planification.....	P. 43
II-3-3) <i>La. Wa. 2000</i> , un texte para-réglementaire important.....	P. 44
CONCLUSION DU CHAPITRE 1.....	P. 44
CHAPITRE 2 : LES RÉSEAUX.....	P. 44
I) LA SITUATION FRANÇAISE.....	P. 47
I-1) Évolution des normes écrites.....	P. 47
I-2) Évolution des pratiques.....	P. 52
I-2-1) Évolution du nombre de logements raccordés à un réseau d'assainissement.....	P. 52
I-2-2) Le linéaire de réseau.....	P. 53
I-2-3) Les filières techniques employées.....	P. 54
I-2-4) La remise en question partielle de l'évacuation immédiate des eaux pluviales.....	P. 57
I-2-5) Une meilleure prise en compte du fonctionnement des réseaux.....	P. 59
I-2-6) Évolutions des techniques utilisées lors des phases de construction, de réception et d'inspection.....	P. 66
I-3) Les normes non écrites.....	P. 68
I-3-1) Exemples "d'évidences techniques" fournis par notre questionnaire.....	P. 68
I-3-2) Un indicateur justifiant le discours sur le manque d'équipement.....	P. 72

II) LA SITUATION ALLEMANDE.....	P. 75
II-1) Évolution des normes écrites.	P. 75
II-1-1) Historique : le cas de Berlin à la fin du XIX ^{ème} siècle.	P. 75
II-1-2) Influences théoriques : les principes des docteurs IMHOFF et MAHR.	P. 78
II-1-3) <i>Arbeitsblätter</i> ATV - Un outil de normalisation puissant.	P. 84
II-2) Évolution des pratiques.	P. 87
II-2-1) Le parc technologique de réseaux d'assainissement.	P. 87
II-2-2) Techniques choisies pour la réduction de la pollution due aux rejets urbains par temps de pluie.	P. 88
II-2-3) Études de cas : quatre grandes villes allemandes et leurs réseaux.	P. 92
II-3) Les normes non écrites.	P. 98
II-3-1) L'état des réseaux : nouveau facteur d'évolution des normes et des pratiques ?	P. 98
II-3-2) Vers une plus grande attention accordée à la fiabilité des réseaux.	P. 100

CONCLUSION DU CHAPITRE 2. P. 102

CHAPITRE 3 : LES TECHNIQUES D'ÉPURATION. P. 105

I) LA SITUATION FRANÇAISE.	P. 107
I-1) Évolution des normes écrites.	P. 107
I-1-1) Vue de l'équipement.	P. 107
I-1-2) La normalisation sanitaire.	P. 108
I-2) Évolution des pratiques d'épuration.	P. 112
I-2-1) Des données nouvelles qui confirment un effort d'équipement réel.	P. 112
I-2-2) Un effort masqué par l'emploi de l'indicateur "taux de dépollution".	P. 114
I-2-3) Évolution des choix techniques	P. 115
I-3) L'impact déterminant des normes non écrites.	P. 122
I-3-1) Analyse des évolutions.	P. 122
I-3-2) Résultats d'enquêtes : des exemples de présupposés techniques favorables aux filières d'épurations complexes.	P. 131
II) LA SITUATION ALLEMANDE.	P. 133
II-1) Évolution des normes écrites et textes de références (Karl Imhoff, 1932 - entretien avec Monsieur Aldick).	P. 133
II-1-1) Le livre de référence du Docteur Karl Imhoff.	P. 133
II-1-2) Bases de dimensionnement.	P. 134
II-2) Les évolutions des pratiques d'épuration.	P. 136
II-2-1) Les pratiques engendrées par les recommandations du Docteur Imhoff.	P. 136
II-2-2) Le parc technologique actuel	P. 140
II-3) Analyse des pratiques : Le réel impact des normes écrites sur les choix techniques.	P. 147
II-3-1) Une planification locale puissante.	P. 148
II-3-2) L'impact réel mais limité des facteurs économiques.	P. 152
II-3-3) Des normes non écrites proches de celles ayant cours en France.	P. 153

CONCLUSION DU CHAPITRE 3. P. 156

CHAPITRE 4 : L'ASSAINISSEMENT AUTONOME. P. 157

I) LA SITUATION FRANÇAISE.	P. 159
I-1) Évolution de la réglementation : du refus à la tentative de promotion.	P. 159
I-2) Évolution du parc technologique d'assainissement autonome.	P. 164
I-2-1) Proportion de la population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome.	P. 164
I-2-2) Les techniques employées.	P. 165
I-3) Normes non écrites : des professionnels toujours réticents mais un certain renouveau sur le terrain.	P. 167
I-3-1) Des réticences qui perdurent.	P. 167
I-3-2) Un certain renouveau sur le terrain : les expérimentations.	P. 169

II) ALLEMAGNE : UNE POLITIQUE RELATIVE À L'ASSAINISSEMENT AUTONOME LIMITÉE.	P. 173
II-1) Une normalisation moins développée qu'en France.	P. 173
II-2) Le parc technologique d'assainissement autonome en Allemagne.	P. 173
II-2-1) Population relevant de l'assainissement autonome.	P. 173
II-2-2) Les techniques employées.	P. 173
II-3) Des usages plus défavorables à l'assainissement autonome qu'en France.	P. 177
CONCLUSION DU CHAPITRE 4.	P. 180
CHAPITRE 5 : UNE GÉNÉRALISATION POSSIBLE ?	P. 181
I-2) Le Programme d'Action Rhin.	P. 183
I-3) La directive européenne 91/271/CEE du 21 mai 1991.	P. 186
CONCLUSION GÉNÉRALE.	P. 191
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.	P. 197
BIBLIOGRAPHIE.	P. 201
ANNEXES.	P. 221
ANNEXE 1	
Questionnaire et lettres d'accompagnement envoyés aux Ingénieurs Sanitaires Départementaux.	P. 223
ANNEXE 2	
Questionnaire et lettres d'accompagnement envoyés aux Directeurs Départementaux de l'Équipement.	P. 227
ANNEXE 3	
Questionnaires et lettres d'accompagnement envoyés aux Chefs des Services des Equipements et Aménagements Ruraux.	P. 231
ANNEXE 4	
Questionnaire et lettres d'accompagnement envoyés aux Chefs des S.A.T.E.S.E.	P. 237
ANNEXE 5	
Questionnaire et lettres d'accompagnement envoyés aux Présidents des Conseils Départementaux d'Hygiène.	P. 241
ANNEXE 6	
Questionnaires et lettres d'accompagnement envoyés aux Directeurs des Services Techniques des communes de plus de 10.000 habitants.	P. 245
ANNEXE 7	
Questionnaire et lettre d'accompagnement envoyés aux Adjoints au Maire chargés du dossier "Assainissement et Epuration" dans les communes de moins de 10.000 habitants.	P. 249
ANNEXE 8	
Questionnaires et lettres d'accompagnement envoyés aux acteurs de l'assainissement allemands.	P. 253
ANNEXE 9	
Évolution du linéaire des différents types de conduites de réseaux d'égouts de villes françaises.	P. 259
ANNEXE 10	
Abaques fournis en 1928 par le docteur Karl Imhoff pour calculer les sections d'égout circulaires ou ovoïdes.	P. 263
ANNEXE 11	
Abaques fournis en 1928 par le docteur Karl Imhoff pour calculer les sections d'égout diverses.	P. 267
ANNEXE 12	
Méthode de dimensionnement des bassins d'orage fournie par la "feuille de travail" A.T.V. A128	P. 273

ANNEXE 13

Schéma du procédé de curage des réseaux Sietwolf. ----- P. 277

ANNEXE 14

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le bassin Artois-Picardie----- P. 280

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le bassin Rhin-Meuse----- P. 280

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le bassin Seine-Normandie----- P. 281

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le bassin Loire-Bretagne----- P. 281

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le bassin Adour-Garonne ----- P. 282

Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse ----- P. 282

ANNEXE 15

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français :
toutes capacités confondues----- P. 284

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]0 , 250]----- P. 285

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]250 , 500]----- P. 286

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]500 , 1.000]----- P. 287

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]1.000 , 2.500]----- P. 288

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]2.500 , 5.000]----- P. 289

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]5.000 , 10.000]----- P. 290

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]10.000 , 20.000]----- P. 291

Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents bassins français :
tranche de capacité (Eq.-Hab.) : Plus de 20.000----- P. 292

Nombre de stations d'épuration mises en service en fonction de la date selon les techniques utilisées. ----- P. 293

ANNEXE 16

Carte 2 : Nombre de stations d'épuration communales selon les départements à la date du 01/01/1989.----- P. 296

Carte 3 : Pourcentage de boues activées (aération prolongée, moyenne charge ou forte charge) selon les
départements à la date du 01/01/1989. ----- P. 296

Carte 4 : Pourcentage de boues activées aération prolongée, selon les départements à la date du 01/01/1989.-- P. 297

Carte 5 : Pourcentage de boues activées moyenne charge selon les départements à la date du 01/01/1989. --- P. 297

Carte 6 : Pourcentage de boues activées forte charge selon les départements à la date du 01/01/1989. ----- P. 298

Carte 7 : Pourcentage de lagunes selon les départements à la date du 01/01/1989.----- P. 298

Carte 8 : Pourcentage des filières lits bactériens et disques biologiques selon les départements à la date du
01/01/1989.----- P. 299

Carte 9 : Pourcentage de lits bactériens selon les départements à la date du 01/01/1989. ----- P. 299

Carte 10 : Pourcentage de disques biologiques selon les départements à la date du 01/01/1989.-----	P. 300
Carte 11 : Pourcentage de traitements primaires selon les départements à la date du 01/01/1989. -----	P. 300
ANNEXE 17	
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens <i>Länder</i> : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]0 , 250]-----	P. 302
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens <i>Länder</i> : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]250 , 500]-----	P. 302
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens <i>Länder</i> : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]500 , 1.000]-----	P. 303
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens <i>Länder</i> : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]1.000 , 2.500]-----	P. 303
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens <i>Länder</i> : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]2.500 , 5.000]-----	P. 304
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens <i>Länder</i> : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]5.000 , 10.000]-----	P. 304
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens <i>Länder</i> : tranche de capacité (Eq.-Hab.) :]10.000 , 20.000]-----	P. 305
Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens <i>Länder</i> : tranche de capacité (Eq.-Hab.) : Plus de 20.000-----	P. 305
ANNEXE 18	
Carte 12: Pourcentage de boues activées (aération prolongée, moyenne charge ou forte charge) selon les Länder à la date du 01/01/1989.-----	P. 308
Carte 13 : Pourcentage de lagunes selon les Länder à la date du 01/01/1989. -----	P. 308
Carte 14 : Pourcentage des filières lits bactériens et disques biologiques selon les Länder à la date du 01/01/1989 -----	P. 309
Carte 15 : Pourcentage de lits bactériens selon les Länder à la date du 01/01/1989.-----	P. 309
Carte 16 : Pourcentage de disques biologiques selon les Länder (01/01/1989). -----	P. 310
Carte 17 : Pourcentage de traitements primaires selon les Länder (01/01/1989).-----	P. 310
ANNEXE 19	
Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le <i>Land</i> de Rhénanie-Palatinat-----	P. 311
ANNEXE 20	
Évolution du parc de stations d'épuration communales dans le <i>Land</i> du Bade-Wurtemberg-----	P. 314
Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration dans le <i>Land</i> du Bade Wurtemberg selon les tranches de capacité (Eq-hab).-----	P. 315
ANNEXE 21	
Évolution du pourcentage des tranches de capacité (en Eq.-Hab.) des stations d'épuration dans les parcs des différents bassins français.-----	P. 317
ANNEXE 22	
Bilan des rejets et planification de la politique d'épuration en Bade-Wurtemberg.-----	P. 319
ANNEXE 23	
Descriptif des différents dispositifs d'assainissement autonome.-----	P. 323

ANNEXE 24

Réductions des rejets industriels et communaux prévues par le Plan d'Action Rhin. -----P. 329

ANNEXE 25

Définition des zones sensibles données par la directive européenne 91/271/CEE du 21 mai 1991.-----P. 331

ANNEXE 26

Enseignement fermé et enseignement ouvert face à un problème-----P. 333

TABLE DES MATIÈRES.-----P. 335

INDEX DES TABLEAUX.-----P. 341

INDEX DES ILLUSTRATIONS DU TEXTE PRINCIPAL. -----P. 347

INDEX DES TABLEAUX.

Tableau 1 : Retours des questionnaires.....	P. 19
Tableau 2 : Causes des absences de réponse.	P. 20
Tableau 3 : Échantillon de communes de moins de 10.000 habitants auxquelles appartiennent les techniciens et élus qui ont répondu.	P. 20
Tableau 4 : Échantillon de communes de plus de 10 000 habitants auxquelles appartiennent les techniciens et élus qui ont répondu lors du premier questionnaire.	P. 21
Tableau 5 : Échantillon de communes de plus de 10.000 habitants auxquelles appartiennent les techniciens et élus qui ont répondu lors du second questionnaire.	P. 21
Tableau 6 : Liste des autorités responsables en matière d'eau.	P. 34
Tableau 7 : Valeur d'une unité de pollution.	P. 38
Tableau 8 : Assiette de la redevance "ABWAG".	P. 38
Tableau 9 : Principaux textes relatifs aux eaux usées.	P. 41
Tableau 10 : Valeurs maximales admises, <i>Rahmen-Abwasser VwV, Anhang 1</i> , 1989.	P. 43
Tableau 11 : Évolution du nombre de logements appartenant à un immeuble à usage principal d'habitation raccordés à l'égout.	P. 53
Tableau 12 : Évolution du nombre de logements appartenant à un immeuble présentant au moins un logement d'habitation raccordés à l'égout.	P. 53
Tableau 13 : Recensement des réponses.	P. 54
Tableau 14 : Kilométrage des différents types de conduites selon les voies techniques choisies par les communes.	P. 55
Tableau 15 : Répartition du linéaire par nature des réseaux.	P. 55
Tableau 16 : Nombre de logements relevant de différentes techniques.	P. 56
Tableau 17 : Évolution du parc de bassins de retenue d'eaux pluviales dans 16 départements.	P. 57
Tableau 18 : Exemple de répartition des dépenses.	P. 59
Tableau 19 : Évolution des objectifs poursuivis à l'aide de la gestion automatisée dans les collectivités exploitant un système de conduite immédiate.	P. 62
Tableau 20 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs français aux actions visant à améliorer la fiabilité des réseaux existants.	P. 68
Tableau 21 : Principales réponses à la question "quelles sont les causes de dysfonctionnement du réseau d'assainissement qui dessert votre commune?".....	P. 69
Tableau 22 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs français à la construction de nouveaux réseaux.	P. 70
Tableau 23 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs français à l'extension des réseaux existants.	P. 70
Tableau 24 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs français à la construction de bassins de retenue d'eaux pluviales	P. 71

Tableau 25 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs français aux actions d'information à mener auprès des usagers potentiels sur les techniques d'infiltration des eaux pluviales.	P. 71
Tableau 26 : Valeurs du coefficient d'agglomération.	P. 73
Tableau 27 : Caractéristiques essentielles des égouts généralement construits à Berlin à la fin du XIX ^{ème} siècle.	P. 76
Tableau 28 : Valeur des effluents de temps sec et des débits d'eaux de pluie en fonction du caractère de la construction d'après le docteur Karl IMHOFF.	P. 81
Tableau 29 : Techniques employées en matière de réseaux d'assainissement dans les différents <i>Länder</i> .	P. 87
Tableau 30 : Techniques employées en matière de réseaux d'assainissement selon la taille des communes.	P. 87
Tableau 31 : Nombre de bassins de pollution existant dans chaque <i>Land</i> en 1987.	P. 88
Tableau 32 : Pollution engendrée par les eaux pluviales.	P. 89
Tableau 33 : Volume moyen annuel d'eau pluviale qui s'écoule du bassin de pollution vers le milieu récepteur.	P. 89
Tableau 34 : Charge polluante moyenne annuelle due aux eaux pluviales après un passage des eaux de pluies en station de type "traitement biologique".	P. 90
Tableau 35 : Rendement du dispositif "Bassin de pollution + Station".	P. 90
Tableau 36 : Coût de construction des bassins de pollution.	P. 91
Tableau 37 : Valeur actuelle de la construction d'un parc de bassins de pollution.	P. 91
Tableau 38 : Coûts de fonctionnement des bassins de pollution en 1986.	P. 91
Tableau 39 : Capacités de stockage réalisées ou à réaliser à Hambourg.	P. 95
Tableau 40 : Techniques employées pour la rénovation des réseaux.	P. 99
Tableau 41 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à la construction de nouveaux réseaux.	P. 100
Tableau 42 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à l'amélioration de la fiabilité des réseaux.	P. 100
Tableau 43 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à la construction de bassins de retenue d'eaux pluviales.	P. 100
Tableau 44 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands aux actions information relative aux techniques d'infiltration des eaux pluviales.	P. 101
Tableau 45 : Normes de rejet des stations formulées par la circulaire du 7 juillet 1970.	P. 110
Tableau 46 : Valeurs maximales des rejets des stations formulées par la circulaire du 10 juin 1976.	P. 111
Tableau 47 : Évolution de la desserte en épuration.	P. 113
Tableau 48 : Évolution de l'équipement en épuration.	P. 113
Tableau 49 : Données relatives à la pollution des eaux présentes dans l'état de l'environnement 1991-1992.	P. 114
Tableau 50 : Évolution des boues activées-aération prolongée.	P. 119
Tableau 51 : Évolution des lits bactériens.	P. 119

Tableau 52 : Évolution du traitement primaire. -----	P. 119
Tableau 53 : Évolution des lagunes.-----	P. 119
Tableau 54 : Techniques d'épuration utilisées.-----	P. 121
Tableau 55 : Techniques d'épuration employées pour les stations de petites capacités.-----	P. 123
Tableau 56: Les principales difficultés rencontrées dans l'exploitation des boues activées-aération prolongée selon différents acteurs départementaux.-----	P. 124
Tableau 57 : Causes du succès de la filière boues activées d'après les techniciens des S.A.T.E.S.E. -----	P. 124
Tableau 58 : Opinions des agents des D.D.E., D.D.A.F. et C.D.H. sur les lits bactériens. -----	P. 125
Tableau 59 : Opinions des agents des S.A.T.E.S.E. sur les lits bactériens.-----	P. 126
Tableau 60 : La maîtrise d'oeuvre des lits bactériens en bassin Adour-Garonne-----	P. 126
Tableau 61 : Opinions sur les lagunes formulées par des acteurs appartenant aux D.D.A.F., S.A.T.E.S.E et aux C.D.H.-----	P. 129
Tableau 62 : Réponse des professionnels sur la priorité à donner à la construction de nouvelles stations d'épuration.-----	P. 131
Tableau 63 : Réponse des professionnels sur la priorité à donner aux actions visant à améliorer la fiabilité des stations d'épuration existantes.-----	P. 132
Tableau 64 : Causes de dysfonctionnement des stations d'épuration communales.-----	P. 132
Tableau 65 : Quantités de matières des eaux usées ordinaires d'une ville allemande avec une consommation d'eau de 150 litres par habitant. -----	P. 133
Tableau 66 : Age des boues en fonction des objectifs.-----	P. 136
Tableau 67 : Données concernant les <i>Länder</i> de Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen, Bremen, Berlin. -----	P. 140
Tableau 68 : Données concernant le <i>Land</i> de Rhénanie du Nord-Westphalie -----	P. 141
Tableau 69 : Données concernant le <i>Land</i> de Hesse-----	P. 141
Tableau 70 : Données concernant le <i>Land</i> de Sarre.-----	P. 142
Tableau 71 : Données concernant le <i>Land</i> de Rhénanie-Palatinat. -----	P. 142
Tableau 72 : Rhénanie-Palatinat, détail des différentes filières techniques.-----	P. 142
Tableau 73 : Évolution du parc de Rhénanie-Palatinat.-----	P. 142
Tableau 74 : État du parc bavarois. -----	P. 143
Tableau 75 : Données concernant le <i>Land</i> de Bade-Wurtemberg. -----	P. 144
Tableau 76 : Évolution du parc du Bade-Wurtemberg.-----	P. 144
Tableau 77 : Les principales filières en % du parc du <i>Land</i> .-----	P. 145
Tableau 78 : Travaux à réaliser en priorité I en SARRE.-----	P. 148
Tableau 79 : Travaux à réaliser en priorité II en SARRE.-----	P. 148

Tableau 80 : Travaux à réaliser en priorité III en SARRE.	P. 149
Tableau 81 : Investissements consentis en Rhénanie du Nord Westphalie.	P. 149
Tableau 82 : Évolution des rejets en Rhénanie du Nord Westphalie.	P. 150
Tableau 83 : Rejet des stations fin novembre 1989.	P. 150
Tableau 84 : Volumes d'eaux rejetées par les réseaux unitaires en temps de pluie.	P. 150
Tableau 85 : Les travaux de mise à niveau des stations existantes	P. 151
Tableau 86 : Capacité des stations dont la construction a été planifiée début 1988.	P. 151
Tableau 87 : Investissement consenti dans le Bade-Wurtemberg pour la remise à niveau du parc de stations.	P. 151
Tableau 88 : Coût du programme du <i>Land</i> de Basse Saxe.	P. 152
Tableau 89 : Structure du prix des stations d'épuration allemandes.	P. 152
Tableau 90 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à la construction de nouvelles stations.	P. 154
Tableau 91 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à l'ajout d'une étape de traitement tertiaire.	P. 154
Tableau 92 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à l'amélioration de la fiabilité des stations existantes	P. 154
Tableau 93 : Réponses à la question "Les stations d'épuration fonctionnent-elles de manière optimale ?"	P. 154
Tableau 94 : Réponses à la question "Les boues activées présentent-elles des inconvénients ?"	P. 154
Tableau 95 : Réponses à la question "Les lits bactériens sont-ils dépassés ?"	P. 155
Tableau 96 : Proportion de la population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome selon divers organismes.	P. 164
Tableau 97 : Pourcentage de la population raccordée à un dispositif d'assainissement autonome selon les réponses des techniciens municipaux.	P. 165
Tableau 98: Filières techniques les plus utilisées.	P. 166
Tableau 99 : Difficultés le plus fréquemment évoquées par les professionnels de l'eau.	P. 166
Tableau 100 : Jugement des professionnels sur l'assainissement autonome.	P. 167
Tableau 101 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs à la mise en place d'un service public chargé de gérer collectivement l'assainissement autonome.	P. 168
Tableau 102 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs aux actions visant à informer les usagers potentiels sur l'assainissement autonome	P. 168
Tableau 103 : Opinion des communes vis-à-vis de l'assainissement autonome regroupé.	P. 169
Tableau 104 : Coût par opération.	P. 171
Tableau 105 : Pourcentage de la population relevant de l'assainissement autonome selon les <i>Länder</i> - données 1989.	P. 173
Tableau 106 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le <i>Land</i> de Bade-Wurtemberg selon dix sources différentes.	P. 174

Tableau 107 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le <i>Land</i> de Bavière selon quatre sources différentes.	P. 174
Tableau 108 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le <i>Land</i> de Hesse.	P. 175
Tableau 109 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le <i>Land</i> de Basse Saxe selon deux sources différentes.	P. 175
Tableau 110 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le <i>Land</i> de Rhénanie du Nord Westphalie selon cinq sources différentes.	P. 175
Tableau 111 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le <i>Land</i> de Rhénanie Palatinat selon quatre sources différentes.	P. 176
Tableau 112 : Morphologie du parc technologique de dispositif d'assainissement autonome dans le <i>Land</i> de Sarre selon deux sources différentes.	P. 176
Tableau 113 : Morphologie du parc technologique de dispositifs d'assainissement autonome dans le <i>Land</i> du Schleswig-Holstein selon deux sources différentes.	P. 176
Tableau 114 : Connaissance par les acteurs de l'importance de l'assainissement autonome.	P. 178
Tableau 115 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands à la constitution d'un service public d'assainissement autonome.	P. 178
Tableau 116 : Niveaux de priorité donnés par différents acteurs allemands aux actions d'information sur l'assainissement autonome.	P. 179
Tableau 117 : Jugement des professionnels allemands sur l'assainissement autonome.	P. 179
Tableau 118 : Opinion des communes vis-à-vis de l'assainissement autonome regroupé en zones urbaines peu denses.	P. 179
Tableau 119 : Opinion des communes vis-à-vis de l'assainissement autonome regroupé en zones rurales.	P. 180
Tableau 120 : Exigences minimales pour les rejets provenant de stations d'épuration communales.	P. 184
Tableau 121 : Nombre de stations disponibles dans le bassin du Rhin en 1985.	P. 184
Tableau 122 : Capacités disponibles dans le bassin du Rhin en 1985 en millions d'équivalents-habitants.	P. 185
Tableau 123 : Nombre de stations qui doivent être disponibles dans le bassin du Rhin en 1995 selon le programme d'action	P. 185
Tableau 124 : Capacités qui doivent être disponibles dans le bassin du Rhin en 1995 selon le programme d'action	P. 185
Tableau 125 : Nombre de stations répondant aux exigences minima.	P. 185
Tableau 126 : Capacité des stations répondant aux exigences minima.	P. 186
Tableau 127 : Totalité des investissements prévus dans toutes les stations communales d'une capacité supérieure à 5.000 équivalents habitants.	P. 186
Tableau 128 : Investissements prévus par habitant (en DM).	P. 186
Tableau 129 : Prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux résiduaires urbaines.	P. 187
Tableau 130 : Prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux résiduaires urbaines et effectués dans des zones sensibles sujettes à eutrophisation.	P. 188

INDEX DES ILLUSTRATIONS DU TEXTE PRINCIPAL.

Schéma 1 : Institutions de l'eau en France.-----	P. 24
Schéma 2 : Les circuits de financement-----	P. 26
Schéma 3 : Évolution des investissements.-----	P. 30
Schéma 4 : Les acteurs de l'eau en Allemagne.-----	P. 32
Schéma 5 : Genèse d'un équipement d'assainissement, cas général.-----	P. 35
Graphique 1 : Évolution des techniques en matière de réseau d'assainissement sur un échantillon de 53 villes.-----	P. 57
CARTE 1 : Nombre de bassins de retenue selon les départements au 01/01/1988-----	P. 58
Schéma 6 : Dispositif d'injection de résine acrylique téléguidé.-----	P. 65
Schéma 7 : Injection d'élastomères dans les canalisations visitables.-----	P. 65
Schéma 8 : Gainage par inversion.-----	P. 66
Schéma 9 : "Pollution brute" en l'absence d'interconnexion.-----	P. 73
Schéma 10 : "Pollution brute" en cas d'interconnexion.-----	P. 74
Croquis 1 : Profil des égouts adopté à Berlin.-----	P. 76
Graphique 2 : Estimation du débit des eaux pluviales d'après Karl IMHOFF.-----	P. 80
Graphique 3 : Calcul sommaire d'après la longueur, la vitesse d'écoulement (estimée) et le coefficient de ruissellement.-----	P. 80
Graphique 4 : Courbes d'intensité de la pluie en fonction de sa durée.-----	P. 81
Graphique 5 : Coefficient d'intensité de la pluie en fonction de sa durée.-----	P. 82
Schéma 11 : Le système POLIS.-----	P. 99
Schéma 12 : Nombre de stations d'épuration mises en service en fonction de la date pour chaque bassin.-----	P. 116
Schéma 13 : Nombre de stations d'épuration mises en service en fonction de la date pour l'ensemble du territoire français.-----	P. 116
Schéma 14 : Évolution du pourcentage des principales filières d'épuration.-----	P. 118
Graphique 6 : Évolution des techniques d'épuration.-----	P. 121
Schéma 15 : Schéma de principe d'une boue activée.-----	P. 139
Graphique 7 : Pourcentage des principales filières d'épuration dans les parcs des différents anciens <i>Länder</i> : toutes capacités confondues-----	P. 140
Graphique 8 : Pourcentage des tranches de capacité (en Eq-Hab) des stations d'épuration dans les parcs technologiques des différents anciens <i>Länder</i> .-----	P. 146

Graphique 9 : Pourcentage des tranches de capacité (en Eq-Hab) des stations d'épuration dans les parcs technologiques des différents bassins français. -----	P. 146
Schéma 16 : Un traitement biologique de l'Azote impossible par les stations conventionnelles.-----	P. 147
Graphique 10 : Indices des prix allemands des éléments pour la construction d'une station .-----	P. 153