HAL
open science

Apports de la gestion industrielle au management des périmètres irrigués : comment mieux piloter la production ?

Jacques Claude René Rey

To cite this version:

Jacques Claude René Rey. Apports de la gestion industrielle au management des périmètres irrigués : comment mieux piloter la production ?. Gestion et management. École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 1996. Français. NNT : 1996ENMP0599 . tel-00425111

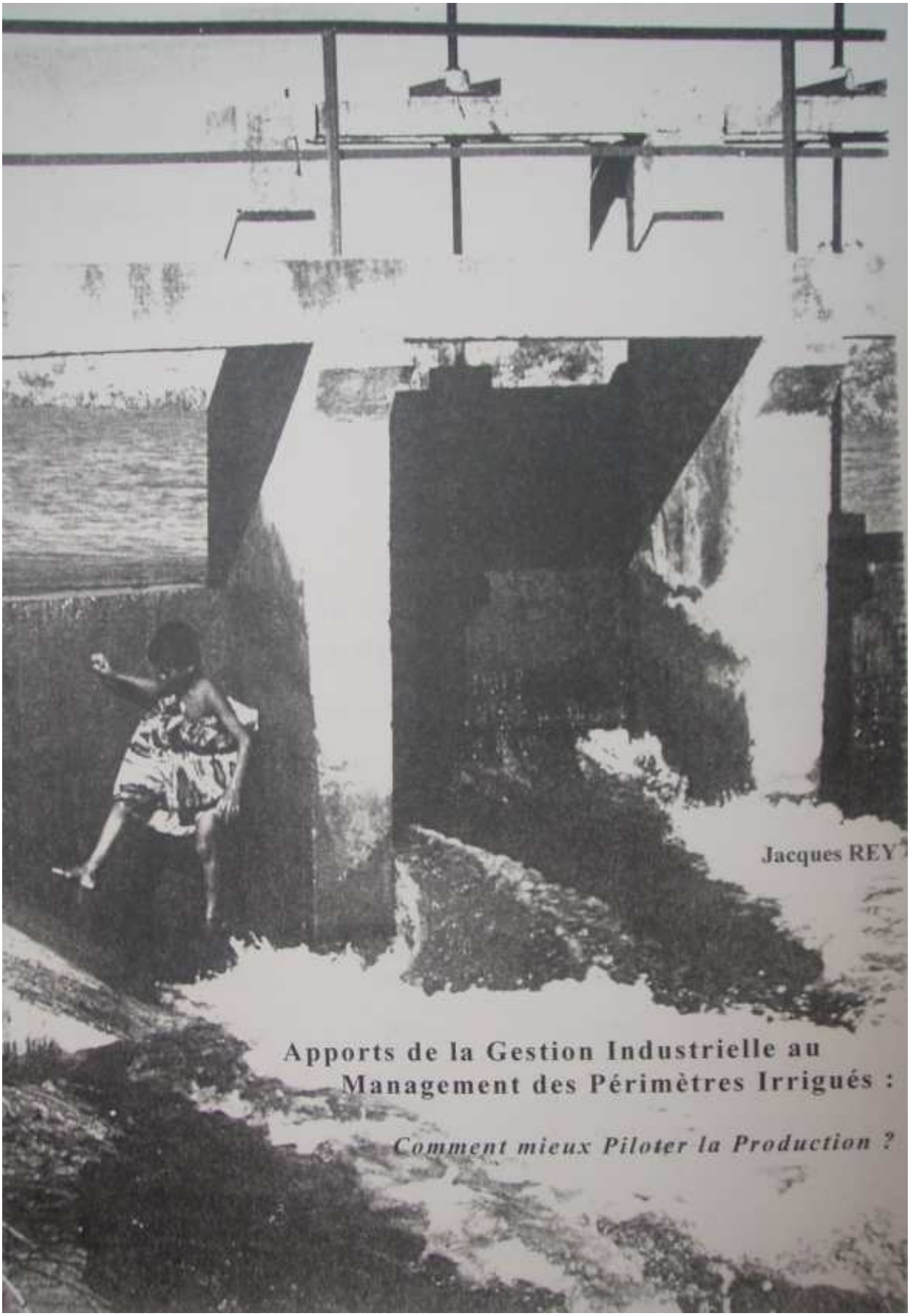
HAL Id: tel-00425111

https://pastel.hal.science/tel-00425111v1

Submitted on 20 Oct 2009

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.



Jacques REY

Apports de la Gestion Industrielle au Management des Périmètres Irrigués :

Comment mieux Piloter la Production ?

Thèse de doctorat
en
Ingénierie et Gestion

Délivrée par l'école nationale
supérieure des mines de Paris

Centre de gestion scientifique

Jacques REY

Apports de la Gestion Industrielle au Management des Périmètres Irrigués :

Comment mieux piloter la Production ?

Soutenue à Paris le 29 Février 1996 devant le jury composé de :

Jean-Claude Moisdon	***ENSMP***	*Président du jury*
Claude Millier	***ENGREF***	*Rapporteur*
Louis-Georges Soler	***INRA***	*Rapporteur*
Alain Henry	***CFD***	*Examinateur*
Jacob Kijne	***IIMI***	*Examinateur*
Hugues Molet	***ENSMP***	*Directeur de thèse*
Rémy Pochat	***Cemagref***	*Examinateur*
Jean Verdier	***Agromip***	*Examinateur*

ENSMP - Cemagref - IIMI

Résumé

Deux idées directrices sont à l'origine de cette thèse : (1) la gestion de l'eau dans les périmètres irrigués pose problème et nombre d'interventions conduites pour l'améliorer pèchent par manque de réalisme : pas assez opérationnelles pour être vraiment pertinentes, pas assez globales pour être durablement efficaces, (2) le recours à une analogie entre les périmètres irrigués et les entreprises industrielles peut être éclairant pour mettre à jour certaines spécificités des périmètres en tant que systèmes de production particuliers et déterminer si l'expertise accumulée pour améliorer la gestion des systèmes de production industriels peut être en partie mobilisée.

Le système "périmètre irrigué" peut être considéré comme un ensemble de systèmes de production au sens de la gestion des entreprises. Il comprend des systèmes de production d'eau maîtrisée, fournisseurs de systèmes de production agricoles (dont un système de production d'eau maîtrisée principal, fournisseur de tous les systèmes de production agricoles du périmètre). L'approche par analogie avec le fonctionnement des systèmes de production industriels permet de mettre en évidence un certain nombre de spécificités qui sont à l'origine de difficultés de gestion et rendent l'étude de ce système originale. En ce qui concerne la production d'eau maîtrisée, ces spécificités portent sur la prise en compte du caractère aléatoire de l'approvisionnement en matière première (eau non maîtrisée), sur la spatialisation, la complexité du processus de production d'eau maîtrisée et surtout l'ambiguïté des mécanismes permettant de gérer l'offre et la demande en eau maîtrisée aux interfaces de gestion. Ces spécificités vont dans le sens d'une relative complexité du système de pilotage de la performance à mettre en oeuvre dans ce système de production par rapport à un cadre industriel standard. Le contexte à considérer est fortement multiacteur et multiobjectif.

Comme les systèmes de production industriels, les périmètres irrigués sont condamnés à évoluer rapidement en fonction de déterminants certes différents mais tout aussi variés : besoins alimentaires croissants, instabilités des marchés des biens agricoles, compétition sur la ressource en eau... La perception d'une nécessité d'amélioration au sens d'une meilleure productivité, d'une meilleure rentabilité et de meilleures normes d'efficience et de non pollution entraîne ainsi des interventions de toutes sortes sur le processus de production d'eau maîtrisée dans les périmètres irrigués. Ces interventions n'ont pas su générer, à ce jour, un flux d'innovations en techniques de gestion comparable, en amplitude et en impact, à celui observé en milieu industriel au cours des dernières années. L'éclosion et la dissémination de réelles avancées pourraient avoir été freinées par une sous-estimation de la complexité des systèmes de pilotage de la performance dans les périmètres et un manque d'outils pour analyser ces systèmes de façon globale.

D'où la thèse défendue :

Sans "ré-ingénierie" du système de pilotage, les interventions visant à améliorer la production "d'eau maîtrisée" dans un périmètre irrigué ont toutes les chances d'être non pertinentes et non durables.

La défense de la thèse passe par la mise au point d'un mode de représentation générique du système de pilotage de la production "d'eau maîtrisée" sur un périmètre irrigué. Cette étape permet d'émettre des réserves sur la pertinence d'interventions qui n'aborderaient pas la problématique du pilotage de façon globale. Utilisé dans un cadre de diagnostic, le mode de représentation obtenu permet en outre de faire le lien entre les faiblesses techniques du système de pilotage représenté, qui trahissent des difficultés à déployer certains objectifs stratégiques, et des carences plus profondes du système de production, à l'origine de ces faiblesses. Au-delà du diagnostic il est alors possible d'énoncer les principes d'une théorie sommaire de l'intervention sur les périmètres irrigués, présentant quelques garanties de durabilité. L'accent est mis sur la nécessité de mobiliser les acteurs autour du projet d'amélioration de leur système en les associant de façon opérationnelle à l'étape de représentation et en ouvrant ainsi la voie à une mise à plat "participative" du système de pilotage pouvant entraîner sa reconfiguration. Cette démarche fait quelques emprunts, sans doute encore trop timides, aux outils utilisés pour conduire des interventions globales sur les systèmes de production industriels : le contrôle de gestion stratégique, l'analyse des systèmes d'information et la ré-ingénierie.

Si la théorie développée permet souvent d'expliquer a posteriori les insuffisances de la pratique, on ne peut bien sûr y voir la preuve qu'elle est à même d'en garantir a priori le succès. Ce dernier est conditionné par la volonté et la capacité d'un intervenant externe et des acteurs internes d'une organisation à confronter leurs représentations du système de pilotage, avec un objectif de progrès. A l'examen de quelques cas, on constate que c'est un préalable rarement réalisé au départ d'une intervention ; il faut donc y travailler au cours de son déroulement...

Certaines des notions développées précédemment sont presque des évidences dans une perspective rationnelle de gestion d'entreprise (analyse des systèmes de pilotage, formalisation des interventions, méthode participative de l'introduction d'innovations) ; néanmoins, les logiques d'intervention des acteurs externes de l'amélioration sur les périmètres irrigués ont sans doute conduit à trop négliger ces champs de réflexion. Le détour paraît aujourd'hui nécessaire pour faire avancer les vrais acteurs internes des systèmes vers une meilleure compréhension des logiques qui les gouvernent et leur permettre ainsi d'exprimer clairement leurs besoins.

Abstract

Improving the performance of irrigation systems by promoting better management is a fashionable subject. Unfortunately, the definitions of "performance" and "management" are among the most controversial in the irrigation community. This failure to grasp the true meaning of such crucial terms has often led to misunderstandings and confusion. This thesis intends to bring the debates to a more neutral and raisonably well understood territory : the field of industrial production systems. The underlying hypothesis of this approach is that the terms of an analogy between the "production process" of water in an irrigation system and a standard industrial process can be made more precise and this should allow irrigation managers to derive lessons from the methods used in industry. Moreover, the specific objective of this thesis is to define the basics of a method of intervention for analysis and improvement of water management performance in irrigation systems inspired by the experiences and concepts of industrial management.

The main terms of the *analogy* are initially discussed : boundaries of production systems, product, production process and management methods. While recognizing that production processes in irrigation present some strong specificities, it is then proposed to adopt the perspective of most interventions in industry and to work on a *representation* of the management system supporting the production of water. The principal features of this representation are discussed at some length ; one distinguishes clearly three levels of management : (1) Seasonal allocation of ressources, (2) Water issues scheduling, (3) Operation of hydraulic structures, and two main types of coordination between the managers of these different levels : (1) Hierarchical coordination from the first level downwards and (2) Nonhierarchical coordination between managers of a same level looking after a particular production process. It is then mentioned that classical methods used for analysing and designing information systems can be mobilized for clarifying the activities of the different managers within the framework provided by the representation.

The use of the previous representation of the management system is finally put into perspective within the three stages of a *method of intervention*. Since the performance of a production system can only be judged by relating objectives and outputs of its production processes, it is considered as natural to use a representation emphisizing and clarifying these processes to perform a diagnosis. It is argued that the weaknesses of the management system detected through the analysis of the represention are in fact, explicit symptoms of the dysfonctionality of the production system with regard to the objectives. This assertion can greatly facilitate the diagnostic phase of an intervention and permits to focus thereafter the involvement of experts (mainly technical, managerial and institutional fields) whose role will be to find out the true causes underlying these weaknesses and to propose actions for curing them.

The experience accumulated through consulting in industry tends to validate the three stages proposed as an approach for intervening on a production system : representation, symptoms of dysfonctionality, cause of dysfonctionality. This approach can only be put in practice if the different managers of the system considered are involved from the beginning in the process of defining, understanding and criticizing a global and shared representation of their management system ; in that sense, this approach is indeed very close to the concept of reengineering recently popularized by management consultants in industry.

Responsables mais pas coupables*

Hugues Molet a beau dire qu'il n'a accepté de me prendre en thèse que pour mettre fin à un coup de téléphone de plus de vingt minutes entre Colombo et Paris ; en fait, il aurait pu refuser.

Sans l'exemple attendrissant des trois éléphants de la division irrigation du Cemagref Montpellier, Pascal Kosuth, Pierre-Olivier Malaterre (plus connu sous le nom de "POM") et Jean-Pierre Baume, je n'aurais peut-être pas fait d'irrigation. La responsabilité du premier cité est fortement engagée car c'est avec lui que j'ai commis, entre autres sommets, un DEA.

Sans l'appui indéfectible de Jean-Pierre Troy et de Rémy Pochat (plus connu sous le nom de "Chairman du Réseau"), je n'aurais peut-être pas goûté au fruit défendu de la recherche internationale, à l'IIMI, ni pu rédiger cette thèse.

Sans mon équipe "choc" de Colombo, Manju Hemakumara, Charlene Ludowyke et Margaret Fernando, je n'aurais jamais pu approcher puis battre le record individuel toute catégorie de kilométrage entre Colombo et le périmètre irrigué de Kirindi-Oya.

Sans la base arrière du Pakistan, tenue par mes compères de l'IIMI Pierre Strosser et Marcel Kuper et où sévit également Zaighum Habib, ma vision des canaux principaux serait restée bloquée à dix mètres cubes seconde.

Sans les assauts répétés des infatigables débatteurs d'idées de l'IIMI -comment les citer tous-, j'aurais sans doute moins réfléchi et pris plus de vacances ; méritent tout particulièrement un blâme : Hilmy Sally, Chris Perry, Hammond Murray-Rust, Roberto Lenton, Charles Abernethy, Jacob Kijne, Charles Nijman, R. Sakthivadivel, P.S. Rao, Jean Verdier, Doug Vermillion, Margreet Zwarteveen, M. Samad, Doug Merrey, Kazunori Kato, Khalid Mohtadullah, B.R. Ariyaratne, P.G. Somaratne, P. Aluwihare... mais de nombreux autres peuvent être également soupçonnés.

Sans mes complices du département d'irrigation du Sri-Lanka, rien de tout ce que les prévenus précédents auraient pu me dire n'aurait finalement eu d'importance ; que U.S. Wijesekera, M. Mohanrajah, G.G. Godaliyadda, H.A. Karunasena, H.M. Jayatilleke, S.A.P. Samarasinghe, P.W.C. Dayaratna, B.M.S. Samaresekera ouvrent la première vanne s'ils s'estiment sans responsabilités.

Sans Daniel Renault et Sophie Lamacq, mon transfert de Colombo à Montpellier eût été moins facile. Le premier me chassa là-bas d'un bureau, la deuxième partagea ici le sien ; des tropiques au territoire des chasseurs de thèses Montpelliérains.

Sans l'inconscience, donc, de tous et en premier lieu de Hugues Molet, Jean-Claude Moisdon, Claude Millet, Louis-Georges Soler, Alain Henry, Jacob Kijne, Rémy Pochat et Jean Verdier, qui portent "l'affaire" sur la place publique,...aurait pu être évitée une interprétation,..que d'aucuns ne manqueront pas de juger fort dissonnante,...de la partition,...par ailleurs ô combien subtile,...des valses de vannes...

Lecteur, tu les haïras ; moi, je leur dis merci.

"Musique, pour Britta..." [Ramiken, 1996].

* Il va sans dire (et encore mieux en le disant) que les erreurs d'interprétation, omissions et autres inexactitudes qui se seraient sournoisement glissées dans le texte n'engagent que l'auteur, en aucun cas les individus et organismes partenaires. Elles sont le fruit de l'ignorance, non de la malice.

Table des matières

Résumé ..... **v**

Abstract ..... **vii**

Responsables mais pas coupables ..... **ix**

Table des matières ..... **xi**

Figures ..... **xv**

Tableaux ..... **xvii**

ET POUR UNE THESE DE PLUS... ..... **1**

1.1. Recherche appliquée dans le cadre de l'IIMI 1
1.2. En gestion, les innovations viennent des entreprises industrielles 3
1.3. Mosaïque 5

IRRIGATION, INDUSTRIE : MEME COMBAT ? **7**

2.1. Six mille familles dans le sud du Sri-Lanka : Kirindi-Oya 7
2.2. Description naturaliste des périmètres irrigués 12
2.2.1. Irrigation 12
2.2.1.1.D'où vient cette pratique ? 13
2.2.1.2.Pourquoi cette pratique ? 13
2.2.1.3.Aujourd'hui dans le monde. 14
2.2.1.4.Des techniques différentes. 16
2.2.2. Périmètres irrigués 18
2.2.2.1.Où les eaux s'en mêlent. 18
2.2.2.2.Dépendance et interdépendance 20
2.2.2.3.Pas de système sans institutions. 20
2.3. Lecture en terme de système de production industriel 22
2.3.1. Quel cheval pour quelle Troie ? 22
2.3.1.1.Le management comme clé de l'action. 22
2.3.1.2.Un concept intégrateur : l'organisation. 23
2.3.1.3.Une organisation qui produit et vend : l'entreprise. 24
2.3.2. Les termes de l'analogie 25
2.3.2.1.Quel(s) système(s) de production ; frontières 25
2.3.2.2.Produits, services. 31
2.3.2.3.Machines, processus. 36
2.3.2.4.Logique de pilotage. 38
2.3.3. Quelques spécificités des périmètres irrigués 43
2.3.3.1.La production d'eau maîtrisée 43
2.3.3.2.La production de biens agricoles 46
2.4. Parés pour la bataille 48

DE VRAIS PROBLEMES ET DES SOLUTIONS EN PANNE **49**

3.1. Une récolte de riz pour trois saisons d'irrigation 49
3.2. Problèmes d'aujourd'hui 51

3.2.1. Préoccupation internationale ; urgences régionales 51
3.2.1.1.La demande en eau. 51
3.2.1.2.Où trouver l'eau ? 52
3.2.1.3.La demande en nourriture. 54
3.2.1.4.Quadrature du cercle et missions pour l'irrigation. 55
3.2.2. Des objectifs de performance mal articulés. 56
3.2.2.1.Qui déploie quelle stratégie ? 56
3.2.2.2.Déployer..., un art difficile. 57
3.2.2.3.Redescendre, un jour, au niveau des vannes. 58
3.2.2.4.Ce que l'industrie sait et applique parfois. 62
3.3. Tentatives d'amélioration 64
3.3.1. Les grandes tendances. 64
3.3.2. Les acteurs du changement 68
3.3.3. Analyses naturalistes d'expériences de changement 69
3.3.3.1.Tendance "modernisation des machines". 69
3.3.3.2.Tendance "modernisation des hommes". 74
3.3.3.3.Tendance "modernisation des institutions". 77
3.4. Quel levier proposer ? 81
3.4.1. Deux choix. 81
3.4.1.1.Un point d'ancrage : représentation du système de pilotage. 81
3.4.1.2.Une démarche : réanimer le système de pilotage. 82
3.4.2. Que dit la recherche en gestion ? 82
3.4.2.1.Sur le point d'ancrage 82
3.4.2.2.Sur la démarche 83
3.5. Thesis ex machina 84

RE-INGENIERIE DU SYSTEME DE PILOTAGE 85

4.1. Expérience concrète avec le patient Kirindi-Oya 85
4.1.1. Une phase de flou non artistique. 86
4.1.2. Une phase de formalisation et d'action. 87
4.1.2.1.A quoi servent ces boîtes ? 88
4.1.2.2.Amorçage et réanimation. 93
4.1.3. Une phase logicielle. 94
4.1.3.1.Cahier des charges. 95
4.1.3.2.IMIS. 96
4.1.4. Une méta-phase. 100
4.2. Représentation du système de pilotage 101
4.2.1. Réalités, représentations. 101
4.2.2. Décisions, activités et processus. 103
4.2.2.1.Architecture. 103
4.2.2.2.Vision naïve d'un pilote. 108
4.2.2.3.Ensemble des communications finalisées. 111
4.2.3. Ce que dit et ne dit pas la représentation. 115
4.3. Théoriser une prestation thérapeutique 117
4.3.1. A propos de la prestation 118
4.3.1.1.Motivation et authenticité du discours. 118
4.3.1.2.Partenaires et enjeux. 119
4.3.2. Diagnostic en deux temps 120
4.3.2.1.Indicateurs de non-fonctionnalité 120
4.3.2.2.Causes de non-fonctionnalité 124
4.3.3. Traitement 126
4.3.3.1.Vers une représentation fonctionnelle partagée. 126
4.3.3.2.Réanimer le système de pilotage. 127

4.3.4. Six points sur ordonnance 129
4.4. Objection..... 131

A L'EPREUVE DE QUELQUES FAITS 133

5.1. Les leçons d'une guérison-Sri-Lanka. 133
5.1.1. Où la globalité n'est pas un vain mot. 133
5.1.2. Ré-ingénierie dans la douleur 134
5.1.3. Crises et mythes rationnels. 135
5.2. Les leçons d'une rechute-Pakistan 136
5.2.1. Difficile contexte. 136
5.2.2. La tentation d'une intervention partielle... 137
5.3. D'autres patients 139
5.3.1. MIS sans finalité..... 139
5.3.2. Finalité sans MIS..... 141
5.4. Lendemain de fête..... 141

REUSSIR OU SE DONNER UNE MEILLEURE CHANCE D'EVITER L'ECHEC ? 143

6.1. Quelle portée ?..... 143
6.2. Inventaire 144
6.2.1. Une analogie..... 144
6.2.2. Une représentation 146
6.2.3. Une démarche..... 148
6.3. L'attrait du "méta" 150
6.4. Rideau..... 151

SUITE DE LISTES 153

Mots clés..... 153
Sigles et termes spécifiques..... 156
Traductions. 158

BIBLIOGRAPHIE 165

Références citées. 165
Références complémentaires. 173

Figures

Figure 1.Situation géographique du projet de Kirindi-Oya 8

Figure 2.Un régulateur 9

Figure 3.Une prise 9

Figure 4.Schéma complet du réseau de Kirindi-Oya 10

Figure 5.Isohyètes au Sri-Lanka 12

Figure 6. Mouvements de l'eau dans une zone irriguée 19

Figure 7.Trois corpus de connaissance imbriqués 25

Figure 8.Systèmes de production et périmètre irrigué 26

Figure 9.'Ateliers' et 'entreprises' sur un périmètre irrigué 27

Figure 10.Un hydrogramme 31

Figure 11.Deux axes explicatifs pour la définition du produit 'eau maîtrisée' 33

Figure 12.L'eau dans les villes. Pays industriels et pays en voie de développement 52

Figure 13.Vision systémique du périmètre irrigué 61

Figure 14.Méthodes de gestion et pilotage de la performance en industrie 63

Figure 15.Vision Shingo 65

Figure 16.Vision AMS 65

Figure 17.Vision ECOGRAI 65

Figure 18.Vision ABM 65

Figure 19.Vision Mintzberg 66

Figure 20.Vision Riveline 66

Figure 21.Vision Sakthivadivel 66

Figure 22.Vision Bird 66

Figure 23.Vision Huppert 67

Figure 24.Stratégie et pilotage 68

Figure 25.Typologie des modes d'accès à la ressource en eau 79

Figure 26.Représentation du système de pilotage du canal principal 88

Figure 27.Messages et traitements pour le pilote du canal principal..... 91

Figure 28.Relations entre objets de la base de données 'canal principal' 92

Figure 29.Système de collecte des données à Kirindi-Oya..... 93

Figure 30.IMIS : Premiers menus 98

Figure 31.Activités, composantes pilotes et composantes pilotées 104

Figure 32.Activités, processus 104

Figure 33.Les quatre niveaux de la chaîne de pilotage sur un périmètre irrigué 106

Figure 34.Schéma simplifié d'une chaîne de pilotage 106

Figure 35.Chaîne de pilotage à Kirindi-Oya 107

Figure 36.Fonctions du pilote et communications finalisées 110

Figure 37.Chaîne de pilotage et fonctions du pilote..... 111

Figure 38.Périmètre irrigué et processus créateurs de valeur 114

Figure 39.Exemple de communications fonctionnelles de pilotage et de processus..... 115

Figure 40.Pilotes, processus, création de valeur 147

Figure 41.Un parcours triangulaire..... 150

Tableaux

Tableau 1.Superficies irriguées dans le monde 15

Tableau 2.Exemple d'échanges entre réservoirs d'eau sur un périmètre 19

Tableau 3.Superficies irriguées à Kirindi-Oya 50

Tableau 4.Messages d'entrée pour le pilote du canal principal 90

Tableau 5.Messages de sortie pour le pilote du canal principal 90

Tableau 6.Déclenchements de type 'horloge interne' pour le pilote du canal principal 90

Tableau 7.Objets de la base de données 'canal principal' 91

Tableau 8.Communications, traitements et données pour le pilote du canal principal 92

Tableau 9.Zone irriguée par le canal rive droite de Kirindi-Oya : Consommation en eau 94

Tableau 10.IMIS : Structure 97

Tableau 11.Décisions de pilotage et activités sur un périmètre irrigué 105

Tableau 12.Activités et processus 113

Tableau 13.Facteurs-clés de succès et indicateurs de performance externes 121

Tableau 14.Facteurs-clés de succès et activités critiques 122

Tableau 15.Kirindi-Oya RB et Chishtian SD 137

Chapitre 1

ET POUR UNE THESE DE PLUS...

Résumé

Deux idées directrices sont à l'origine de cette thèse : (1) la gestion de l'eau dans les périmètres irrigués pose problème et nombre d'interventions conduites pour l'améliorer pèchent par manque de réalisme : pas assez opérationnelles pour être vraiment pertinentes, pas assez globales pour être durablement efficaces, (2) le recours à une analogie entre les périmètres irrigués et les entreprises industrielles peut être éclairant pour mettre à jour certaines spécificités des périmètres en tant que systèmes de production particuliers et déterminer si l'expertise accumulée pour améliorer la gestion des systèmes de production industriels peut être en partie mobilisée.

1.1. Recherche appliquée dans le cadre de l'IIMI[1]

Des orientations initiales jusqu'aux résultats, un travail de recherche est inextricablement lié au contexte dans lequel il a été initié et s'est déroulé. L'analyse, a posteriori, de la relation d'ordre maïeutique qui se tisse entre le chercheur et son environnement permet souvent une relecture presque déterministe de ses choix de recherche à partir de cet environnement... parfois plus déterministe, d'ailleurs, qu'une relecture fondée sur l'examen rationnel du problème initial à résoudre. Ceci pour justifier en introduction un rapide détour par le contexte dans lequel ce travail de thèse a vu le jour et a cheminé.

Or donc, il s'agit d'irrigation ; une activité humaine fort ancienne qui consiste à fournir "artificiellement" de l'eau aux cultures en complément des apports "naturels" pour s'affranchir des aléas climatiques et, dans certains cas, obtenir des gains substantiels de productivité. On reviendra sur cette définition en détail par la suite ; on notera simplement à ce stade que les zones où se pratique l'irrigation génèrent environ 40% de la nourriture de la planète tout en ne représentant que 10% de la superficie agricole utilisée[2]... on comprendra dès lors que des zones de production qui pèsent aussi lourd dans la balance alimentaire mondiale soient un objet d'attention et de recherche pour la communauté internationale.

"Pour produire plus, plus vite, étendons l'irrigation à de nouvelles zones...".

Ce mot d'ordre fut appliqué avec détermination à partir des années 50, conduisant à des investissements massifs pour le développement de barrages, canaux, vannes et toute la kyrielle de travaux d'infrastructures nécessaires pour stocker de l'eau et la transporter de façon maîtrisée jusqu'aux champs où elle est utilisée par les agriculteurs. La Banque Mondiale a financé plus de six cents projets de développement agricole ayant une composante "irrigation" au cours des quarante dernières années et ce, pour un montant de l'ordre de trente et un milliards de dollars US affectés à cette composante (soit environ 7% de l'ensemble des financements engagés par la banque) [World Bank, 1994]. Il est à noter que l'essentiel des investissements a eu lieu en Asie (où se trouve 80% de l'agriculture irriguée mondiale).

Après une phase de construction tous azimuts, les années 80 ont marqué l'avènement d'un nouveau paradigme mobilisateur : la gestion de l'existant. La frénésie pour le développement de

[1] International irrigation management institute.

[2] La terminologie usuellement employée distingue "cultivée" (labourée) de "utilisée" (comprenant en sus les zones de production fruitières et arboricoles, dont certaines sont irriguées).

nouveaux sites fait place à une période d'évaluation et de réhabilitation de sites déjà équipés [Aluwihare, 1991].

Ici se "noue" la problématique : les systèmes irrigués produisent certes plutôt deux fois plus de nourriture que les zones d'agriculture pluviale à superficie égale et cependant... les évaluations sus-citées montrent que les objectifs fixés lors de la conception des projets sont presque systématiquement non atteints en terme de rendements agricoles, de superficie potentiellement irrigable ou de rentabilité. De ce malaise naîtra en 1984 un institut de recherche international, basé au Sri-Lanka, baptisé IIMI ou Institut International de Management de l'Irrigation.

La création de cet institut s'inscrit dans le cadre d'une politique globale menée depuis les années 60 par la communauté internationale des bailleurs de fonds, visant à créer un dispositif de recherche mondial en matière d'agriculture ; un peu plus d'une quinzaine de centres spécialisés sont chargés de mobiliser des équipes internationales de recherche sur la thématique de l'amélioration variétale de certaines cultures (comme l'IRRI[3], institut de recherche sur le riz aux Philippines) ou sur des thématiques plus horizontales comme le management de l'irrigation (IIMI). Ces centres jouissent d'un statut international qui leur permet de conduire des travaux dans différents pays et de diffuser les résultats de ces travaux à un très large public [Blake, 1994].

Le mandat initial de l'IIMI se décline donc sur fond de déception des investisseurs devant la performance des systèmes irrigués ; il s'agit pour l'institut de mettre au point et de diffuser des méthodes innovantes pour résoudre de façon durable les problèmes de gestion des zones d'agriculture irriguée dans les pays en voie de développement... vaste programme [IIMI, 1989].

L'IIMI se structure peu à peu autour de projets de recherche dans quelques pays cibles et de programmes plus transversaux ou génériques initiés depuis le siège de Colombo. Parmi ces derniers, un chercheur français en poste à l'IIMI lance une réflexion sur l'usage d'outils informatiques de simulation pour mieux gérer la distribution de l'eau le long des canaux d'irrigation [Berthery, 1989]. Un projet de recherche est élaboré entre l'IIMI et un organisme français, le Cemagref[4], pour mettre au point un logiciel de simulation des écoulements d'eau dans les canaux d'irrigation et tester ce logiciel sur un canal pilote du Sri-Lanka, le canal principal rive droite du système irrigué Kirindi-Oya. La réalisation d'une première version du logiciel prendra à peu près trois ans ; pour le développement du produit, l'accent a été mis sur la qualité de la description du phénomène physique (résolution complète du système d'équations de St Venant décrivant les lois des écoulements à surface libre), la convivialité (interface soignée) et la concertation avec les utilisateurs potentiels ; un comité de pilotage du projet comprenant des représentants de l'IIMI, du Cemagref et des ingénieurs de l'agence d'irrigation publique sri-lankaise en charge de la gestion du canal test fut constitué dès le début du projet et en a défini toutes les grandes orientations [Baume, 1993]. Alors qu'un premier logiciel devient disponible (nom de baptême RBMC[5]) et après une période de mise en sommeil d'environ un an (changements de personnel) commence la deuxième phase du projet de recherche dont est directement issu le travail présenté par la suite ; la question à étudier dans cette phase sera formulée en ces termes par le directeur des programmes de l'IIMI, au cours d'une réunion en mai 1991 : "l'utilisation d'un modèle de simulation des écoulements peut-elle aider le gestionnaire d'un canal manoeuvré manuellement (sans vannes automatiques) à améliorer sa performance ?"

Cette entrée dans la problématique de gestion d'un canal d'irrigation par le biais de l'utilisation d'un outil de représentation et "d'aide à la décision" contient en germe les développements ultérieurs et les questions de recherche abordées : si on veut prouver que l'utilisation de RBMC permet d'améliorer la performance du gestionnaire il faut avoir une idée assez précise de la signification du mot "performance" dans le contexte d'un système irrigué, il faut ensuite situer précisément le rôle éventuel de RBMC dans le système de gestion et voir comment il peut être introduit dans ce système ; performance,

[3] International rice research institute.

[4] Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement.

[5] Right bank main canal...

pilotage, introduction d'innovations opérationnelles constituent autant de domaines d'investigation où les formalisations convaincantes n'abondent pas dans le monde de l'irrigation. Traiter la question posée imposait finalement un recours à des schémas explicatifs passant par une réflexion assez poussée sur la gestion des systèmes irrigués.

A nuancer tout de même : si le besoin d'une réflexion de fond émergea assez rapidement au démarrage de la phase deux du projet, ce ne fut pas dans les termes d'une démarche purement analytique et abstraite d'examen du problème posé. Le logiciel fut effectivement installé sur le site test, la formation et l'assistance technique poursuivies jusqu'à un constat flagrant de sous-utilisation opérationnelle : la greffe de l'outil n'avait pas prise sur le système de gestion... Dès lors, le besoin d'un autre cadre d'intervention devint une évidence si l'on voulait rester dans la logique de la question formulée par le directeur des programmes ; une étude de faisabilité académique n'était évidemment pas suffisante, il fallait comprendre cette première expérience et, si possible, rebondir.

1.2. En gestion, les innovations viennent des entreprises industrielles

De façon très caricaturale, la définition du projet de recherche débattu dans le texte qui suit fut en partie inspirée par une image et un slogan...

L'image est celle du panneau synoptique qui trônait il y a peu dans la salle de contrôle du système de canaux de la Société du canal de Provence (SCP), au Tholonet près d'Aix en Provence (il a été basculé, depuis, sur une routine graphique et un écran d'ordinateur). Sur ce panneau figuraient les points clés du système de canaux, avec un choix d'indicateurs dérivés de mesures effectuées à intervalles réguliers. Le système SCP est en effet géré de façon centralisée : un système de télémétrie permet de collecter des mesures en temps réel sur l'état des canaux et d'alimenter ainsi un algorithme de commande implanté sur ordinateur qui "calcule" des ouvertures de vannes "appropriées" ; ces ouvertures sont à leur tour télétransmises vers les moteurs des vannes qui se trouvent donc "automatiquement" ajustées... Sophistication du traitement des données pour la prise de décision et surtout, conditionnant la mise au point des commandes, une très grande clarté et fiabilité du système d'information. Sans aucunement préjuger de la performance du système SCP, il faut reconnaître qu'un premier biais quasi trivial naquit de l'observation de ce panneau : l'architecture du système d'information et son lien avec les processus de décision est un préalable à toute réflexion de fond sur un système de gestion ; ceci avait été négligé sur le canal de Kirindi-Oya.

Le slogan est extrait d'une brochure d'entretien des véhicules militaires, gracieusement (terme impropre) distribuée à l'auteur par des instructeurs durant le service national... : "l'entretien est un acte de combat". Non signifiant pour le graissage moteur d'une Jeep, le message était contre toute attente assez fort pour le devenir dans la syntaxe de l'irrigation. De quelle valeur étaient porteuses les manoeuvres de vannes devant être organisées avec l'aide -jusqu'alors inopérante- d'un logiciel de simulation ? Nouveau slogan : "manoeuvrer des vannes est un acte de production". Ce qui importait était de resituer la tentative d'amélioration d'une partie du système de gestion de l'eau d'irrigation au sein de processus de production menant en bout de chaîne jusqu'aux biens agricoles. Un deuxième biais s'insinuait, incitant à explorer les domaines de la gestion de production et, par voie de conséquence, à ébaucher des analogies entre les systèmes irrigués et les systèmes de production ayant été le plus étudiés sous cet angle : les entreprises industrielles. De cette orientation découlèrent en 1992 quelques contacts avec des chercheurs plus préoccupés par l'industrie que par l'irrigation et finalement, le rôle de laboratoire d'accueil, géographiquement éloigné mais thématiquement proche, joué par le Centre de Gestion Scientifique de l'Ecole des Mines de Paris.

Cette perspective de travail était raisonnablement en phase avec la mission d'exploration du concept de "management" par l'IIMI [Nijman, 1993], [Murray-Rust, 1993c] ; néanmoins, si l'intuition que le monde de la gestion des entreprises avait beaucoup à offrir au monde de l'irrigation était partagée par quelques chercheurs exilés au Sri-Lanka, elle demeurait relativement peu exploitée. Restait à

vérifier également que ce "monde de la gestion des entreprises" puisse nourrir un intérêt disciplinaire pour l'étude d'un système de production relativement nouveau.

La recherche engagée relève ainsi, immodestement, d'objectifs interdisciplinaires : ses résultats se doivent d'être lisibles, raisonnablement intéressants et utiles, non seulement pour un public familier avec le monde de l'irrigation mais également pour des chercheurs en gestion ; il s'agit en quelque sorte d'amorcer un échange de langage, de méthodes et de problématiques entre le monde de la gestion des entreprises et celui d'un de ses champs d'application potentiels : les systèmes (ou "périmètres") irrigués.

Bien évidemment, les pièges existent dans les deux camps...

Pour un acteur du monde de l'irrigation, ouvrir la boîte de Pandore des concepts, méthodes, problématiques et autres outils élaborés pour mieux comprendre et faire progresser la gestion en entreprise relève de la mission exploratoire en jungle tropicale pour un herboriste du Sahara. Sciences de la décision, de l'information, des organisations, systémique, management... toutes se sont penchées au chevet du patient entreprise avec plus ou moins de bonheur et d'à propos. Un lecteur néophyte de la myriade de publications consacrées à l'entreprise doit d'ailleurs rapidement chercher à remonter aux vraies sources des différentes écoles en présence tant le bourgeonnement des études et concepts est abondant et générateur de redondances. Comme l'exprime fort bien M. Laudry en introduction de [Mélèse, 1995], il faut de plus faire son chemin entre les théorisations à vide qui exploitent de façon abstraite une discipline fondatrice comme la sociologie ou la cybernétique et la pure pratique théorisée qui veut faire accéder au rang de connaissance générique ce qui n'est que de l'ordre de l'expérience particulière formalisée. Néanmoins, et au-delà de tous les exercices de style expliquant de façon très convaincante pourquoi telles approches ne fonctionnent pas, toute une gamme de la production de connaissance proposant des types de représentation, d'intervention ou d'outils effectivement testés et utilisés en entreprise mérite bien sûr d'être explorée ; ceci d'autant plus que dans le domaine de l'irrigation, les sujets correspondants sont encore balbutiants.

Côté "irrigants", à défaut de lourd passif, l'actif est en effet assez léger [Gerards, 1995]. Comme mentionné plus haut, l'intérêt suscité par les problèmes de gestion des périmètres irrigués n'a accédé au stade de préoccupation explicite d'une communauté de chercheurs qu'assez récemment [Svendsen, 1989], après le réveil d'investisseurs rendus plus exigeants sur l'utilisation de leurs fonds par la crise économique des années 70/80. La recherche en "management de l'irrigation" doit s'extraire de paradigmes fondateurs sur le développement de projets qui sont fortement marqués dans leur conception et exploitation du sceau de la rationalité technico-microéconomique classique [Diemer, 1987a]. Un peu à l'image du modèle Ford, employés et usagers sont supposés s'adapter sans déviance à l'arbitrage intransigeant de critères purement techniques. Les premières voies explorées par les chercheurs de la nouvelle vague furent testées en Asie, essentiellement à partir de travaux de sociologues américains qui cherchèrent la bonne "martingale" institu-organisationnelle, susceptible de réconcilier une infrastructure technique : le système de canaux, et ses utilisateurs : gestionnaires et agriculteurs [Coward, 1980]. Ces travaux se sont depuis élargis à d'autres continents (Afrique, Amérique latine) et à d'autres sensibilités (école hollandaise de l'université de Wageningen ; des organisations non gouvernementales comme le GRET en France, des acteurs comme les universités anglo-saxonnes, les fondations ou, dans un autre registre, les banques de développement,... pour ne citer qu'elles).

Cependant, mis à part de rares mais notables travaux intégrateurs comme [Huppert, 1989] et [Nijman, 1993] qui seront pour partie évoqués dans la suite, le constat de W. Huppert, énoncé en 1989 reste d'actualité : "despite the steadily growing international literature on irrigation, there is a continuing lack of general, comprehensive studies of irrigation system management based on more recent approaches in management science. Standard works on irrigation fail to consider management questions, or touch on them only marginally" <1>[6]. Les mêmes travers que ceux évoqués pour la recherche appliquée à la gestion en entreprise sont naturellement à craindre : théoriciens en quête désespérée d'applications convaincantes et praticiens sans cadre global d'analyse sont apparus sur le marché des consultants-chercheurs ; cela

[6] Cette numérotation, <1>, renvoie à la liste des traductions des citations en anglais, proposée à la fin du document.

paraît de toute façon inévitable et du bourgeonnement anarchique émergeront à n'en pas douter les quelques enseignements solides et réalistes qui feront avancer le "management de l'irrigation".

Ce faisant, notre modeste pierre à l'édifice consistera, en praticien-théoricien amateur du monde de l'irrigation et de la recherche, à dissiper un peu de fumée autour du concept de pilotage de la "production d'eau maîtrisée" sur les périmètres irrigués, lu à la lumière de morceaux choisis de la gestion des entreprises industrielles pour la théorie et d'une expérience de terrain conduite dans le cadre de l'IIMI pour la pratique.

L'objectif principal sous-tendant la démarche présentée est bien évidemment de partager des connaissances pouvant contribuer, si possible, directement à l'amélioration de la gestion des périmètres irrigués ; un objectif secondaire est d'ouvrir des pistes de compréhension pouvant éventuellement orienter ou faciliter les démarches ultérieures d'autres chercheurs, en management, en irrigation et surtout en management de l'irrigation.

1.3. Mosaïque

Après cette introduction, dans un deuxième chapitre intitulé **"Irrigation, industrie : même combat ?"**, le système "périmètre irrigué" est présenté et l'essentiel du vocabulaire et de la terminologie permettant une analogie avec les systèmes de production industriels est développé. Cette partie débouche sur une analyse de quelques spécificités des périmètres devant être prises en compte au cours des démarches d'amélioration de leur gestion.

Un troisième chapitre,**"De vrais problèmes et des solutions en panne"**, fait le point sur les grands problèmes auxquels sont aujourd'hui confrontés les périmètres irrigués et les différents types de solutions qui y sont apportés en matière d'amélioration de la gestion de l'eau. Cette partie débouche sur un constat d'insuffisance méthodologique des démarches d'amélioration généralement mises en oeuvre puis sur l'énoncé de la thèse défendue qui soutient que l'essentiel des échecs enregistrés sont dus à un manque d'analyse globale et transversale des systèmes de pilotage de la production d'eau maîtrisée.

Le quatrième chapitre, **"Ré-ingénierie du système de pilotage"**, explicite et justifie l'énoncé de la thèse en proposant une démarche globale d'intervention pour améliorer la gestion de l'eau dans les périmètres irrigués, à partir de la mise à plat du système de pilotage de la production d'eau maîtrisée... *Pour intervenir dans un périmètre irrigué, il est indispensable d'identifier avec méthode et précision comment sont réellement dirigées les "valses de vannes".*

Le cinquième chapitre, **"A l'épreuve de quelques faits"**, permet d'illustrer le bien-fondé et les limitations de la démarche précédente à travers quelques exemples d'interventions concrètes conduites sur des périmètres irrigués.

Le sixième chapitre, **"Réussir ou se donner une meilleure chance d'éviter l'échec"** ouvre un débat sur la portée et les perspectives d'utilisation de la démarche.

A sujet immodeste, impératif d'une approche pragmatique. Le "réalisme sédimentaire" résultant de quatre années d'interaction directe avec le périmètre irrigué de Kirindi-Oya dans le sud du Sri-Lanka saura peut-être compenser de regrettables insuffisances théoriques dans quelques-unes des différentes disciplines auxquelles il est fait référence ; une étude "à distance" ou a fortiori en laboratoire n'aurait pas du tout conduit au même projet de recherche...

Le périmètre de Kirindi-Oya sera donc utilisé, tout au long du texte, comme support concret aux idées présentées. Espérons que ce fil conducteur, porteur du vrai contenu expérimental (les autres

expériences relatées se sont déroulées à travers des interactions "terrain" plus courtes ou sont issues de la littérature disponible sur le sujet), n'introduira pas de biais trop importants dans les analyses se voulant applicables aux périmètres irrigués en général... Si seuls des inconditionnels de l'Asie du Sud se reconnaissent quelque peu dans l'argumentaire, cet espoir aura été déçu.

Chapitre 2

IRRIGATION, INDUSTRIE : MEME COMBAT ?

Résumé

Le système "périmètre irrigué" peut être considéré comme un ensemble de systèmes de production au sens de la gestion des entreprises. Il comprend des systèmes de production d'eau maîtrisée, fournisseurs de systèmes de production agricoles (dont un système de production d'eau maîtrisée principal, fournisseur de tous les systèmes de production agricoles du périmètre). L'approche par analogie avec le fonctionnement des systèmes de production industriels permet de mettre en évidence un certain nombre de spécificités qui sont à l'origine de difficultés de gestion et rendent l'étude de ce système originale. En ce qui concerne la production d'eau maîtrisée, ces spécificités portent sur la prise en compte du caractère aléatoire de l'approvisionnement en matière première (eau non maîtrisée), sur la spatialisation, la complexité du processus de production d'eau maîtrisée et surtout l'ambiguïté des mécanismes permettant de gérer l'offre et la demande en eau maîtrisée aux interfaces de gestion. Ces spécificités vont dans le sens d'une relative complexité du système de pilotage de la performance à mettre en oeuvre dans ce système de production par rapport à un cadre industriel standard. Le contexte à considérer est fortement multiacteur et multiobjectif.

2.1. Six mille familles dans le sud du Sri-Lanka : Kirindi-Oya

Le Sri-Lanka, "Ceylan" jusqu'en 1972, est une île de soixante-cinq mille kilomètres carrés en forme de goutte d'eau, ancrée à quelques encablures de l'extrémité sud de l'Inde, sa gigantesque voisine. Aujourd'hui peuplé de dix-sept millions d'habitants (l'équivalent de la seule ville de Bombay en Inde), le Sri-Lanka a successivement connu le joug colonisateur des Portugais, des Hollandais et des Britanniques, avant d'obtenir l'indépendance en 1948. C'est depuis lors un Etat démocratique qui a oscillé entre le modèle socialiste non aligné et le modèle libéral, tout en ayant à gérer des tensions extrêmement vives créées par le caractère multiéthnique (Cinghalais, Tamouls, descendants de navigateurs Arabes et de colons Européens, quelques Malais) et multireligieux (boudhistes, hindouistes, musulmans et chrétiens) de sa population. Le gouvernement actuel, à majorité cinghalaise, est plus que jamais confronté à ces problèmes puisqu'engagé dans un conflit militaire ouvert avec des indépendantistes Tamouls qui revendiquent le nord et l'est du pays. Au-delà des conflits, l'Etat sri-lankais s'est engagé au cours de la dernière décennie dans une politique de réformes qui a entraîné une évolution rapide vers l'économie de marché et s'est traduite, notamment, par une augmentation sensible des investissements étrangers. Néanmoins, malgré les projets industriels bourgeonnant, l'ouverture d'une place boursière en 1993, malgré l'impact du tourisme... le Sri-Lanka reste un pays à économie rurale traditionnelle, marqué dans ses paysages et ses traditions par la production du thé, de la noix de coco et du riz.

Concernant plus directement notre sujet, le Sri-Lanka abrite l'une des plus anciennes civilisations rurales utilisant l'irrigation ; des inscriptions et des restes d'infrastructures hydrauliques attestent de plus de deux mille ans d'usage maîtrisé de l'eau à des fins agricoles. Une parole fameuse de l'un des grands rois bâtisseurs de réservoirs pour l'irrigation (Parakramabahu, 1153-1186 AC) est d'ailleurs très présente dans la mémoire collective des Sri-Lankais : "qu'aucune goutte d'eau de pluie tombant sur notre sol ne regagne la mer avant d'avoir été utilisée...". L'organisation institutionnelle, technique et sociale des systèmes irrigués sri-lankais a bien entendu évolué à travers les âges ; sans trop se préoccuper de la variété des configurations rencontrées aujourd'hui dans les périmètres irrigués du Sri-Lanka, on s'intéressera à titre d'exemple et pour mieux cerner la réalité du système irrigué, à un périmètre particulier, celui où s'est effectué l'essentiel de la recherche présentée : Kirindi-Oya.

Pour fixer la terminologie, on emploiera désormais indifféremment les termes de périmètre ou système irrigué. Dans une perspective naïve et naturaliste, le périmètre de Kirindi-Oya est une zone de plusieurs milliers d'hectares (environ 8000 hectares de champs cultivés, des villages d'agriculteurs et une infrastructure de services) située au sud est du Sri-Lanka, structurée autour d'un système de canaux acheminant de l'eau depuis un vaste réservoir (capacité, 200 millions de mètres cubes) jusqu'aux champs de chaque agriculteur de la zone.

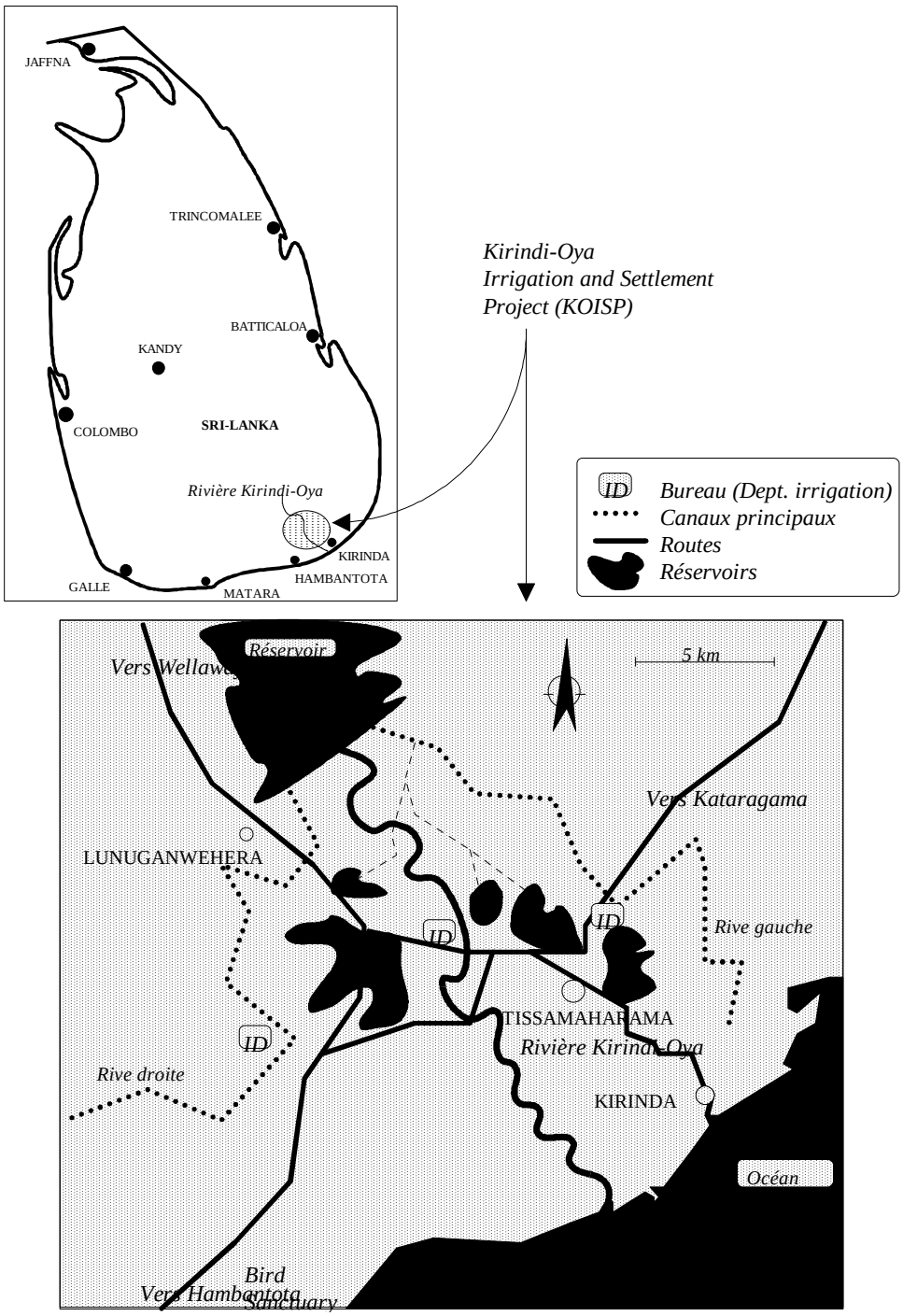


Figure 1. Situation géographique du projet de Kirindi-Oya

Le réservoir résulte de la construction d'un barrage en terre relativement important (cinq kilomètres de long) en travers du cours de la rivière Kirindi-Oya. De chaque côté du barrage un système

de deux vannes, dites "de tête" permet de piloter l'alimentation en eau d'un canal dit "primaire" ou "principal" qui ira se ramifiant au gré des kilomètres et de la topographie en canaux secondaires puis tertiaires. L'eau qui chemine le long des canaux est régulée par des ouvrages construits en travers de ces canaux, dits "régulateurs" ; ces régulateurs sont constitués de vannes et de seuils de débordement et permettent de faire varier les niveaux d'eau.

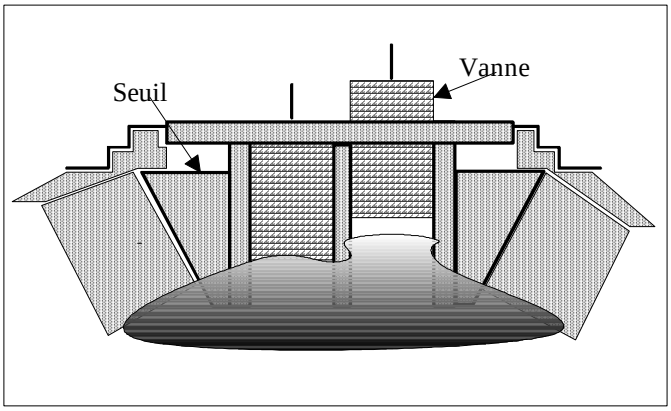


Figure 2. Un régulateur

Le canal principal démarrant sur le flanc droit du barrage possède dix-neuf ouvrages de ce type répartis sur une distance d'environ trente kilomètres, le canal rive gauche, plus court (environ vingt kilomètres) en possède quatorze.

Aux points de desserte d'un canal de rang inférieur par un canal de rang supérieur dans la hiérarchie créée par la ramification, on trouve généralement, en tête du canal de rang inférieur, un ouvrage dit "de prise" qui permet de doser la quantité d'eau prélevée par ce canal.

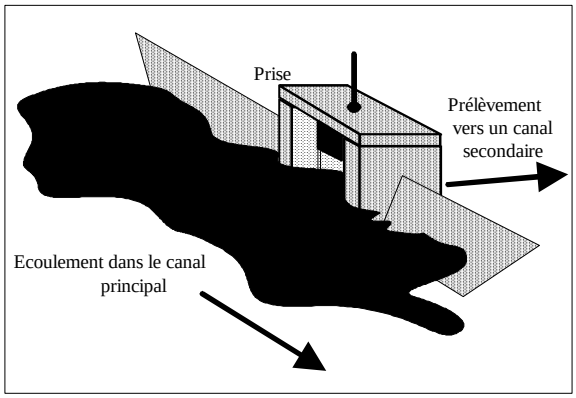


Figure 3. Une prise

A titre d'exemple, le canal principal rive droite dessert directement quarante-quatre canaux par des ouvrages de ce type. Le nombre total de points de desserte commandés par des prises à Kirindi-Oya s'élève à plusieurs centaines.

La culture dominante est le riz, ce qui structure fortement les champs en une mosaïque de casiers à fonds plats (de tailles variables en fonction de la topographie), entourés par des diguettes. La grande majorité des variétés de riz est en effet cultivée en maintenant en permanence une lame d'eau de quelques centimètres dans les champs, ce qui exige la quasi-horizontalité des bassins.

Après l'utilisation de l'eau dans les champs, les eaux résiduelles sont collectées de proche en proche dans un réseau de fossés dit "de drainage", beaucoup moins structuré que le réseau d'irrigation et

qui fait transiter les eaux recueillies jusqu'à l'aval du périmètre où elles se rassemblent pour finalement rejoindre l'océan indien tout proche (une quinzaine de kilomètres) au travers d'une zone de lagons côtiers.

Toute cette infrastructure est de construction récente (une dizaine d'années) et relativement sophistiquée en terme de densité des ouvrages ; l'Etat sri-lankais, aidé notamment par des fonds de la Banque asiatique de développement (BAD) souhaita désengorger certaines zones humides surpeuplées de la province sud et choisit pour ce faire une politique de développement rural volontariste dans la zone sèche et peu exploitée de Kirindi-Oya. Des agriculteurs sans terre se virent proposer un lopin d'un hectare, plus un emplacement dans un village pour venir s'installer. Le processus de décision ayant mené à la définition du projet avec ses choix techniques et politiques sous-jacents est analysé en détail dans [Nijman, 1992], où il est rappelé que le coût total de l'opération se situe aux environs de soixante-dix millions de dollars US. On retiendra que ces choix suscitent aujourd'hui une controverse quant à la taille du projet retenu ; il est admis par tous les partenaires que la zone à irriguer fut surdimensionnée par rapport à la ressource en eau mobilisable[7]. Second élément à noter, ce gros périmètre "moderne" vint se placer juste à l'amont d'une zone d'irrigation "ancienne" (une centaine d'années) d'extension plus modeste mais pratiquant, grâce à un système de cinq petits réservoirs alimentés par la rivière Kirindi-Oya une riziculture à fort rendement[8]. Cette zone ancienne se trouve aujourd'hui incluse au coeur de la zone moderne et les petits réservoirs sont alimentés par une prise sur le canal principal rive gauche du périmètre.

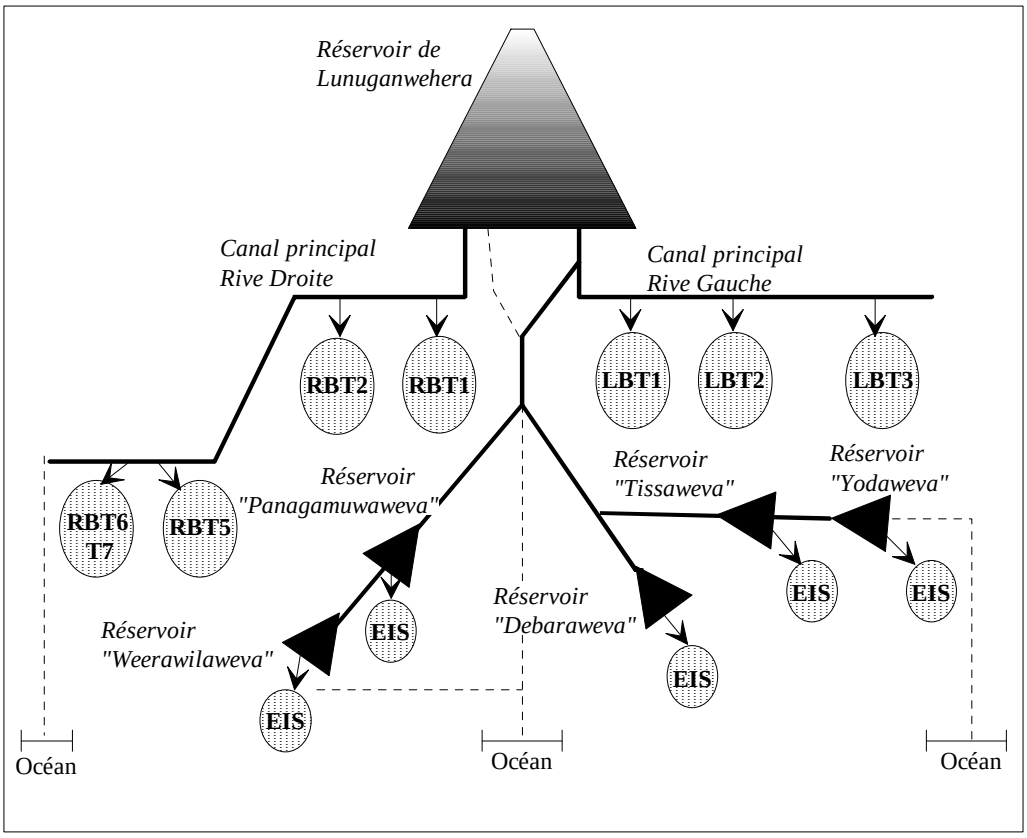


Figure 4. Schéma complet du réseau de Kirindi-Oya

[7] Les terres irriguées par le périmètre sont divisées en zones appelées "Tract", ce qui éclaire les notations RBT et LBT (Right Bank Tract et Left Bank Tract) utilisée dans la figure 4. On notera dans cette figure que les zones RBT3 et RBT4 n'ont pas été développées en raison du manque d'eau.

[8] Système nommé "Ellagala", ce qui éclaire la notation EIS (Ellagala Irrigation System) utilisée dans la figure 4.

Deux populations cohabitent donc sur le périmètre : des familles résidant dans la zone depuis plusieurs générations et des "colons", d'origines diverses, pauvres pour la plupart, regroupés dans des villages aux constructions sommaires où l'eau courante et l'électricité ne sont arrivées que très tardivement. Les implications organisationnelles sont bien évidemment nombreuses ; [Merrey, 1989] analyse l'influence de l'hétérogénéité sociale du peuplement sur l'émergence des pratiques agricoles dans la zone irriguée nouvelle et note les nombreuses difficultés liées au manque de cohésion et de traditions communes.

Le barrage doit être géré, les vannes manoeuvrées, les canaux entretenus... ces tâches sont confiées à une agence publique : le "département d'irrigation" (ID[9]) ; ce département est une structure administrative ancienne ayant développé une forte culture d'ingénierie publique, de construction, de développement ; au pays où l'eau était sacrée, les ingénieurs d'irrigation étaient le bras armé des rois. Une visite au siège du département d'irrigation à Colombo, kafkaien et quelque peu démobilisé, suffit à faire comprendre que les temps ont changé. Si le statut social de l'ingénieur de terrain reste pour partie préservé, et ce, malgré des salaires sans comparaison avec le secteur privé, les rôles et fonctions de ce corps de professionnels sont restés relativement figés dans l'arsenal des règlements hérités de l'administration britannique. De la période des constructions à celle d'une gestion plus fine et efficace qui est la stratégie affichée aujourd'hui, les évolutions de missions, de moyens et de motivation ont du mal à s'effectuer.

A Kirindi-Oya, l'ID a assuré la phase de construction (la dernière grande réalisation du département) et assure désormais la gestion du périmètre ; le nombre de personnels mobilisés va décroissant au fur et à mesure que le projet se "stabilise" ; à titre d'exemple le nombre d'ingénieurs opérationnels est passé de neuf en 1991 (un chef de périmètre, un pour le barrage, un pour la rive droite, un pour la rive gauche, un pour les zones "anciennes", deux pour la planification des irrigations, deux pour les travaux de génie civil), à quatre en 1995 avec un objectif de deux à court terme. Les bureaux de l'ID sont regroupés sur le camp de Debaraweva au coeur du périmètre avec des antennes décentralisées à Lunuganwehera pour le barrage, Weerawila pour la rive droite et Tissamaharama pour la rive gauche ; ces points sont distants de quelques kilomètres et reliés par téléphone. Aux ingénieurs s'ajoutent des techniciens : conducteurs de travaux (TA[10]), chefs d'équipe (WS[11]) et des ouvriers permanents ou intérimaires.

Sans entrer dans une description détaillée des autres intervenants sur le périmètre irrigué il faut noter que le département d'agriculture assure des missions de conseil et formation aux agriculteurs et qu'une division spécialisée du ministère de tutelle des départements d'irrigation, d'agriculture et d'aménagement du territoire (qu'on peut nommer "développement rural", le titre exact évoluant, comme dans tous les pays, avec les changements de gouvernements) s'occupa à partir de 1986 de l'organisation des agriculteurs en associations ; à cela viennent s'ajouter les rôles joués par les banques locales et les acteurs de la filière agricole, distributeurs d'engrais et produits chimiques de traitement, intermédiaires commerciaux pour l'écoulement des récoltes...

En fonction de la disponibilité en eau dans le barrage tout ou partie de la zone irriguée où interagissent l'ensemble des acteurs précédents se trouve métamorphosée, deux fois par an, par le tapis verdoyant des rizières, du vert très foncé des jeunes plants aux tons plus clairs et finalement presque jaunes des épis arrivés à maturation, trois à quatre mois plus tard. Les deux saisons de cultures sont assez différentes ; elles traduisent la seule vraie alternance climatique annuelle régissant le cours du temps au Sri-Lanka : le régime des moussons ; l'île est en effet exposée aux deux régimes de mousson, régime de nord-est (octobre à janvier) et de sud-ouest (mai à septembre) ; la partie ouest de l'île est soumise à ces deux régimes alors que la partie est est relativement coupée de l'influence de la mousson du sud-ouest par les contreforts des montagnes centrales, escarpés à l'ouest. La saison d'automne-hiver,

[9] Irrigation department.
[10] Technical assistant.
[11] Work supervisor.

appelée, maha bénéficie donc de pluies abondantes à Kirindi-Oya, alors que la saison printemps-été, ou yala, y est rendue plus aléatoire par un climat très sec.

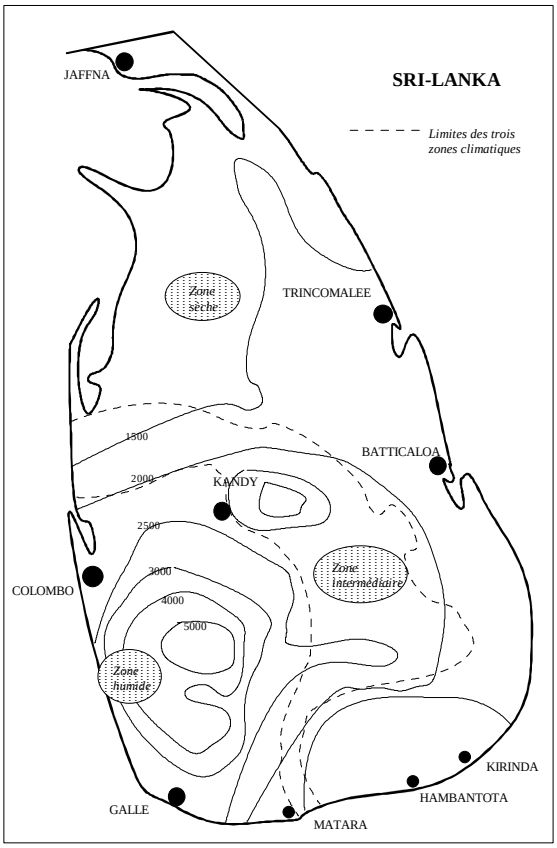


Figure 5. Isohyètes au Sri-Lanka

Les technologies utilisées par les agriculteurs sur leurs parcelles restent très sommaires et si les motoculteurs et tracteurs sont présents, le labour est encore souvent confié à un attelage de buffles. Les rendements obtenus (quatre à cinq tonnes par hectare, par saison) sont aujourd'hui plutôt bons pour des terres nouvellement développées par des agriculteurs "importés". Cependant, les revenus générés par l'exploitation de leur lopin, en moyenne une saison par an, ne permettent pas aux agriculteurs d'assurer un niveau de vie satisfaisant à leurs familles ; la pauvreté est la règle dans les villages de colons. Quelques téléviseurs mais aucun véhicule personnel ; des signes de malnutrition.

Une communauté relativement complexe, un réseau de canaux, des acteurs techniques et institutionnels, des pratiques et des technologies avec en bout de chaîne une production de riz qui replace, in fine, le soutien de l'Etat et son imbroglio d'objectifs à caractères politiques et sociaux dans une perspective économique... Kirindi-Oya, périmètre irrigué de taille moyenne du sud du Sri-Lanka est tout cela à la fois.

2.2. Description naturaliste des périmètres irrigués

2.2.1. Irrigation

Bien entendu, les définitions abondent, concernant irrigation et arrosages. Pour ne citer que quelques-unes d'entre elles :

"Irrigation is the totality of means employed by people to augment and control the supply of water to the soil, for the purpose of enhancing the production of crops" <2> [IIMI, 1989] ;

"Irrigation is defined as the use of an artificial means to influence the supply of moisture to increase crop production" <3> [Yudelman, 1993] ;

"L'irrigation est une technique d'apport d'eau aux plantes cultivées dans le but d'accroître le rendement" [Neuvy, 1991]

Moyen, pratique ou technique ?... si la finalité reste claire : "faire pousser, mieux, des plantes", les perspectives peuvent varier sur la nature de cette activité humaine. Sans être trop pointilleux on lui retiendra la qualité de pratique, mise en oeuvre avec un ensemble de moyens, qui, dans un contexte donné deviennent l'expression d'une technique. Très conciliant. Cette pratique sera désormais caractérisée comme suit :

"Usage maîtrisé de l'eau, facteur de production, pour produire des biens agricoles".

On l'aura compris, l'irrigation est donc une **pratique** consistant à créer artificiellement une disponibilité en eau dans le sol, favorable au développement de plantes cultivées par l'homme. C'est une pratique, au même titre que la restauration rapide ou la vente par correspondance permettant de satisfaire un besoin, née de l'utilisation de cette pratique en une zone donnée et dont on peut difficilement se passer une fois que celle-ci a été introduite.

2.2.1.1.D'où vient cette pratique ?

L'histoire universelle des "arrosages" s'étend sur une période de plusieurs milliers d'années. Des théories existent sur les liens tissés entre progrès des civilisations de l'irrigation et progrès des civilisations tout court : Mésopotamie, Indus, Nil... il est vrai que la tentation est grande.

Pour un observateur du vingtième siècle, cette pratique a ceci de particulier qu'elle a été érigée en réponse la plus plausible au problème posé par l'accroissement de la population humaine sur une planète de superficie limitée : produire plus de nourriture en utilisant le même espace. C'est donc une pratique de survie en environnement sous contrainte, une réponse darwinienne qu'auraient élaborée certains groupes humains sédentaires, les premiers exposés au paradigme de l'expansion démographique sur un sol limité. Cette vision de l'irrigation comme recours sans alternative pour soutenir une forte productivité agricole est aujourd'hui une hypothèse de base pour tous les travaux prospectifs en matière d'équilibre alimentaire sur notre planète [Yudelman, 1993].

Sans remettre en cause cet état de fait contemporain, certains auteurs [Wittfogel, 1956] élargissent sa perspective historique sous-jacente au-delà d'un modèle de développement purement agricole des sociétés de l'irrigation. Le rôle très structurant de l'irrigation dans une société rurale pourrait avoir été utilisé à des fins de domination et de contrôle par certains pouvoirs centralisateurs, notamment en Asie où, de fait, la plupart des travaux réalisés pour mettre en oeuvre l'irrigation ont été réalisés sous des pouvoirs forts. Un parallèle un peu hâtif permettrait presque de considérer l'irrigation comme un facteur de "prolétarisation[12]" de la classe artisanale paysanne en la structurant autour d'une pratique commune dont elle devient dépendante, durant certaines périodes de l'histoire ! Il faut garder cette perspective d'analyse plus socio-politique pour le paragraphe 2.2.2. où on discutera brièvement des systèmes irrigués, territoires structurés par une certaine forme d'utilisation de l'irrigation.

2.2.1.2.Pourquoi cette pratique ?

Quelques mots plus prosaïques s'imposent pour clarifier le lien désormais plusieurs fois mentionné entre approvisionnement en eau des plantes et rendements. L'histoire complète fait intervenir

[12] Utilisation un peu abusive du terme. Certains pouvoirs "hydrauliques" exigeaient bien néanmoins une contre-partie en travail des irrigants raccordés à leurs réseaux.

de multiples "partenaires" : le soleil, l'atmosphère, les plantes cultivées avec bien sûr leur système racinaire, le sol, les sels minéraux contenus dans ce sol, l'eau... Sans entrer dans des détails d'hydropédologie ou de bioclimatologie, traités dans de nombreux ouvrages [Perrier, 1988], on rappellera que la croissance des plantes implique un transit d'eau depuis le sol par leurs racines et jusqu'aux feuilles où il y a "transpiration"[13] ; ce flux d'eau, qui permet non seulement l'adsorption de substances nutrientes par les racines et une régulation thermique mais également la réalisation de la photosynthèse est tout bonnement essentiel à la vie et la croissance des plantes. Le rôle du sol dans ce processus s'apparente à celui d'un réservoir de nutrients et d'eau. L'état des réserves en eau y fluctue naturellement au gré des pluies, des mouvements de la nappe souterraine et de la demande climatique extérieure qui se traduit par une évaporation en surface. La dynamique de réponse de ce réservoir à ces phénomènes d'apport ou de prélèvement dépend de sa structure et de sa texture (sols plus ou moins perméables, plus ou moins spongieux...) ; on parlera, pour un type de sol et un type de culture, de la "réserve facilement utilisable" du sol (RFU) qui correspond à la quantité d'eau présente dans ce sol saturé réellement accessible par cette culture (on parle par exemple de RFU de cinquante millimètres). Les plantes indigènes d'un milieu naturel donné présentent bien évidemment des caractéristiques adaptées aux types de contraintes imposées par le sol et le climat sur la disponibilité en eau (enracinement très profond, surface foliaire de transpiration minimale, croissance lente dans des zone arides, capacité de résistance à la submersion en zones d'inondation...). En tout état de cause, plus de la moitié des cultures produites par l'homme dans le monde reste, aujourd'hui encore, formée par des cultures pluviales adaptées à leur milieu, aux besoins hydriques satisfaits par l'eau stockée dans le sol, alimenté par les pluies.

Néanmoins,... prenons l'exemple d'un pays à saisons très marquées : une saison humide où l'eau est surabondante, durant laquelle une plante à cycle végétatif inférieur à six mois est cultivée et une saison sèche, durant laquelle, par manque d'eau, cette même culture n'est pas envisageable. Pratiquer l'irrigation consistera à stocker de l'eau sous forme directement mobilisable (réservoir) durant la saison des pluies et à mettre cette eau à la disposition des plantes durant la saison sèche : on peut multiplier la production annuelle de la culture considérée par deux ! Dans le même temps, en assurant l'existence d'une réserve d'eau tout au long de l'année on peut pallier une éventuelle irrégularité des pluies durant la saison humide et assurer ainsi un approvisionnement plus régulier à la première culture ce qui permettra d'augmenter les rendements. L'irrigation peut également permettre d'introduire des cultures dans des environnements climatiques où elles n'auraient jamais pu être produites sans apports d'eau artificiels ; les images d'oasis de verdures en plein coeur des zones désertiques de l'ouest des Etats-Unis ou les étonnants champs de blé surgis sur le sable du désert libyien sont autant d'exemples du pouvoir de l'eau comme source de vie végétale...

2.2.1.3.Aujourd'hui dans le monde.

Les voies des statistiques planétaires sont souvent impénétrables mais les grands organismes de tutelle de la race humaine (FAO[14], Banque Mondiale, ICID[15]) semblent s'accorder sur un chiffre dépassant les deux cents millions d'hectares pour les surfaces aujourd'hui cultivées grâce à l'irrigation [Cemagref, 1990], [Yudelman, 1993]. 70% de cette superficie se trouvent dans des pays en voie de développement, deux pays, la Chine et l'Inde en totalisant environ la moitié.

[13] Il faut "transpirer" 500 kg d'eau pour produire 1 kg de matière sèche (ordre de grandeur).

[14] Food and agricultural organization of the United Nations.

[15] International commission for irrigation and drainage.

Tableau 1. Superficies irriguées dans le monde

(Pays où la superficie irriguée totale est supérieure à 0.9 millions d'hectares. Source : FAO production Yearbook, 1992).

(en millions)	*Irriguées (hectares)*	*Population*
Superficies en Amérique du Nord		
Etats Unis	18.8	252
Superficies en Océanie		
Australie	1.8	17
Superficies en Afrique Sub-Saharienne		
Afrique du Sud	1.1	37
Madagascar	0.9	12
Nigéria	0.9	119
Superficies en Europe de l'Ouest		
Espagne	3.4	39
Italie	3.1	58
Grèce	1.2	10
France	1.2	57
Superficies en Russie et Europe de l'Est		
Russie	6.2	149
Roumanie	3.2	23
Ukraine	2.4	52
Bulgarie	1.2	9
Superficies en Amérique centrale et Amérique Latine		
Mexique	6.1	88
Brésil	2.8	153
Argentine	1.7	33
Chili	1.3	13
Pérou	1.3	22
Cuba	0.9	11
Superficies en Afrique du Nord, au Moyen Orient et en Asie centrale		
Iran	5.8	58
Ouzbékistan	4.1	21
Afghanistan	2.8	21
Egypte	2.6	53
Irak	2.6	20
Turquie	2.4	57
Kazakhstan	2.3	17
Soudan	1.9	26
Maroc	1.3	26
Azerbaïdjan	1.4	7
Turkménistan	1.2	4
Kirghizistan	1.0	4
Arabie Saoudite	0.9	15

Superficies en Asie du Sud, du Sud Est et de l'Est		
Chine	47.9	1150
Inde	45.8	865
Pakistan	17.0	116
Indonésie	8.2	181
Thailande	4.4	57
Bengladesh	3.0	108
Japon	2.8	124
Vietnam	1.9	68
Philippines	1.6	63
Corée du Nord	1.4	22
Corée du Sud	1.3	43
Birmanie	1.0	43
Népal	1.0	19

Comme suggéré précédemment, les facteurs sol et climat constituent des déterminants forts pour expliquer la présence de l'irrigation dans certaines zones. En ce qui concerne les pays en voie de développement, on peut distinguer très schématiquement les zones humides, subissant l'influence des moussons, et les zones arides ou semi-arides. Dans les premières, l'irrigation fut le plus souvent utilisée pour la culture du riz demandant un apport d'eau continu et régulier (cette situation a évolué vers des rotations riz-blé, puis vers d'autres cultures de diversification qui sont progressivement introduites de façon relativement extensive durant la saison sèche) ; l'irrigation y est perçue comme un complément technique nécessaire pour profiter plus rationnellement d'abondantes ressources hydriques. On y trouve des zones irriguées à toutes les échelles d'espace. Dans les zones arides, les agriculteurs sont totalement dépendants de l'irrigation ; ils deviennent tributaires de leur source d'approvisionnement qui est souvent un grand bassin fluvial (Indus au Pakistan, fleuves de mésopotamie en Iraq, Nil en Egypte) ou une petite réserve locale permettant d'exploiter une superficie très modeste (petits réservoirs villageois présents dans de nombreux pays). Les cultures y seront vivrières dans les zones traditionnelles (petites ou étendues : vallée du Nil) ou industrielles d'exportation dans des zones de production développées à dessein, plus récemment (arachide en Afrique de l'ouest ; coton dans le périmètre de Gezira au Soudan). Pour être complet, il faut peut-être encore citer l'irrigation de plantations d'arbres à croissance rapide comme l'eucalyptus, solution fragile et encore bien marginale aux problèmes énergétiques chroniques et récurrents dont souffrent beaucoup de ces zones.

Et la France, et les autres pays tempérés ?... Bien que d'influence quelque peu limitée au niveau des superficies en jeu (un million d'hectares tout de même en France), on y pratique aussi l'irrigation : irrigation sophistiquée pour des cultures maraîchères ou d'arbres fruitiers à forte valeur ajoutée, irrigation de complément par exemple sur le maïs, dont on arrive à augmenter les rendements de façon très spectaculaire avec des apports en eau (multiplication par deux ou trois).

2.2.1.4.Des techniques différentes.

D'un côté des pluies ou un fleuve, de l'autre une armée de racines prêtes à pomper pour peu que de l'eau veuille bien se présenter dans leur voisinage. Pratiquer l'irrigation va consister à mettre en oeuvre des techniques adaptées pour forcer une adéquation spatio-temporelle entre une ressource en eau le plus souvent erratique et des "consommateurs" chlorophyliens captifs, adéquation considérée par celui qui pratique l'irrigation comme "meilleure" que l'enchaînement naturel des causes et des effets. On devine derrière cette entreprise de rationalisation et de domestication de grandes tâches comme le captage ou le stockage de l'eau, le transport, la distribution en divers endroits en diverses quantités en fonction de cette fameuse réserve du sol qui se vide et se remplit. De fait, un certain nombre de techniques ont été mises au point pour remplir ces grandes fonctions qui seront regroupées en trois rubriques principales : mobilisation de la ressource, transport et distribution, application et suivi des besoins des plantes.

Au chapitre mobilisation, les barrages réservoirs et les aquifères sont les seules zones de stockage envisageables au vu des volumes en jeu (parfois dix à vingt mille mètres cubes d'eau pour un hectare cultivé pendant une saison). Les technologies modernes de construction de barrage ont permis de réaliser des ouvrages gigantesques et un certain nombre d'experts préconisent d'ailleurs la poursuite d'une politique de construction soutenue (Cf. [Frederiksen, 1994] et paragraphe 3.2.1.), présentant la création de stocks intersaisonniers comme l'unique solution réaliste et prouvée pour faire face à des besoins croissants en matière de quantité et de fiabilité de la ressource en eau. Dans le même chapitre, mais au paragraphe des inquiétudes, se profilent la saturation des sites de construction favorables dans certains pays, le remplissage progressif des retenues par des sédiments [Morris, 1994] et les incontestables conséquences écologiques liées à la construction de grands barrages qui entraînent de durables modifications des milieux naturels et humains, non seulement dans la zone "noyée" de stockage amont, mais également à l'aval (deux exemples fameux : le barrage d'Assouan en Egypte qui a stoppé les apports de limons charriés par les eaux, entraînant un impact important sur la fertilité des sols et la pêche et le barrage de Narmada en Inde dont la construction a dû être ajournée devant la vague de protestation entraînée par les déplacements de populations liés à la construction).

Au chapitre distribution, en sus de l'utilisation des cours d'eau naturels, peu d'alternatives aux canaux ou tuyaux pour faire transiter l'eau sur des distances allant de quelques centaines de mètres à quelques centaines de kilomètres. Tout l'art de ces techniques consistera à minimiser les apports énergétiques (pompes) et à utiliser et maîtriser au maximum la gravité pour assurer les transferts d'eau. Les types d'ouvrages imaginés pour gérer ces transferts et les aiguiller en différents points de desserte sont très nombreux, du très fruste bouchon en terre que l'agriculteur place et retire au droit d'un petit canal à l'entrée de son champ, aux vannes pilotées à distance par un ordinateur pour réguler les niveaux d'eau d'un canal principal.

Au chapitre application, trois types de techniques se partagent le marché ; l'irrigation par gravité, où l'eau s'écoule naturellement dans les champs, soit en suivant des raies, soit en recouvrant toute la surface, représente 80% des cas de figure dans le monde. Vient s'y ajouter l'irrigation par aspersion où l'eau, sous pression, est répartie sur les champs sous forme de pluie par des dispositifs variant du jet d'eau (canons à aspersion) aux rampes mobiles ou autres pivots (en France, la majorité des irrigants utilisent l'aspersion). Enfin, dans des zones à fortes contraintes sur la ressource ou pour maîtriser très précisément les quantités délivrées, la technique de micro-irrigation est utilisée, où de très petites quantités d'eau sont apportées de façon très localisée (au pied des cultures) par des goutteurs sous faible pression.

Les dispositifs de suivi généralement mis en oeuvre pour décider de la nécessité d'un apport d'eau en fonction de la situation hydrique du sol et des besoins de la culture considérée vont être, comme l'on s'y attend, de sophistication croissante depuis le pilotage d'une irrigation gravitaire, jusqu'à la micro-irrigation en passant par l'aspersion. Les pratiques réelles seront débattues par la suite, mais on signalera dès à présent que, du point de vue technique, la teneur ponctuelle en eau d'un sol peut être mesurée directement (sondes à neutron, tensiomètres). Une deuxième méthode de suivi peut consister à détecter des signaux annonciateurs de "stress hydrique" donnés par les plantes elles-mêmes. Une troisième, plus aisée, consiste à calculer la déplétion théorique du réservoir sol par le calcul de bilans hydriques obtenus en faisant l'historique des apports (irrigations, pluies efficaces) et des pertes par évapo-transpiration (connue pour une culture et des conditions climatiques données).

Quelles que soient les techniques adoptées, trop ou trop peu d'eau se répercute sur le rendement de la culture irriguée [Purwanto, 1993] ; le réservoir sol est un tampon utile pour assouplir quelque peu le couplage temporel des besoins aux apports, mais tout de même. Complexe irrigation...

2.2.2. Périmètres irrigués

Au-delà de la théorie de la pratique (irrigation) se dessine la pratique de la théorie (de la pratique irrigation) ; quels systèmes, quelles organisations ?

Reminiscence d'un exercice de brainstorming lors d'un séminaire à l'IIMI : réunie autour d'une table, une population relativement hétérogène d'ingénieurs, sociologues, économistes et autres anthropologues, venant d'horizons culturels aussi exotiques que l'Inde du Sud ou le Texas profond mais faisant tous néanmoins partie de la même organisation, l'IIMI ; question posée : votre définition d'un système irrigué ? Petits groupes de travail et comptes rendus par les ténors du moment, émoustillés par la multiplicité des points de vue... toutes les visions, effleurées lors de notre survol de la zone de Kirindi-Oya se croisent et sont discutées : la perspective historique d'un système social de gestion de l'eau où l'on parle d'hommes et de communauté, l'analyse pragmatique du système physique qui s'émousse avec le problème des frontières (jusqu'où vers l'amont, jusqu'où vers l'aval ?) où les acteurs sont les bassins versants et les canaux, les diagrammes imbriqués d'un économiste qui resitue le système irrigué dans le contexte d'une économie locale, nationale, mondiale...

On retrouve tous les bons vieux ingrédients des amateurs de systèmes complexes [Chapman, 1993], facteurs d'échelle, où est le tout, où sont les éléments simples, quelle finalité ?, multiples points de vue.

Sans trop s'égarer, on utilisera finalement comme définition d'un système irrigué l'imbroglio sémantique suivant :

"Communauté d'acteurs, avec tous leurs moyens de production, qui utilisent une même ressource en eau, artificiellement mobilisée dans le but de produire des biens agricoles (selon les acteurs : production et/ou valorisation 'd'eau maîtrisée')".

On choisit donc de structurer le système irrigué autour d'une ressource en eau bien identifiée. Kirindi-Oya est un périmètre irrigué parce qu'existe le barrage de Lunuganwehera ; un agriculteur fait partie du périmètre de Kirindi-Oya s'il dépend de ce barrage pour son approvisionnement (total ou partiel) en eau d'irrigation. Cette définition est systémique, car toute sous-communauté ayant une réserve d'eau auxiliaire en propre, alimentée ou pas par le barrage principal est également un périmètre irrigué ; un cas limite étant constitué par une exploitation agricole utilisant l'eau d'un puits. Le terme "moyen de production" s'entend dans un sens assez large et inclut équipements et personnel affectés à la gestion de ces équipements.

2.2.2.1.Où les eaux s'en mêlent.

Une fois le périmètre irrigué étiqueté par une ressource en eau "fédératrice", on peut chercher à avoir une vision hydrologique plus intégrée de la pratique d'irrigation dépeinte au paragraphe précédent et tenter de comprendre la vie stagnante ou trépidante des masses d'eau échangées sur le système. La figure 6 donne une idée de l'imbrication des phénomènes physiques en jeu.

Pour une analyse claire de ces phénomènes, il est intéressant de considérer un périmètre irrigué comme une machine hydrologique transformant des stocks d'eau (prise en rivière, réservoir de barrage, pluies) en d'autres stocks d'eau (vapeur d'eau dans l'atmosphère, nappe d'eau souterraine, exutoire de drainage), par l'intermédiaire de stocks de transit (canaux, sol, plantes). Le système peut alors se décrire en terme de "réservoirs" interconnectés (tous les stocks précédents) traversés par des flux d'eau soumis, selon les réservoirs, à des dynamiques différentes. Certains échanges entre les réservoirs ont lieu sans interférence humaine (infiltration, évaporation, transpiration des plantes, écoulements gravitaires, pluies), d'autres résultent d'une commande appliquée au système par l'homme, donc d'un acte de production (pompages depuis la nappe ou des canaux vers des canaux ou des champs, ouvertures et fermetures de vannes). L'étude de ces échanges sous forme de bilan saisonnier (grâce à un lissage des différentes dynamiques ; les phénomènes physiques fins d'échange étant par ailleurs très complexes à modéliser à grande échelle [Selvarajan, 1995]) permet généralement d'obtenir une idée assez précise de

l'ordre de grandeur des mécanismes en jeu, utilisable à des fins de diagnostic ou de planification opérationnelle [Yashima, 1995].

Le formalisme permettant de conduire ce type d'analyse ne sera pas développé ici, des exemples des données nécessaires en entrée et du type de sorties pouvant être obtenues sont fournis dans [Perry, 1994], on rappelle simplement dans le tableau 2, sous forme d'une matrice, divers "échanges" pouvant être pris en compte, avec un jeu de coefficients en pourcentages purement illustratif (échanges des réservoirs de la colonne de gauche vers les réservoirs de la ligne du haut).

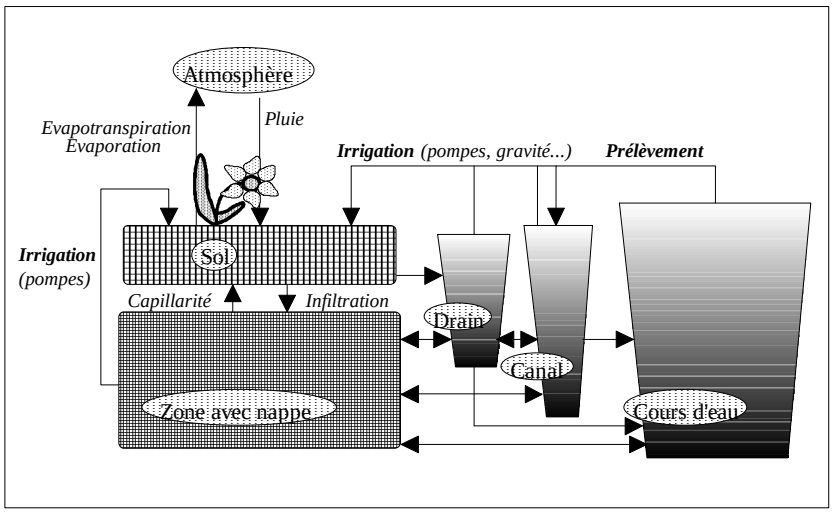


Figure 6. Mouvements de l'eau dans une zone irriguée

Tableau 2. Exemple d'échanges entre réservoirs d'eau sur un périmètre

Vers : / *Depuis :*	Canaux 1'aires 2'aires	Tertiaires	Drains	Parcelles	ET[16] (Cultures)	Pluies (sur cultures)	ET (non cultures)	Pluies (sur non cultures)	Nappe	Pompages (nappe)	Pompages (drains)
Canaux 1'2'aires		0.7	0.1	-	-	-	0.1	-	0.1	-	-
Tertiaires	-		-	0.8	-	-	0.1	-	0.1	-	-
Drains	0.0	-		-	-	-	0.2	-	0.2	-	0.2
Parcelles	-	-	0.3		0.4	-	0.1	-	0.2	-	-
ET (Cultures)	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Pluies (sur cultures)	-	-	0.5	-	0.3		-	-	0.2	-	-
ET (non cultures)	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Pluie (non cultures)	-	-	0.5	-	-	-	0.3		0.2		-
Nappe	0.0	0.0	0.1	-	0.1	-	0.0	-		0.4	-
Pompages (nappe)	-	-	-	-	0.6	-	0.1	-	0.3		-
Pompages (drains)	-	-	-	-	0.6	-	0.1	-	0.3	-	

Ce détour par une vision globale des échanges hydrologiques dans un système irrigué est utile pour mettre en garde contre les dangers d'analyses partielles des échanges d'eau sur une zone irriguée;

[16] Evapotranspiration.

les exemples de raisonnements fallacieux parce qu'incomplets abondent. A ce titre , un exemple souvent cité concerne le revêtement des canaux : des canaux revêtus sont certes plus étanches que des canaux en terre et de ce fait sont une réponse à une trop grande infiltration de l'eau au cours de son transport ; avant d'en faire une politique d'économie d'eau, il convient cependant d'examiner le rôle joué par ces infiltrations dans la recharge de la nappe qui représente souvent elle-même une source d'eau complémentaire appréciée par les agriculteurs (parce que de mobilisation plus souple, grâce à des puits individuels), [Murray-Rust, 1993b]. Ce type d'analyse s'est avéré essentiel pour comprendre la dynamique des échanges d'eau dans de très grands systèmes clos comme la vallée du Nil où l'eau lâchée en tête du système est réutilisée de nombreuses fois par pompage (dans les drains notamment) au cours de son trajet du réservoir de tête à l'exutoire final, la mer méditerranée. Le concept d'efficience de l'utilisation de l'eau sur un système irrigué prend dès lors une signification toute relative et doit faire intervenir un bilan net entre l'eau entrant dans le système et l'eau réellement perdue par le système (eau rejoignant des nappes contaminées et donc inutilisables, eau évaporée dans l'atmosphère). Ce concept, lié à la définition du système irrigué et aux techniques d'utilisation de l'eau, a été revivifié avec à propos par J. Keller dans le cas égyptien [Keller, 1994] et suscite des débats nombreux chez les financeurs de projets [Williardson, 1994].

2.2.2.2.Dépendance et interdépendance.

On a structuré le système irrigué autour de l'utilisation par une communauté de fait d'un équipement, allouant une ressource partagée. Ce lien à une ressource commune est générateur d'interdépendance entre les agriculteurs présents sur un même périmètre irrigué ; il faut toutefois préciser que cette interdépendance est vécue de façon très différente selon les systèmes et les techniques employées pour transporter et distribuer la ressource en eau. Le système de la Société du canal de Provence, déjà mentionné, est un exemple typique d'une situation où l'interdépendance a été presque "absorbée" par une gestion très réactive de l'infrastructure de desserte en eau : les agriculteurs ont toute latitude (dans les limites de capacité en débit de leur borne d'irrigation) pour déclencher ou arrêter leurs prélèvements sans tenir aucun compte d'une logique de "système" ; ils prennent des décisions individuelles sans influence (en fonctionnement normal) sur l'approvisionnement des autres agriculteurs du périmètre. A l'opposé, sur un périmètre type du Punjab indien ou pakistanais, chaque prélèvement d'eau est régi par une logique globale d'allocation de la ressource ; l'eau est affectée à un agriculteur à un moment précis pendant une durée précise ; l'interdépendance est maximale et un agriculteur situé à l'aval d'un canal de desserte sait très bien que si l'eau n'arrive pas jusqu'à son champ il a de grande chance d'être la victime impuissante d'un prélèvement pirate plus à l'amont du système...

L'existence de situations aussi contrastées est un signe de la grande diversité des philosophies et pratiques de l'utilisation de l'eau dans les systèmes irrigués. Alors que la ressource brute, par exemple dans un réservoir, est non différenciée, l'eau utilisable par l'agriculteur, l'eau facteur de production, est parée d'attributs bien différents selon les systèmes et parfois à l'intérieur d'un même système en des lieux de desserte différents. Une approche "produit" permettra d'aller plus loin sur ce point au paragraphe 2.3.2.2.

2.2.2.3.Pas de système sans institutions.

En sus de l'eau, des infrastructures et du "savoir" hydraulique et agronomique diffus qui sous-tend pour une bonne part les choix techniques d'utilisation de l'eau observés dans un système irrigué, il faut prendre en compte l'organisation des hommes, leurs institutions.

Sur ce volet, la diversité est à nouveau la règle ; il faut, pour faire simple, distinguer deux grandes classes d'acteurs dans le système irrigué : des acteurs utilisant l'eau comme facteur de production pour produire des biens agricoles et des acteurs chargés du "bon" fontionnement de l'infrastructure hydraulique ; les deux classes étant soumises à un minimum de règles explicites de

comportements héritées des rapports institutionnels entretenus entre elles et, éventuellement, avec une autorité supérieure (par exemple l'Etat).

On pourrait anticiper sur l'adoption d'une perspective de gestion d'entreprise et baptiser dès à présent les premiers "producteurs de bien agricoles" et les seconds "producteurs d'eau maîtrisée" ; pour alléger l'écriture, on se contentera souvent d'agriculteurs et gestionnaires. Ces derniers ont des statuts très divers ; dans les cas où la gestion du système est à la charge des agriculteurs, ils peuvent être agriculteurs eux-mêmes, mandatés par leurs pairs (sur de petits systèmes), ou des opérateurs privés payés par les agriculteurs ; dans les cas où la gestion du système est à la charge de l'Etat, ils sont fonctionnaires d'agences publiques d'irrigation ; dans les cas où la gestion du système est confiée à une société d'exploitation privée ou semi-publique, ils sont employés de cette société... On comprendra que la nature des liens contractuels résultant de ces divers arrangements ainsi que la structure des organisations en place (association d'agriculteurs, agence publique, sociétés privées) auront une grande influence sur la vie quotidienne des périmètres irrigués. En fait, la diversité des situations et des dynamiques d'évolution est telle que toute tentative de taxonomie semble bien illusoire.

A titre d'exemple, néanmoins, une piste de clarification sérieuse consiste en l'explicitation du "mandat", des "missions" ou des objectifs stratégiques d'une des deux classes d'acteurs : l'organisation gestionnaire. Cette piste conduit très vite à une prise en compte des dimensions réglementaires et historiques car toute la problématique des droits d'eau, de leur origine, de la facilité avec laquelle ils peuvent évoluer ou être remis en cause conditionne pour une bonne part les marges de manoeuvre du gestionnaire et contribue à façonner ses missions...

Dans des cas de mobilisation d'une ressource en eau à des fins multiples (allocations urbaine, industrielle, récréative, agricole), les stratégies du gestionnaire sont assez complexes et peuvent faire intervenir des arbitrages "économiques" entre les différents usages (politique tarifaire des districts de l'ouest des Etats-Unis qui amène à des transferts de droits d'eau depuis l'agriculture vers les usagers urbains). A ces stratégies complexes correspondent donc des objectifs d'allocation de ressources assez clairement influencés par des mécanismes de marché ; l'offre en eau est exposée aux différentes classes d'utilisateurs et au sein d'une même classe aux différents utilisateurs avec des conditions de prix qui vont finalement décider de l'allocation (ou plus exactement l'influencer à travers le filtre des rigidités juridiques et réglementaires créées par la présence des droits d'eau).

Les cas d'aménagements strictement hydroagricoles devraient initialement secréter des stratégies de gestion plus simples, orientées vers des objectifs de production agricole ou de développement rural. On rencontre de fait des objectifs d'allocation telle que la justice sociale (équité; exemples en Asie du sud notamment), l'ordre social (respect strict de droits d'eau ; exemples en zone méditerranéenne, en Amérique du sud), la maximisation de la superficie cultivée (exemples en Asie du sud à nouveau), la maximisation de la production agricole (exemple du Maroc : "les agriculteurs qui ont la chance de se trouver sur les territoires d'un aménagement hydro-agricole sont tenus de valoriser correctement l'eau à laquelle ils peuvent avoir accès -pour respecter le hadith du Prophète stipulant que 'ceux qui gaspillent l'eau sont les frères des démons'-. Il y a une vingtaine d'années, des agriculteurs du Souss, une plaine d'effondrement très sèche entre le Haut Atlas et l'Anti Atlas auraient été expropriés parce qu'ils n'obtenaient pas des résultats agronomiques suffisants et leurs terres auraient été revendues à des agriculteurs du piémont nord de l'Atlas qui auraient alors tiré un meilleur parti de l'eau d'irrigation"[17])... Pris individuellement, ces objectifs sont certes clairs mais généralement assez difficiles à décliner en terme de gestion opérationnelle, ce qui est à l'origine de confusions inextricables lorsque le management échoue dans cette tâche ou manque de clarté dans ses consignes aux différents niveaux d'opérateurs d'un système [Vander Velde, 1993].

Attention ce n'est pas tout ! En matière de confusions et de dysfonctionnements, l'essentiel des apports est assuré par l'évolution de systèmes irrigués depuis une situation bien décrite par notre second cas (hydroagricole) vers une situation plus intermédiaire avec le premier (multiusage) ; l'irruption de l'économique et/ou de la compétition sur une ressource saturée est bien sans doute la source numéro un de conflits d'objectifs et d'ambiguïté affectant la gestion des systèmes irrigués... et donc à terme leur

[17] Rapporté par Jean Verdier, IIMI Maroc.

profil institutionnel. Ces situations "interpellent" les chercheurs (Cf. [Dudley, 1992]) et seront évoquées dans la suite.

2.3. Lecture en terme de système de production industriel

2.3.1. Quel cheval pour quelle Troie ?

2.3.1.1.Le management comme clé de l'action.

Une pratique -l'irrigation- mise en oeuvre par une communauté s'appuyant sur des moyens techniques et des institutions -le périmètre irrigué-... Le cadre est suffisant pour dérouler tout un arsenal d'études "analytico-descriptives" structurant la vie du système considéré autour de schémas, représentations voire "audits" techniques à caractère explicitement ou implicitement mono-disciplinaire. Ces études sont utiles en tant qu'irremplaçables sources de connaissance sur la gestion du système et ses composantes agronomique, foncière, hydrologique, hydraulique, éthnologique, financière, économique, pédologique, sociologique, politique... mais elles n'épuisent pas le sujet, et ce, pour deux raisons. Tout d'abord, elles ne s'appuient généralement pas sur une représentation intégratrice qui permettrait de les relier entre elles par du sens (liens de causalités, pouvoir explicatif croisé...). Ensuite, leurs contenus ne donnent généralement pas de clés pour "agir" sur le système et faire émerger les nouveaux modes de fonctionnement qui pourraient garantir des jours meilleurs ; comment mettre en musique les partitions prometteuses des experts et donc, pour reprendre la terminologie de P.Drucker, "user du savoir pour déterminer comment le savoir existant peut être mis en oeuvre afin d'obtenir des résultats" [Drucker, 1993] ?

Petit hiatus dans le mythe rédempteur des solutions miracles par experts interposés, le savoir, si bon soit-il, ne suffit plus ou pas (la plupart des gens et en particulier, les acteurs d'un périmètre irrigué, ont souvent assez de connaissances, de "savoir potentiel", pour améliorer sensiblement la façon dont ils accomplissent leurs tâches ; ils ne le font pas, c'est tout). Il faut donc souvent, en priorité, "appliquer le savoir au savoir" et créer des environnements favorables à l'émergence de besoins en nouveaux savoirs, au perfectionnement et à la mise en oeuvre de savoirs anciens ; en bref, comprendre de façon intégrée le fonctionnement des systèmes puis réanimer leur management avant de les placer sur un fauteuil roulant.

Au final, c'est bien de management qu'il s'agit... et donc, comme suggéré au premier chapitre, d'un champ théorique quelque peu miné.

"(...)En d'autres termes, nous n'avons presque aucune preuve concrète et systématique de la réussite des pratiques du management, du moins en comparaison de la complexité du management quotidien. Aux côtés des quelques études sur ce que font réellement les managers et des non moins rares études sur la façon dont une technique particulière fonctionne réellement en pratique, on trouve des myriades de publications implorant les managers d'utiliser les dernières techniques, parce qu'elles sont, si rationnellement, élégantes (...)" [Minzberg, 1989].

D'où un deuxième hiatus : l'inefficacité des contributions d'experts devant un management peu réactif a du mal à être surmontée par les pratiques émergeant du savoir managerial théorique. Le champ d'investigation est identifié, le management, mais les outils bruts qu'il sécrète semblent peu convaincants.

Pour résumer, Drucker et Mintzberg s'accordent sur un constat : la vie des organisations et donc leur performance sont essentiellement façonnées par des actes de management. Drucker souligne que la maîtrise de ces actes est de plus en plus importante car ils représentent le seul levier utilisable pour obtenir des gains de "productivité du savoir" accumulé dans l'organisation. Minzberg, tout en le suivant sur ce terrain, annonce que cette maîtrise est encore loin et met en garde contre les productions de savoir formalisé dans le domaine du management qui, selon lui, étouffent les fonctions créatrices des gestionnaires, prônent des solutions analytiques inadaptées et, finalement, amplifient les problèmes qu'elles prétendent traiter. Vive le management ou quid du management ?

Ni l'un, ni l'autre bien sûr. Drucker propose un cadre de pensée séduisant, qui conserve au management son caractère intégrateur et ne peut s'appréhender qu'à partir d'une vision très claire des

différents savoirs à "mettre en musique", de leurs interactions et dépendances. Minzberg est là pour prévenir contre la dérive réductionniste amenant la production d'un nouveau savoir d'expert monodisciplinaire (en management), tout aussi inefficace que les précédents.

La pertinence du champ d'investigation pousse à la persévérance, l'imposture de certaines pratiques à la vigilance... A quelle porte faut-il frapper pour recueillir les expériences et méthodes en management dont l'irrigation a besoin ? Comment caractériser le "périmètre irrigué" pour en faire un objet d'étude "lisible" et manipulable par des gens familiers avec ces expériences ou ces méthodes ?

2.3.1.2.Un concept intégrateur : l'organisation.

En deçà de la notion très générale de système, il semble bien que la terminologie la plus représentative des efforts entrepris pour étudier les "agrégats d'activités humaines" est celle de l'organisation. Là encore les définitions font légion, mélangeant allégrement deux niveaux de signification, comme le note Mélése :

"Relevons l'épaisseur du terme organisation par lequel on désigne maintenant d'une manière générique l'entité qui contient et soutient tout ensemble d'activités solidaires et finalisées, qu'il s'agisse d'une entreprise, d'une administration, d'une association ou encore d'une partie de celles-ci, et qui évoque simultanément la propriété fondamentale de ces entités, à savoir l'agencement des relations entre les individus et les composants de l'ensemble" [Mélèse, 1995].

Cette deuxième acception du terme se retrouve chez les auteurs de la mouvance "systèmes complexes", illustrée par E. Morin : "agencement de relations entre composants ou individus qui produit une unité complexe ou système, dotée de qualités inconnues au niveau des composants ou individus ; l'organisation transforme, produit, relie, maintient", cité dans [Bonami, 1993]. La première, adoptée dans la suite, est utilisée, sous des formes relativement convergentes par de nombreux auteurs (y compris la mouvance managériale) : "Une organisation, c'est un groupe d'hommes composé de spécialistes travaillant ensemble à une tâche commune. A la différence de la société, la communauté ou la famille, une organisation se définit par son objectif, elle ne se fonde ni sur la nature psychologique de l'être humain ni sur une nécessité biologique" [Drucker, 1993] ; "groupement permanent de personnes ayant pour but la production de biens matériels ou de services et astreints à une condition plus ou moins stricte d'efficacité" [Scheid, 1990].

Cette définition posée, un regard sur les connaissances accumulées pour traiter de l'objet "organisation" s'avère très éclairant. Une classification en trois grands domaines est proposée par Scheid, **les théories sociologiques** (Crozier...), **les théories managériales** (Drucker, Shingo...) et **les théories psychologiques** (March...) ; les premier et dernier groupes font essentiellement référence à des **théories explicatives** : jeux d'acteurs, jeux de groupes, motivations ; le deuxième groupe s'attaque aux **problèmes de l'action** et entend proposer des éléments pour aider à la gestion et la structuration des organisations. Ces domaines ne sont évidemment pas étanches et d'ailleurs, comme le remarque Scheid, "peut-on se passer de comprendre pour agir ?" Sans être trop réducteur, il semble que ces différentes facettes devraient pouvoir s'articuler naturellement lors des démarches d'amélioration sur les organisations :

(1) faire émerger une représentation à fort biais managérial pour pouvoir envisager des actions,

(2) analyser des faiblesses de l'organisation considérée à travers cette représentation mais en se référant, pour l'identification des causes, aux dimensions explicatives sociologiques et psychologiques,

(3) proposer des interventions managériales pour traiter ces causes...

Ce jeu intime entre l'action et l'explication est une des clés que livre la théorie des organisations, prise dans son acception la plus large et assez bien illustrée par cette citation de P.Morin : " la sociologie n'est pas une science d'application, elle ne peut pas dire qu'il vaudrait mieux faire ceci ou cela. Or ce qui m'a plu dans tout ce courant américain du développement organisationnel, c'est qu'il sentait cette articulation, qu'il enrichissait le discours de ce que maintenant on appelle la sociologie des organisations, par la réflexion sur l'action empirique qu'est le management" [Colasse, 1995].

2.3.1.3.Une organisation qui produit et vend : l'entreprise.

D'après l'INSEE : "Les entreprises... comprennent les agents économiques dont la fonction principale est de produire des biens ou des services destinés à la vente" [Bremont, 1981]. Plus qualifiant : "l'entreprise est un groupement humain hiérarchisé qui met en oeuvre des moyens intellectuels, physiques, financiers, pour extraire, transformer, transporter, distribuer des richesses ou produire des services, conformément à des objectifs définis par une direction, personnelle ou collégiale, en faisant intervenir, à des degrés divers, les motivations de profit et d'utilité sociale" [Lauzel, 1989]. L'entreprise industrielle se distingue de ses congénères par son intérêt exclusif pour la production et la vente de biens matériels.

La notion de système irrigué, telle qu'abordée précédemment, suffit à caractériser le périmètre comme une "organisation" ; toutefois ce premier qualificatif reste trop général pour réussir une intrusion efficace, par analogie, dans les théories des organisations ; on doit en quelque sorte décliner la carte d'identité d'un périmètre irrigué en des termes signifiants pour les gardiens de ce territoire. Quelles sont les grandes espèces à considérer ? Force est de constater que, en ce qui concerne les organisations du secteur économique (on éliminera les équipes de rugby et les camps de scouts), les entreprises ont été un peu plus auscultées que les administrations ; au sein des entreprises, le secteur industriel plus que le secteur des services et enfin, le secteur privé plus que le secteur public. Très fruste, cette typologie vise simplement à traduire la prééminence de "l'entreprise" comme objet d'étude [Coriat, 1995] et "l'entreprise industrielle privée" comme le champ d'application le plus développé pour ces études. Cet état de fait s'explique certainement par la pression concurrentielle qui s'est exercée plus tôt sur ces organisations, déclenchant plus tôt une demande spécifique en voies d'amélioration ou d'évolution ; de plus, les entreprises industrielles ont des systèmes de production structurés autour de flux de biens physiques qui se prêtent à des formalisations "mécanistes", champ de prédilection des approches formalisées.

Cela étant dit, il est donc intéressant d'explorer les théories de l'organisation et leurs applications à travers l'exemple de l'entreprise industrielle ; comme indiqué au chapitre introductif, c'est dans ce creuset que l'essentiel des expériences, bonnes ou mauvaises, ont eu lieu, que des leçons ont été tirées. De plus, lire le fonctionnement de l'organisation "périmètre irrigué" avec le langage de l'organisation "entreprise industrielle" ne semble pas a priori déraisonnable. Le périmètre irrigué est une organisation produisant entre autres "outputs" des biens matériels pour partie destinés à la vente (les récoltes), au moyen d'un système de production.

Qu'il n'y ait pas de malentendu : l'objectif n'est pas de décerner au périmètre irrigué le label d'entreprise industrielle ! Il s'agit de le décrire en utilisant les termes de ce type d'organisation et ce faisant, de faire apparaître des caractéristiques communes et des spécificités par rapport à l'objet standard d'étude "entreprise industrielle". Cet effort préliminaire de mise en correspondance, d'acquisition d'un dictionnaire approximatif entreprise industrielle/périmètre irrigué, est nécessaire avant de chercher à traduire (ou interpréter) certains acquis instrumentaux ou méthodologiques, disponibles dans le langage de l'organisation "entreprise industrielle".

Ceci amène à introduire une précision d'importance ; c'est finalement trois corpus de connaissances qui seraient rendus potentiellement accessibles par une analogie complète avec une entreprise industrielle : non seulement -*ce qui est ici le but principal*- certaines connaissances générales en **théorie des organisations** (utilisation de concepts "organisation" lus à travers des expériences en "entreprise industrielle" ; approches managériales pour l'action, sociologiques, psychologiques, pour l'explication), mais aussi, en prime, quelques connaissances spécifiques en **théorie des entreprises** (approches économiques) et, encore plus spécifiques, en **théorie des systèmes de production industriels** (approches technologiques de la gestion industrielle).

Attention néanmoins aux spécificités avant d'envisager des transferts de savoirs depuis les expériences en entreprise vers les périmètres irrigués ! En d'autres termes, rien n'interdit de décrire un martien comme un humanoïde pour interpréter le savoir faire d'un ophtalmologiste et mettre au point un traitement de ses organes de vision... à condition de maîtriser les effets secondaires sur toute

fonctionnalité inédite, comme les élégantes petites trompes dont les auteurs de bandes dessinées les affublent généralement.

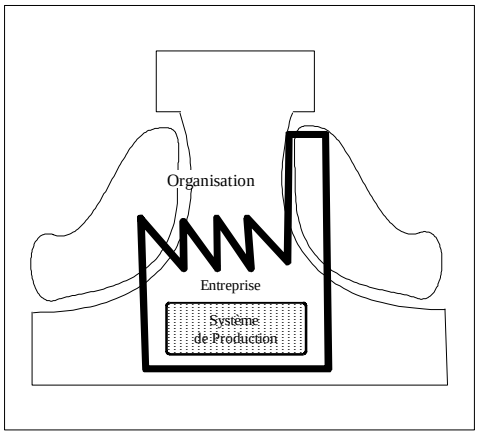


Figure 7. Trois corpus de connaissance imbriqués

2.3.2. Les termes de l'analogie

Le détour par le monde de l'entreprise industrielle doit donc être entendu comme une volonté de fixer les idées, d'instiller du "dur" dans du "mou"... pour permettre l'action. Comme souligné en introduction, cette approche n'est pas neutre et le point de mire reste très clair et limité : mettre au point des outils pour mieux comprendre et améliorer la gestion de l'eau dans les périmètres irrigués. Cette approche détermine le niveau des termes retenus pour l'analogie ; l'entreprise industrielle ne sera pas observée sous l'angle de la "firme point" [Coriat, 1995] utilisée pour les approches macro-économiques (trop faible résolution) ni comme l'agrégat désordonné d'acteurs psychologiques individuels des études de motivation (trop grande résolution) ; l'entreprise industrielle "standard" sera avant tout considérée comme une organisation transformant des "inputs" obtenus auprès de fournisseurs en "outputs" destinés à des clients. Elle sera caractérisée par une interface amont (matière première, approvisionnement, relation aux fournisseurs), une interface aval (produit final, relations aux clients) et un système de production (moyens de production, processus de fabrication du produit).

Attention, focalisation restrictive numéro un !
L'analogie périmètre irrigué/entreprise industrielle est conduite avec un fort biais en faveur du **système de production** de l'entreprise et n'est donc pas abordée selon une approche globale (pas de véritable analyse des aspects financiers, commerciaux et administratifs).

Comme précédemment développé, le système de production présente des caractéristiques "technologiques" (perspective "industrielle") qui constituent donc les entrées de notre dictionnaire ; on utilisera ultérieurement le fait que son fonctionnement soit mis en musique grâce au management -une stratégie déclinée dans un système de pilotage- (perspective "organisation-action"), lui-même fortement conditionné par des contingences économiques (perspective "entreprise"), sociologiques et psychologiques (perspective "organisation-explication"). Venons-en aux faits.

2.3.2.1.Quel(s) système(s) de production ; frontières.

°Vues de l'irrigation.

Il faut ici réintroduire les deux grandes catégories d'acteurs : gestionnaires et agriculteurs ou producteurs d'eau maîtrisée et producteurs de biens agricoles.

Leur définition relève d'une vision purement analytique et mécaniste du fonctionnement d'un périmètre irrigué : un faisceau de processus de production et/ou de distribution d'intrants (dont l'eau maîtrisée), devant être "orchestré" (et non nécessairement programmé) pour un assemblage final au sein d'ateliers aval (les parcelles cultivées) produisant les biens agricoles, vrais produits du système de production "périmètre irrigué" (la figure 8 est une illustration simplifiée de cette situation "systémique" à l'aide de deux intrants, l'eau et les fertilisants).

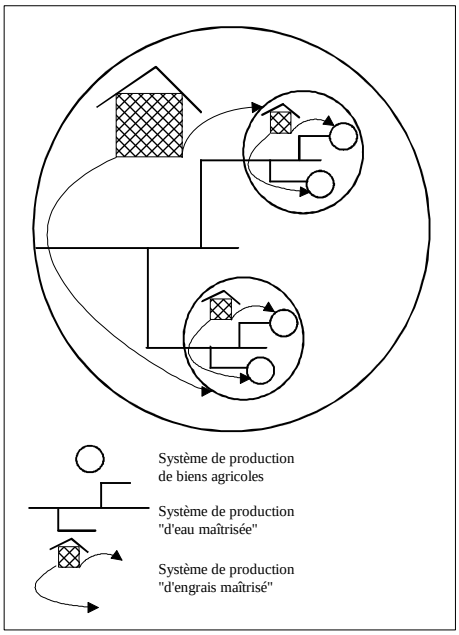


Figure 8. Systèmes de production et périmètre irrigué

Bien... des ateliers amont pour la production d'eau maîtrisée ; des ateliers aval pour la production de biens agricoles irrigués ; au moins un atelier amont fédérateur fournissant tous les ateliers aval (définition du périmètre irrigué et d'ailleurs, sauf précisions, le terme "système de production d'eau maîtrisée" pour un périmètre irrigué donné désignera ce fournisseur commun). Mais... atelier amont ou fournisseur ? atelier aval ou client ?

Le type de relations entretenues par les deux acteurs clés devient ainsi très vite un enjeu de définition du ou des systèmes de production en présence. Cette interface producteurs d'eau maîtrisée/producteurs de biens agricoles est tout bonnement primordiale pour structurer l'analogie. Un apport intéressant est indirectement proposé par Huppert pour faire avancer la réflexion sur ce point. A partir d'une analyse typologique des organisations socio-techniques (entreprises de production ou de services), basée sur une discrimination (simple) des facteurs contextuels influençant le fonctionnement de ces organisations, il parvient à déterminer quatre grands types de situations pour les entreprises puis, par analogie, pour les périmètres irrigués [Huppert, 1989].

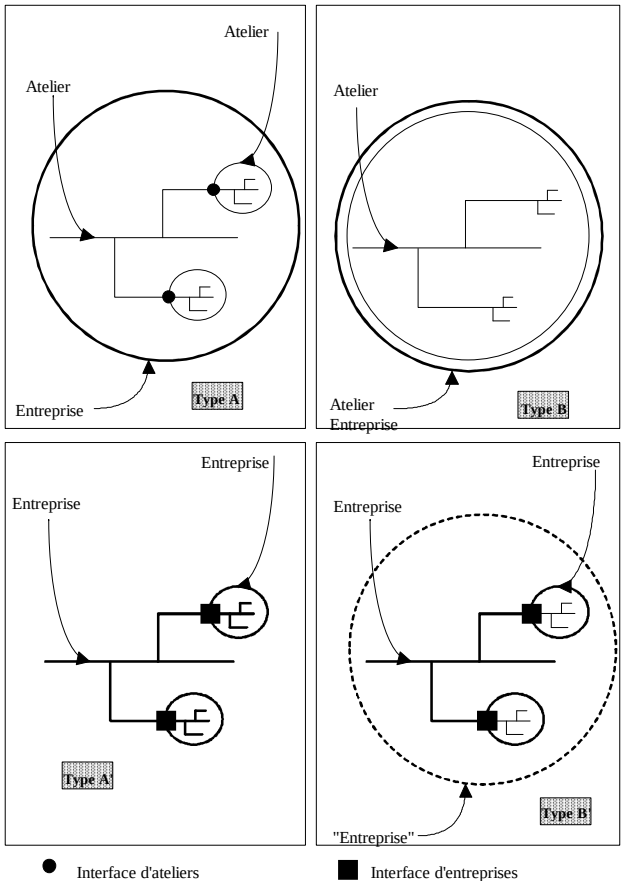


Figure 9. "Ateliers" et "entreprises" sur un périmètre irrigué

-*Type A* : les deux acteurs sont deux ateliers indépendants d'un système de production très intégré et planifié où les agriculteurs peuvent quasiment être considérés comme des "employés" du périmètre irrigué (cas de certains grands périmètres d'Etat souvent cités dans la littérature comme Mwea au Kenya ou Gezira au Soudan, des périmètres de l'ex-URSS).

-*Type B* : les deux acteurs sont fondus dans un atelier principal dont l'activité est la production agricole avec un atelier secondaire totalement intégré qui supporte l'activité de production d'eau maîtrisée (cas de petits périmètres traditionnels, petits barrages dans divers pays d'Asie comme le Sri-Lanka, le sud de l'Inde, le Nord Est Brésilien, d'Afrique de l'Ouest comme le Burkina Faso ou aval des pompages sur de grands fleuves comme le Niger ou encore aval de petites prises en rivière en zone de montagne comme au Népal ou au nord du Pakistan).

-*Type A'* : les deux acteurs ont des relations fournisseur/producteur-client marquées par une interface bien identifiée et spécialisée pour assurer des transactions "standard" d'eau maîtrisée (cas des périmètres où l'eau est fournie selon des règles de transactions bien établies par des agences d'irrigation, souvent publiques, à des agriculteurs individuels ou des groupes d'agriculteurs organisés ; c'est un groupe très large où l'on peut classer des systèmes aussi divers que les grands systèmes d'Asie du Sud -Pakistan, nord de l'Inde- réalisés durant la colonisation britannique où les transactions sont simplifiées à l'extrême, des périmètres méditerranéens -Espagne, Turquie...- pour des exemples où les transactions sont clairement structurées autour des "droits d'eau" et jusqu'aux sociétés d'aménagement en France et les districts américains où la notion de contrat vient s'ajouter ou se substituer à celle de droit d'eau).

-*Type B'* : les deux acteurs sont, à l'image du cas A', dissociés en deux entités distinctes mais ayant des interactions beaucoup plus étroites et complexes, où le conseil et la prise en compte systématique de spécificités des producteurs-clients peuvent jouer un grand rôle (Huppert cite le cas de l'agence d'irrigation NIA au Philippines qui a des agents de contact dans les villages d'agriculteurs; on peut mentionner le cas de l'Irrigation Management Division au Sri-Lanka et peut-être l'exemple de certains districts Chinois où le gestionnaire est associé à de nombreuses autres activités économiques impliquant les agriculteurs en parallèle de la gestion de l'eau).

Cette typologie met en évidence des types "purs" ; on passe de (A, A') à (B, B') lorsque les tâches des acteurs deviennent moins standardisées, moins routinières et faisant appel à plus de décisions suscitées par des fluctuations de l'environnement ; on passe de (A, B) à (A', B') lorsque les tâches du producteur d'eau maîtrisée intègre une dimension de "service" et que le producteur de biens agricoles n'est plus considéré (et ne se considère plus) comme un employé subalterne (A) ou un égal (B) mais plutôt comme un usager (A') ou un client (B'). Ce deuxième axe de discrimination est essentiel et traduit la distinction entre la configuration **"une seule entreprise : deux ateliers"** et la configuration **"deux entreprises : fournisseur et producteur-client"**. Bien entendu, entre les types "purs" règne le continuum peuplé de configurations "impures", comme les cas où une relation fournisseur/producteur-client est explicitement instaurée (type A', par exemple les ORMVA[18] au Maroc, avec des procédures de demande en eau formalisées...), mais où les contraintes exercées par le producteur d'eau maîtrisée font que les comportements des agriculteurs sont "ajustés" et que la logique d'ensemble est finalement très proche d'une logique planifiée d'entreprise unique (type A).

Qu'on ne soit pas surpris, de plus, que la typologie de Huppert ne permette pas, par exemple, de recouper directement la rapide classification opérée en fonction des stratégies économiques d'utilisation d'une ressource en eau plus ou moins rare, mentionnée au paragraphe 2.2.2. La typologie A, A', B, B' est une typologie descriptive, adaptée pour les besoins de notre analogie, mais non explicative au sens où Huppert ne relie pas explicitement les nombreux déterminants tirant un système irrigué donné vers un type "pur" à la définition de ce type. (Des listes de déterminants peuvent être trouvées chez de nombreux auteurs [Funel, 1980], [Neuvy, 1991], [Bathia, 1994]... on les identifie assez aisément dans les ouvrages à leur présentation en graphes structurés par grandes têtes de chapitre : technologie, facteurs socio-économiques, facteurs climatiques... et correspondent, grosso modo, à la liste de disciplines "explicatives" mentionnées au début du paragraphe 2.3.1.).

°Petits enseignements par correspondances.

Les problèmes d'interfaces entre deux acteurs intervenant dans une même chaîne de production représentent un champ classique d'investigation pour les observateurs du monde industriel. On peut tout d'abord grossièrement décliner la typologie de Huppert sur le monde de l'entreprise industrielle.
Type A : deux ateliers amont/aval d'une grande entreprise industrielle classique (ex. Renault).
Type B : personnel polyvalent et fortement responsabilisé d'une petite entreprise "high tech" (ex. favori de P. Drucker, une mini aciérie automatisée).
Type A' : un fournisseur et un producteur-client avec une interface spécialisée et standardisée où le fournisseur est en position de force (ex. Michelin et un petit constructeur automobile).
Type B' : un fournisseur et un producteur-client avec une interface en "partenariat" étroit (ex. conception japonaise de la sous-traitance).

Sans doute faut-il lever une ambiguïté ; les qualificatifs client et fournisseur sont parfois employés dans la littérature consacrée à l'entreprise pour désigner une interface interne à une même entreprise entre ce qu'on a considéré comme deux ateliers [Garin, 1993]. Lorino, en empruntant d'ailleurs à Landau, clarifie ce point de façon très précise en introduisant les notions "d'interprétation performance" réalisée en interne et "d'interprétation valeur" réalisée en externe sur les fonctionnalités

[18] Office régional de mise en valeur agricole.

d'un produit [Lorino, 1995], [Landau, 1981]. L'interface fournisseur/client externe est donc pour lui identifiable comme le lieu de rupture entre ces deux interprétations, les autres interfaces relevant de relations de coopération entre ateliers ; au grand dam de la systémique, l'entreprise (où tout au moins sa projection sur la dimension système de production) aurait donc une frontière[19]. Essayons de préciser rapidement ces notions.

L'interprétation valeur est la sanction exercée par un client externe sur les fonctionnalités d'un produit ; dans un cadre classique elle se concrétise par une décision d'achat ou une offre de prix -Le terme de fonctionnalités correspond d'ailleurs aux attributs ou caractéristiques d'un bien considéré comme une entité non homogène dans la théorie de la demande de Lancaster [Simon, 1976]-. L'interprétation performance est plus subtile et relève directement du management ; à partir d'une anticipation de l'interprétation valeur sur des fonctionnalités, donc de données sur l'environnement externe, il s'agit de déployer une stratégie de production des fonctionnalités les plus "prometteuses" (à travers une organisation et jusqu'aux aspects les plus opérationnels), en bref : traduire le langage de la valeur dans le langage des activités de l'entreprise. Un "client" externe réagira essentiellement selon une **logique de valeur** (le travail de l'entreprise fournisseur est-il satisfaisant, utile, efficace..., au sens d'un accroissement ou d'une création de valeur ?) ; un "client" interne réagira selon une **logique de performance** (le travail de l'atelier amont est-il conforme, au sens d'un bon respect d'indicateurs de performance et donc d'une "interprétation managériale partagée" de la création de valeur ?).

Les cas d'entreprise unique (A, B) relèvent de l'examen des processus de production ; le passage production d'eau maîtrisée/production de bien agricole est dans ces cas fondu dans une logique de processus (interprétation performance) et non une logique d'interface client (pas de sanction par interprétation valeur).

Pour ce qui est des relations fournisseur/producteur-client (A', B'), elles sont l'enjeu d'intéressants débats. La majorité des exemples traités dans l'industrie présentent cependant une fâcheuse dissemblance avec le cas de l'irrigation : le faible y est généralement le fournisseur, le fort étant le producteur-client, le donneur d'ordre ; cette situation n'est pas le cas général en irrigation. Deux voies d'investigation peuvent néanmoins être ouvertes.

L'évolution, "à la japonaise" des relations des entreprises avec leurs fournisseurs relève presque, finalement, d'un retour de configuration B' ou A', à deux acteurs, vers des configurations de type "presque B", intégrées, où un partenariat étroit et "une transparence technique" sont établis à de nombreux niveaux : logistique, qualité, conception et formation [Van de Voorde, 1990] ; exprimée selon les termes de Lorino il s'agit en quelque sorte d'une extension amont de l'interprétation performance du producteur-client chez le fournisseur, provoquant du même coup un fort déplacement aval de l'interprétation valeur à considérer par ce dernier. L'extension amont de l'interprétation performance pouvant d'ailleurs emprunter les voies relativement formelles de la certification : le fournisseur se voyant demander de démontrer par des procédures codifiées de contrôle qualité qu'il vérifie un certain nombre de critères de performance, considérés comme importants par le client. Le facteur d'échelle est ici déterminant et cette évolution ne peut avoir lieu que si le fournisseur est de taille comparable ou inférieure au donneur d'ordre. Cette évolution justifierait le maintien de structures originales dans le monde de l'irrigation comme les Associations Syndicales Autorisées en France ("ASA", où les agriculteurs gèrent tout le système irrigué) ou certains districts producteurs d'eau maîtrisée américains, aux conseils d'administration majoritairement constitués d'agriculteurs ; elle pourrait également éclairer les modalités d'une plus grande implication des agriculteurs dans la gestion de l'eau maîtrisée sur certains périmètres de type A' et enfin, conduire à étudier de plus près les modes de fonctionnement des petits périmètres traditionnels qui constituent peut-être l'équivalent de la forme la plus "avancée" de relation partenariale dans le monde de l'industrie !

[19] Affirmation un peu caricaturale qui ne vaut bien sûr que pour le point de vue adopté ici.

Une deuxième voie concerne l'étude de l'interface du type A'. Il s'agit là d'un problème délicat car l'essentiel des exemples industriels pertinents[20] de ce type de configuration semble aujourd'hui (après l'effondrement de l'ex-URSS...) déborder le cadre de "fournisseur industriel standard" de notre dictionnaire et se situer plutôt du côté des entreprises traditionnellement qualifiées "de service" comme les postes ou les banques ou de façon encore plus spécifique du côté des entreprises exploitant un réseau de desserte comme l'électricité le gaz ou l'eau potable... (on a d'ailleurs utilisé précédemment, de façon un peu restrictive il est vrai, le terme "d'usager" pour désigner le producteur-client A' en irrigation). Selon Lorino, de forts biais sont introduits sur l'interface de ce type de configuration lorsque la sanction de l'interprétation valeur est sans conséquence pour le fournisseur qui ne l'intègre donc pas ou peu dans son interprétation performance. Cette "dévitalisation" de l'articulation valeur/performance tient plus au statut des entreprises considérées (services publics ou plus généralement situation de rente monopolistique), qu'à la nature de la transaction (produit ou service) et fait l'objet d'importants débats sur leur "modernisation". Où se trouvent les enseignements? Les questions posées sur le maintien d'une interface de service public dans certains secteurs d'activité et les justifications qui y sont dans certains cas apportées peuvent nourrir et ont nourri des débats similaires en irrigation (Cf. paragraphe 3.3.3.3.). Les expériences de modernisation d'entreprises publiques bureaucratiques par des efforts sur leur management [Alecian, 1994] et donc leurs rapports avec leurs clients peuvent également être examinées profitablement au profit des bureaucraties à l'oeuvre dans le secteur de l'irrigation [Seckler, 1980]. Le traitement des interfaces générées par les **situations monopolistiques des exploitants de réseaux** sera envisagé plus bas sous la forme d'une spécificité par rapport aux systèmes de production industriels "standards" (Cf. paragraphe 2.3.3.1).

°En résumé.

Projetée sur l'organisation périmètre irrigué, la notion d'entreprise industrielle fait apparaître les deux grands cas de figure suivants :

Cas 1 (types A, B)	Périmètre irrigué mis en correspondance avec une entreprise industrielle à deux classes d'ateliers (atelier de production d'eau maîtrisée, atelier de production de biens agricoles irrigués). Le spectre des relations s'établissant entre ces deux classes d'ateliers s'étendant depuis des rapports très rigides dans un cadre planifié à des rapports hautement interactifs dans un cadre décentralisé.
Cas 2 (types A', B')	Périmètre irrigué mis en correspondance avec deux classes d'entreprises industrielles (fournisseur producteur d'eau maîtrisée, client producteur de biens agricoles). Le spectre des relations s'établissant entre ces deux classes d'entreprises s'étendant depuis des rapports très rigides dans un cadre contractuel classique à des rapports hautement interactifs dans un cadre de partenariat.

Attention, focalisation restrictive numéro deux !

Il faut rappeler à ce stade que l'étude se consacre délibérément à l'amélioration de la gestion de l'eau ; l'analogie sera donc poursuivie en considérant exclusivement la **production d'eau maîtrisée** (qu'elle soit réalisée au sein d'un processus à "deux ateliers" ou à "deux entreprises") et donc sans décliner en "termes industriels" la production de biens agricoles irrigués (ce qui impliquerait de considérer d'autres intrants que l'eau maîtrisée, de traiter les problèmes d'itinéraires culturaux...).

La production de biens agricoles devra néanmoins être considérée dès que seront abordées les questions d'objectifs stratégiques et de performance du périmètre irrigué. Dans une configuration à "deux ateliers", le gestionnaire global du périmètre irrigué doit la prendre en compte (ainsi d'ailleurs que l'interprétation valeur des clients du périmètre, les acheteurs de biens agricoles) pour assurer une logique de processus et avoir une chaîne de production de biens agricoles performante ; dans une

[20] Pour la mise en correspondance avec les périmètres irrigués.

configuration à "deux entreprises", le gestionnaire du système de production d'eau maîtrisée doit la prendre en compte pour comprendre ou anticiper l'interprétation valeur du producteur-client et produire de l'eau maîtrisée de façon performante. Si l'identité industrielle complète des systèmes de production de biens agricoles est donc volontairement éludée (on ne souhaite pas "agir" sur eux dans d'autres domaines que la gestion de l'eau), leurs grandes spécificités seront néanmoins mentionnées plus bas (Cf. paragraphe 2.3.3.2).

2.3.2.2.Produits, services.

°Vues de l'irrigation.

Après avoir discuté de l'interface production d'eau maîtrisée/production de biens agricoles en essayant de caractériser divers types de "frontières" entre ces deux activités, il faut maintenant l'aborder en revenant à l'objet de la transaction à cette interface : l'eau que l'on a qualifiée de "maîtrisée". C'est un produit physique intéressant car relativement difficile à décrire de façon standardisée. Pour le cerner, envoyons un observateur sur un système irrigué performant où les produits délivrés sont *sans défauts*... Cet observateur indépendant, rationnel et bien équipé en instruments de mesure, pourra décrire l'objet d'une transaction sous différents aspects ; il remarquera sans doute que l'eau transitant à travers l'interface physique, ou point de livraison, a un écoulement varié en débit au cours du temps et pourra retenir comme l'un des premiers qualifiants la notion de *profil de débit*.

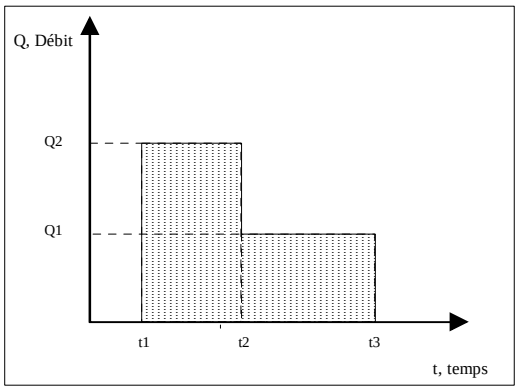


Figure 10. Un hydrogramme

Pour bien se mettre en situation, il faut préciser que le point de livraison est le plus souvent une section singulière fixée d'un canal, une prise latérale sur un canal ou une borne d'eau sous pression. Ceci amène d'ailleurs à une première discrimination d'importance entre les écoulements à surface libre (canaux) et les écoulements en charge ou sous pression (tuyaux). Dans ce second cas de figure, l'observateur voudra très probablement préciser un profil de charge (très fréquemment néanmoins, il obtiendra pour la transaction une charge quasi constante). Autre point à préciser, pour les écoulements à surface libre, le débit (intégrale sur une section mouillée donnée de la vitesse de l'eau) est une variable difficile à mesurer directement ; en pratique, on l'appréhende souvent en utilisant, en un point donné, une relation établie a priori qui le relie au niveau d'eau en ce point (ces relations sont obtenues par calibration directe de lois hauteur/débit ou par l'intermédiaire de formules analytiques décrivant le fonctionnement des ouvrages de prise où de régulation). Quand, dans la suite, on évoquera l'observation d'un indicateur de débit, il faudra comprendre qu'en pratique cette observation se fera souvent par un indicateur de niveau.

Si l'observateur pousse sa description plus avant, il pourra également prendre en compte un profil de *température*, un profil de *turbidité* (variations en concentration de particules en suspension au cours du temps) et un profil de *qualité chimique* (variations en composition chimique au cours du

temps). La spécification de ces divers profils permet ainsi une définition physique raisonnable du produit échangé à l'interface par les deux acteurs, dans la mesure où elle permet de définir un espace complet des transactions. Tout ceci ressemble fort à une "interprétation performance" en termes d'indicateurs normalisés (débit, pression, température, turbidité, chimie), donc, par parenthèse, à un point de vue de gestionnaire ; mais poursuivons.

Si l'observateur prend pension auprès du point de livraison, il se rendra compte très vite que les transactions ne couvrent pas toute la gamme des possibles au sens de sa définition : les indicateurs varient dans des fourchettes identifiables ; l'un d'entre eux (le débit) peut présenter d'importantes régularités (valeur de l'indicateur constante ou appartenant grossièrement à un ensemble discret) et la largeur temporelle des profils (durée des transactions) ainsi que les durées entre des variations d'indicateurs (essentiellement le débit) sont également souvent régulières. Plus subtil, s'il intègre l'indicateur de débit par rapport au temps, il pourra peut-être vérifier une régularité sur cette intégrale qui traduira bien évidemment une régularité de volume.

Avec un peu de chance et de persévérance, l'observateur pourra peut-être découvrir une deuxième classe de régularités, entre les transactions elles-mêmes, et mettre à jour des règles prédictives sur les séries temporelles de transactions (intervalle entre transactions constant, volume sur un type de série constant...).

En résumé, sur une période donnée (par exemple une saison d'irrigation), un point de livraison est le siège de séries de transactions. Ces transactions (le produit en jeu est l'eau, "colorée" par des profils caractéristiques) présentent plus ou moins de régularités affectant essentiellement :

(1) Les valeurs prises par les indicateurs physiques des profils (on retient généralement le débit),

(2) Les intervalles de temps séparant des variations de ces valeurs dans un profil (on retient généralement la durée du profil) et enfin,

(3) Les intervalles de temps séparant différentes transactions au sein d'une série.

Pour finir avec l'observateur, mentionnons qu'il pourra préciser quels sont les acteurs en présence lors des transactions ; un acteur producteur d'eau maîtrisée, un acteur producteur de biens agricoles, les deux à la fois... et dans ce dernier cas, en quoi leur interaction influe sur le résultat des transactions réalisées. Dans la majorité des cas néanmoins, une large partie des déterminants des transactions observées lui aura échappé ; à savoir : quels contacts, agrément, négociations, contrat, rituels,... établis entre les deux acteurs ont fait que, d'une part, l'eau coule, qu'elle semble bien couler selon des règles établies et que, d'autre part, elle aurait pu ne pas couler ou couler autrement.

En fait, deux dimensions peuvent être retenues :

- Une dimension descriptive de régularité/variabilité, accessible à l'observateur -depuis le cas où débit, durée et intervalles entre transactions sont fixes, jusqu'au cas où aucun des trois n'est fixe-.
- Une dimension explicative amont/aval, non accessible à l'observateur -depuis les cas où toutes les caractéristiques des transactions résultent de choix de l'acteur amont (non contraints par l'acteur aval, mais évidemment par ses propres limitations), jusqu'aux cas où toutes les caractéristiques des transactions résultent de choix de l'acteur aval (non contraints par l'acteur amont, mais évidemment par ses propres limitations)-.

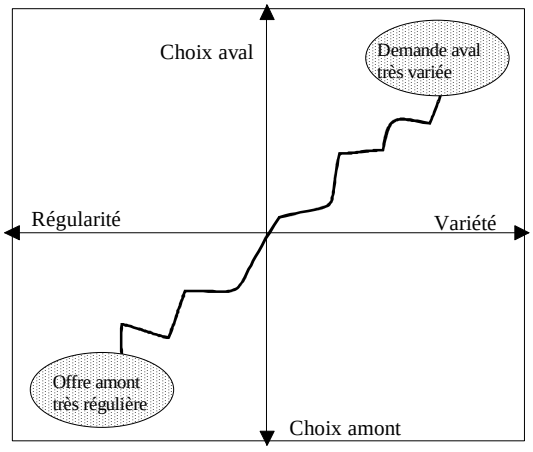


Figure 11. Deux axes explicatifs pour la définition du produit "eau maîtrisée"

De nombreux auteurs concentrent leur attention sur la première bissectrice (comme Replogle dans [Nobe, 1986]), parcourant le chemin de la terrible rigidité (principe de rotations à intervalle fixe, imposées par le gestionnaire, pendant une durée déterminée et avec un débit fixé ; c'est le cas au Penjab où ce type de distribution de l'eau est appelé Warabandi), vers les délices d'une flexibilité totale (où l'agriculteur serait libre de prendre la quantité d'eau qu'il souhaite quand il le souhaite[21]) . Les autres zones du graphe ne sont cependant pas désertes... on trouve des systèmes à forte variabilité choisie par l'amont (absence de contrôle d'une dérivation non régulée sur un cours d'eau ou à l'inverse, suivi fin des besoins en eau des cultures à un niveau centralisé) ; on trouve aussi des systèmes où un degré de rigidité élevée est choisi par les agriculteurs (apport réguliers continus dans les rizières ou... agriculteurs casaniers). Donner le pouvoir à l'aval ne veut pas dire préparer l'anarchie, donner le pouvoir à l'amont ne veut pas dire gestion par métronome... mais il faut effectivement envisager sérieusement ces deux cas de figure.

L'expression des choix des acteurs peut se faire dans le cadre de contrats et à travers des procédures formalisées ou à l'opposé, s'inscrire dans un ensemble de règles non écrites et s'effectuer par des procédures adhoc (de visu, par téléphone...). Les types d'opérations de contrôle effectuées sur les produits livrés peuvent également être très différents suivant les cas considérés.

Pour aller un peu plus loin on doit réintroduire les deux cas d'interface. Dans le cas atelier/atelier le produit sera jugé sur le respect d'indicateurs de performance prévus avant la transaction (souvent un profil de débit, parfois un volume, décrits en des termes d'autant moins rigides et planifiés que l'on passe d'un type A à un type B) ; dans le cas fournisseur/producteur-client s'y ajoute ou s'y substitue une interprétation valeur qui traduira la valeur de cette transaction pour l'agriculteur, au sens d'une disponibilité en eau pour son exploitation : cette transaction n'arrive-t-elle pas un peu trop tard, le débit est-il finalement assez fort pour permettre une bonne avancée de l'eau sur sa parcelle, n'aurait-il pas été préférable de repousser cette transaction alors que des pluies se profilent à l'horizon... une transaction jugée performante par le gestionnaire peut n'avoir que peu de valeur pour l'agriculteur. Il faut noter que cette interprétation valeur intègre plus que la transaction particulière pour laquelle elle est formulée, celle-ci est ainsi resituée au sein d'une série de transactions sur laquelle s'effectue en définitive le jugement de l'agriculteur. Dans certains cas, la réalisation de cette interprétation valeur peut être prise en compte par le gestionnaire et le conduire à revoir son interprétation performance pour satisfaire des besoins non prévus (l'important est que l'agriculteur soit satisfait, peu importe le respect d'un débit prévu et il y a donc dans ce cas changement "in extremis" du produit livré ; on touche là, à l'évidence, au

[21] Ce type de distribution théorique est appelé "à la demande" et peut être grosso modo pratiqué dans les périmètres où la ressource en eau est abondante et où l'infrastructure hydraulique est, soit surdimensionnée, soit finement gérée, par exemple par automatisation; en fait, la structure du réseau de desserte et les contrats passés imposent dans tous les cas certaines formes de limitations dans l'expression de la demande, il n'y a pas de distribution "à la demande" pure.

concept de service qui est inhérent au type B' et peut être développé à l'interface client du type A'). Ce dernier cas est plus courant qu'on ne le croit et il conduit à une grande confusion sur la signification des valeurs chiffrées affichées comme objectifs pour des indicateurs de performance du gestionnaire ; des valeurs officielles existent, certes, mais elles sont parfois constamment remises en question par une interaction d'interface ; si ces interactions s'inscrivent dans le cadre stratégique du gestionnaire on peut difficilement l'en blâmer et pourtant au vu des objectifs affichés, sa performance n'est pas bonne; d'où une grande difficulté pour accéder à des objectifs "objectifs" pour les indicateurs de performance.

Quoi qu'il en soit, l'accès à un minimun d'indicateurs de performance, connus des deux acteurs, est souvent considéré comme important. Ici apparaît une spécificité notable du produit considéré : il est en quelque sorte terminé en même temps qu'il est délivré ; lorsque l'hydrogramme se crée, par exemple à travers une prise, la transaction s'effectue et les vérifications de conformité ne peuvent être faites qu'à l'interface.

°Petits enseignements par correspondances.

En industrie, on utilise le terme de "référence" pour définir un produit ; une entreprise industrielle possède un "catalogue" comportant un certain nombre de références. Ces références correspondent dans notre cas à l'objet physique de transaction défini par l'observateur (eau et profils). Les axes variabilité et amont/aval définis au paragraphe précédent ont-ils des équivalents industriels ?

Une forte variabilité se traduit par un nombre important de références différentes échangées et l'absence de régularité dans la série temporelle des transactions.

Une forte dépendance amont se retrouve dans les cas où, lors de chaque transaction, le catalogue de l'entreprise ne comporte qu'une seule référence, avec des conditions de livraison imposées. Ce qui ne préjuge d'ailleurs en rien du degré de sophistication du cahier des charges à partir duquel cette référence unique est élaborée (depuis la production de masse type Ford, ignorant l'aval, jusqu'à une production très ciblée visant un créneau précis et bien identifié) ; dans ce cas extrême, l'objet de la transaction est entièrement défini par le fournisseur et le client n'a pas la possibilité d'exprimer un choix. On atteint cependant rarement dans l'industrie le cas de figure "warabandi" de l'irrigation où l'ultime choix d'effectuer ou pas la transaction est aussi refusé au client (il doit prendre l'eau ; vente à domicile autoritaire...).

L'aval réapparaît lorsque le catalogue consulté pour une transaction s'étoffe et que les conditions de livraison s'assouplissent. Cette évolution est donc traduite par la levée de certaines contraintes sur les produits (références différentes disponibles), sur les commandes (différents délais de livraison possibles à partir de la commande, différents horaires de livraison possibles, possibilité d'annulation ou de modification) et sur les séries de commandes (pas de contraintes de type quota ou intervalle de temps imposé entre deux commandes). Si les contraintes sur les produits et les commandes sont bien présentes dans l'industrie, les cas où des contraintes fortes sur les séries de commandes sont appliquées sont moins nombreux (périodes de rationnement ou accès périodique à certains catalogues).

Reste à creuser un peu le terme de "service" précédemment évoqué dans le cas fournisseur/producteur-client. Citons en préliminaire une des nombreuses définitions de ce terme : "Un service est une expérience temporelle vécue par le client lors de l'interaction de celui-ci avec le personnel de l'entreprise ou un support matériel et technique" [Tocquer, 1992].

<u>Premier service.</u>

Très souvent, l'activité du gestionnaire sur un périmètre est défini en ces termes :

"C'est un pur prestataire de services ; il doit faire en sorte que l'eau soit délivrée au bon endroit, au bon moment, en bonne quantité".

Quatre notions sont ici exprimées ; (1) un produit "massique" : l'eau, (2) un point de livraison: un endroit, (3) un instant de livraison : un moment et (4) implicitement, les caractéristiques "profils" : quantité ; on pourrait y ajouter la conversation de l'aiguadier et les péripéties qui ont permis de passer commande facilement ou pas (5). Si l'endroit, le moment, la quantité... si tout est bon, on entend

implicitement signaler que celui qui reçoit l'eau, l'agriculteur, est satisfait, que son interprétation valeur se traduit par un jugement positif de la prestation du gestionnaire. Attention, que personne ne sorte, la transaction à laquelle vous venez d'assister peut être lue et interprétée de différentes façons.

Première interprétation : un fournisseur, avec un dernier poste de travail à la porte de l'atelier de son client (2) vient de livrer au bon moment (3) un produit sophistiqué "eau-profil" (1)(4) avec un service d'accompagnement caractérisé par (5) et une éventuelle interaction à la livraison avec son client (différence entre (4) préconçu et (4) livré).

Deuxième interprétation : un fournisseur vient de livrer à domicile (2), au bon moment (3), un produit indifférencié "eau massique" (1) avec un service d'accompagnement important (4)(5).

...Dans les deux cas le gestionnaire livre un bon produit final ; dans le premier cas c'est plutôt interprété comme une bonne performance produit (4) et service (2)(3)(5), dans le deuxième plutôt comme une bonne performance service (2)(3)(4)(5). Et alors ? alors, il semble que ce n'est pas tout à fait équivalent ; un profil de débit teinté produit se jugerait plus en mesurant, à la performance ; un profil de débit teinté service se jugerait plus au sourire de l'agriculteur, à la valeur... En cet instant de bilan provisoire, il faut reconnaître que l'on s'est déjà pas mal avancé sur la première branche de cette bifurcation.

Deuxième service.

Dans le cadre de la première interprétation, il faut reconnaître qu'une ambiguïté supplémentaire est créée par notre définition du produit, qui impose le caractère simultané de la dernière étape de fabrication et de la livraison. Cet état de fait explique que l'on retrouve, même dans le cadre de cette interprétation, une particularité généralement considérée comme typique des activités de services : la simultanéité production/consommation. En témoigne cette citation :

"La grande particularité des services réside dans le fait que la finalité du processus de fourniture du service se trouve chez le client. (...) La prévention est nécessaire parce que le contrôle final dans les services mêmes est impossible parfois. Les réparations, les retouches et les rebuts n'existent pas.(...) La seule solution consiste à déceler d'abord et à éviter par la suite la non qualité." [Todorov, 1994].

Un service ne peut donc pas être stocké. Le produit "eau-profils" échangé lors d'une transaction en irrigation, (de l'importance du profil), vérifie cette condition. Cependant, un service est également intangible [Dumoulin, 1991] et là, ni l'eau ni les profils ne sont d'accord, on peut tout mesurer.

Au final, les hésitations précédentes ont accouché d'**un produit industriel "l'eau-profil", livré dans les conditions suivantes : toujours en bord de chaîne, parfois au bon moment, parfois avec bonne humeur, en réponse à une commande passée plus ou moins aisément**. Dans l'optique atelier/atelier ces dernières conditions procèdent d'interprétation performance. Dans l'optique fournisseur/producteur-client, elles représentent un service ; le gestionnaire a alors deux casquettes : prestataire de service, mission : **"délivrer de l'eau d'irrigation en bord de champs, au bon moment, avec bonne humeur, facilement"** et producteur industriel, mission : **"fabriquer de l'eau-profil"**.

Mais,... si le cas du salon de coiffure n'est plus d'actualité (prestation intangible, non mesurable, contrairement aux profils), on ne peut pas non plus s'en remettre complétement au cas d'un sous-traitant à la japonaise, (on peut généralement stocker et transporter le support matériel objet de transaction, pas les profils). Faire appel dès maintenant à des analogies aussi spécifiques qu'EDF ou GDF serait un peu facile. A tout prendre, si on admet qu'un hamburger ne se chauffe qu'une fois (un hamburger chauffé doit être un hamburger mangé), le cas de Mac Donald avec sa dernière plaque chauffante s'avère le plus proche de notre situation... bien sûr, en service d'accompagnement, il risque d'être meilleur.

2.3.2.3.Machines, processus.

°Vues de l'irrigation.

On a donc des situations typiques d'échange entre deux acteurs, un produit original mais pouvant être décrit dans un catalogue ; où est l'usine, où est la chaîne de production ? Question relativement simple, en apparence, pour l'observateur du paragraphe précédent s'il consent à remonter le réseau de canaux ou tuyaux reliant son site expérimental "produit" à la source amont de matière première "eau" du système irrigué. Chemin faisant, il remarquera divers ouvrages de prises, dérivation, régulation, des pompes, éventuellement des châteaux d'eau, des cheminées anti-belier, des réservoirs, des tunnels, des siphons, des aqueducs... des machines ; parfois des appareils de mesure, échelles graduées, capteurs de niveau, de vitesse ; des hommes aussi, en véhicule, reliés par radio à un centre de contrôle ou, totalement indépendants, à pied, munis d'une simple clé pour ouvrir et fermer des vannes. Un problème cependant : aucune trace nette de produits individuels en cours de fabrication sur cette chaîne ; tout au plus un conglomérat de "profils" potentiels se stockant et se déplaçant par la grâce de la gravité et du travail des pompes. Où donc sont créés les profils de débit, charge, température...

L'objet n'est pas ici de décliner un cours introductif d'hydraulique à surface libre et en charge; il faut savoir néanmoins que ce sont bien ces lois qui gouvernent la fabrication et le transit de nos produits sur la chaîne de production [Pochat, 1979]. Ces lois sont fortement non linéaires ; vouloir un profil de débit deux fois plus gros en un point ne s'obtiendra pas en mettant en production deux fois plus de matière première en tête, toutes choses égales par ailleurs. Un profil de débit passant successivement par vannes et canaux s'étiole, se diffuse, se stocke, se fond totalement dans la masse de produits en cours et arrive finalement, s'il a résisté au laminage total, sous la forme d'un profil tout à fait différent de ce qu'il était au départ. Tout cela n'est rien que de très normal... il faut bien que les machines jouent un rôle sur cette chaîne.

Un raisonnement de processus inverse, application inverse des lois de fabrication hydraulique à un produit objectif final, pour trouver les différents états intermédiaires ou "semi-finis" du produit sur la chaîne, est certes possible mais seulement au prix d'approximations importantes et en prenant en compte finement l'état global du système (notamment les stocks de produits en cours) ; il ne donne pas de solution unique. En pratique, ce raisonnement est cependant partiellement appliqué en ne tenant compte que de l'effet de convection le long du réseau ; avec une idée assez fruste des temps de retard générés par la propagation de l'eau entre la tête du réseau et les points de livraison, on peut mettre en production à l'avance les quantités de matière première souhaitées (en volume ou débit). Acceptable sur des systèmes simples, cette méthode nécessitera un bon savoir faire tout au long de la chaîne de production pour être efficace sur de gros systèmes équipés de nombreux ouvrages.

Il semble bien en fait que les produits soient fabriqués de façon indifférenciée sur le réseau hydraulique et qu'ils reçoivent leurs caractéristiques définitives lors de la dernière étape de fabrication, à la dernière machine, au point de livraison. L'état hydraulique d'un système, à un moment donné, "est gros" de la fabrication de très nombreux produits à livrer à des moments ultérieurs ; les manoeuvres de vannes, les pompes, mettent cet état hydraulique "en forme" pour que puissent se réaliser dans des conditions satisfaisantes les ultimes étapes de fabrication, les livraisons.

Point de détail original, l'une des caractéristiques du produit, le débit, est créée notamment (avec toutes les manoeuvres des ouvrages) par le jeu de la gravité qui permet donc non seulement de faire transiter le produit mais aussi de le fabriquer. Pour reprendre une expression déjà employée, l'énergie potentielle et cinétique des produits en cours est "porteuse" de la caractéristique "débit" des produits finaux. Cette énergie n'est pas différenciée par produit ; la gravité, moyen de production, génère des caractéristiques des produits de façon indifférenciée en cours de fabrication.

Les férus de logistique qui auraient suivi l'argumentaire jusqu'ici doivent trouver le temps long ; débits, donc flux, transport de matière première depuis une source jusqu'à un point de desserte : ce serait donc typiquement un problème de logistique. Retour à la croisée des chemins. S'agit-il de fabriquer un profil de débit tout en le transportant ou de transporter de l'eau à une cadence qui correspond au profil

de débit ? La deuxième vision d'une noria de véhicules déplaçant des poches d'eau depuis un barrage jusqu'à des prises n'est pas absurde et pourrait, bien gérée, produire un résultat similaire au fonctionnement d'un réseau de canaux ; ce serait bien alors de la pure logistique ! Si le résultat est le même, le processus auquel on s'est intéressé est néanmoins différent ; il faut tout d'abord remarquer que véhicules, pétrole et matière transportée se confondent, mais ce n'est pas l'essentiel ; comme suggéré plus haut, on a bien en fait imposé le point de vue "production" par rapport au point de vue "logistique" lorsque fut défini le produit livré ; la définition adoptée ne permet pas l'ambiguïté : le débit n'est pas une cadence de livraison du produit massique "eau" mais une caractéristique à part entière du produit livré "eau-profils", cette caractérisque est modifiée, créée, sur le réseau hydraulique : il y a fabrication. On a versé les qualifiants mesurables de l'objet de transaction au chapitre produit plutôt qu'au chapitre service.

Tout ceci est un peu arbitraire et ramène donc un paragraphe plus haut à la clôture du débat "produit - service" ; il va sans dire que l'approche logistique aurait permis de le conclure différemment : le gestionnaire-transporteur redeviendrait bien alors le pur prestataire de service que le sens commun annonçait, jugé sur la qualité de ses cadences de livraison...

Dernier assaut des logisticiens : "gardez votre dernier atelier de fabrication de profils et confiez-nous le reste, on peut vous faire des stocks répartis !" Acceptable. Argument a posteriori : la voie "production" paraît nouvelle et plus intéressante pour le sujet abordé, sans être d'ailleurs totalement exclusive de l'approche logistique ; "transporter des sacs d'eau" est une première approche qui a une valeur intuitive certaine -et d'ailleurs, elle est sous-jacente à l'approche "fabrication par inversion fruste du processus physique" qui fut évoquée- ; déplacer le débat vers la "production répartie de profils" revient à reconnaître au processus hydraulique une complexité intrinsèque globale, enjeu de méthodes de fabrication autant que de transport.

Tout ceci amène à cette analyse, peut-être un peu caricaturale mais lourde d'incompréhension potentielle : l'approche logistique/service est plutôt signifiante pour l'agriculteur et peut masquer les difficultés de fabrication ; l'approche fabrication/produit est plutôt signifiante pour le gestionnaire et peut masquer l'importance de la sanction "valeur" : être heureux avec beaucoup de riz. Depuis le début un biais gestionnaire s'était insinué,... il est clair qu'il a été gardé jusqu'ici, mais en connaissance de cause.

On ne décrira pas à ce stade le fonctionnement des vannes, canaux et autres pompes ; les principales voies empruntées pour la modernisation de ces moyens de production seront brièvement discutées ultérieurement (Cf. paragraphe 3.3.3.1.).

°Petits enseignements par correspondances.

On notera tout d'abord que le débat production/logistique dont on vient de sortir (pas vraiment indemne, il faut bien le reconnaître) n'est pas clairement tranché dans le monde industriel, même dans des cas plus triviaux. L'argumentaire semble porter sur le fait qu'un produit en un lieu est différent du même produit en un autre lieu, le transport est source de transformation ; du logisticien transformateur au producteur spatialisé, on a simplement franchi le pas.

En ce qui concerne les processus de production, on utilise dans l'industrie la notion de "gamme" ou succession des opérations élémentaires effectuées pour transformer le produit sur les machines ; il y correspondrait donc, sur un périmètre, toutes les opérations effectuées qui ont pour conséquence de transformer l'eau à travers les machines du périmètre, les organes hydrauliques.

Ce type de production, où un flux de matière première unique est progressivement transformé pour produire en continu un ensemble de produits liés, est assez proche d'équivalents industriels comme la chimie, la sidérurgie, les ciments... qualifiés de productions "processus" par Woodward [Woodward, 1965]. Sans surprise donc, la distinction clé entre les notions de "processus" et "d'opérations" établie par l'un des chantres de la vision japonaise de la production industrielle, Shingo, s'effectue de façon très naturelle sur ce type de production. Shingo distingue ce qui est fait sur le produit pour l'amener d'un état

de transformation à un autre état, classé "processus" ; et ce qui est fait par l'homme et la machine pour réaliser cette transformation, classé "opération" [Shingo, 1990]. On peut citer Sheid et l'analyse qu'il fait des travaux de Shingo pour illustrer ces deux définitions : "Couper les extrémités d'une pièce, usiner des diamètres sont des processus : en revanche sont des opérations : déplacer un outil verticalement vers l'extrémité de la pièce pour la couper, déplacer latéralement un foret de percage vers la pièce,... Cette distinction permet d'attribuer la place essentielle à la fonction de processus puisqu'elle seule permet d'atteindre le but de la production, et de ne voir dans les opérations que des tâches complémentaires" [Sheid, 1990].

Les "processus" de production d'eau-profils ou eau maîtrisée (il est temps de faire coïncider ces deux notions évidemment identiques) correspondent tout naturellement au passage de l'eau sur les machines hydrauliques, depuis la tête du réseau jusqu'aux dernières prises. Ainsi, modifier un débit est une fonction de processus, manoeuvrer une vanne est une opération. Pas très révolutionnaire au premier abord. Toutefois, cette clarification permet de trier quelques premières pistes d'amélioration proposables par l'industrie pour l'organisation et l'emploi des moyens de production ; à titre d'exemple, un processus est classiquement analysé en quatre composantes : fabrication, contrôle, transport, stockage ; améliorer un processus revient donc pour Shingo à (1) étudier de très près le produit pour parvenir à simplifier et rationnaliser sa production (comment regrouper des transformations par exemple), (2) supprimer ou réduire autant que faire se peut contrôle, transport et stockage (modifier l'implantation des machines pour les faire "coller" au processus par exemple). Améliorer une opération revient à l'analyser en détail, la simplifier et détecter puis supprimer toute source d'erreur potentielle jusqu'à pouvoir la contrôler parfaitement et avec elle la transformation qu'elle induit sur le produit. Moins de contrôle sur les processus, plus sur les opérations.

En irrigation, l'implantation spatiale des machines répond aux contraintes de la configuration en réseau (dernières machines) et de la topographie du site (utilisation au maximum de la gravité) ; les transports qui en découlent peuvent difficilement être réduits, ils sont partie constituante de la fabrication ; les stocks intermédiaires de produits semi-finis constituent des investissements relativement lourds (en construction) et peuvent certes être considérés comme des immobilisations, moins en terme de produits stockés (l'eau d'irrigation, on le verra, est souvent peu chère pour le gestionnaire) qu'en terme de diminution de la surface cultivable ; en tout état de cause ils sont envisagés à la conception du système et peuvent difficilement être modifiés. Le transfert de contrôle depuis le processus vers les opérations dépend essentiellement des possibilités d'améliorer les connaissances sur la fabrication des produits, donc de bien maîtriser le fonctionnement hydraulique du système grâce aux opérations sur les machines "commandables" ; une vraie piste.

Pour conclure, **la fabrication sur un réseau étendu**, avec des points de livraison (donc d'implantation de la dernière machine) imposés est un aspect singulier et sera retenu comme une spécificité des systèmes de production d'eau maîtrisée (Cf. paragraphe 2.3.3.1).

2.3.2.4.Logique de pilotage.

°Vues de l'irrigation.

Produits, machines et procédés de fabrication sont la carte d'identité de l'usine ; des données solides de savoir-faire industriel ; il faut désormais les plonger dans un contexte de production finalisée avec des approvisionnements, des clients, des coûts, des aléas... tout ce qui fait que l'usine doit respirer sous contrainte et faire émerger de son savoir-faire et de son capital technique des modes de fonctionnement efficaces au vu des objectifs qui lui sont assignés. Après le fonctionnement (machines, processus), on aborde donc brièvement les modes de fonctionnement (logique des décisions de pilotage) ; qu'on ne s'y méprenne pas, les portes de Troie ne sont pas encore franchies : il s'agira ensuite, dans le corps de cette étude, de voir comment "faire fonctionner les modes de fonctionnement" selon la trilogie "Druckerienne".

Comment sont décidées les productions ?

L'axe amont/aval, évoqué au paragraphe "produit" permet toutes les fantaisies en matière de décideur. En matière de décisions, on distinguera néanmoins trois grandes classes de décisions de pilotage, prises par les deux acteurs ou un seul d'entre eux ; elles intégreront un mélange d'anticipations et de données objectives selon le décideur considéré et l'attribution des prérogatives de choix sur cet axe.

On insistera, lors de la description de ces décisions de pilotage, sur leur composante *"gestion technique de l'eau"* ; il faut cependant garder en mémoire qu'elles intègrent d'autres aspects comme l'évaluation des moyens humains et matériels nécessaires à leur mise en oeuvre ainsi que les coûts qui y sont associés.

La nature des trois classes de décisions retenues est directement liée aux focalisations restrictives adoptées (biais en faveur du système de production) qui conduisent à discuter du pilotage à travers une approche relativement classique de *"planification" de la production*.

Tout d'abord, une décision de campagne d'irrigation ; dans les cas où la ressource en matière première eau est limitée, il faut envisager des politiques de rationnement ou d'allocation préférentielle qui peuvent conduire à des mises en culture sélectives selon les saisons (certaines cultures, une partie de la superficie totale du périmètre) ; on parlera d'**allocation saisonnière de la ressource**. Ensuite, dans le cadre d'une campagne, une décision de calendrier d'irrigation ; il s'agit de décider du programme des livraisons d'eau maîtrisée, à une échelle de temps de programmation qui peut être très variable, mois, jour... ; on parlera de **programmation des irrigations**. Enfin, une décision de production des irrigations ; il s'agit de décider des opérations à effectuer sur les ouvrages du réseau hydraulique pour réaliser le programme ; on parlera de **plan de manoeuvre des ouvrages**.

Le principe de l'allocation saisonnière conduit à mettre au point une politique d'allocation de la ressource ; il procède directement de la prise en compte du caractère parfois limité, aléatoire (ou éventuellement cher) des approvisionnements ou des limitations en capacité du système de production d'eau maîtrisée ; il conduit à restreindre l'accès à l'eau maîtrisée à une partie des producteurs-clients du périmètre et/ou à imposer une limite de consommation en volume, soit par quota direct soit en interdisant certains types de cultures grandes consommatrices d'eau (le riz). Evoquer brièvement la question des approvisionnements revêt donc une certaine importance.

En effet, traitant de l'interface clé, interne, du périmètre irrigué -production d'eau maîtrisée/production de bien agricoles-, on a implicitement éludé les deux autres interfaces, amont et aval, avec les partenaires externes du périmètre.

En bout de chaîne se trouve bien évidemment l'acheteur de bien agricole ou le consommateur direct ; comme annoncé, on ne s'y intéressera que brièvement au paragraphe des spécificités. En tête de chaîne se trouve la source d'approvisionnement en eau. De nombreux cas de figure sont possibles. Le système de production d'eau maîtrisée d'un périmètre donné peut obtenir sa matière première d'un autre système, situé à l'amont (le débat s'articulant à nouveau sur la nature de l'interface, plutôt atelier/atelier au sein d'un périmètre irrigué élargi ou plutôt fournisseur/producteur-client appartenant à deux entités différentes) ou d'une ressource en eau non maîtrisée comme la collecte des eaux de surface d'un bassin versant (par l'intermédiaire d'un barrage réservoir ou d'une prise de dérivation sur un cours d'eau) ou encore l'exploitation d'une nappe d'eau souterraine[22]. Les approvisionnements par eau de surface non maîtrisée présentent des tendances saisonnières marquées et ont, au sein de ces tendances, un caractère aléatoire dû à l'irrégularité des pluies. La connaissance des chroniques des pluies et des réponses des bassins versants (hydrologie) permet de raisonner, en fonction des stocks d'eau disponibles au début d'une saison et en termes probabilistes, les divers scénarios d'allocation de ressource et les risques qui leur sont associés. Ces aspects "limité" et "stochastique" de la ressource incitent à considérer le type d'**approvisionnement** du système de production comme une spécificité.

Le principe de la programmation des irrigations procède de la rationalisation de la chaîne "production-livraison" de l'eau maîtrisée sur un horizon temporel pour satisfaire des besoins des

[22] Voire un savant mélange de toutes ces sources potentielles.

agriculteurs, exprimés (par les agriculteurs) ou prévus (par le gestionnaire, à travers son interprétation performance). Cette programmation va jusqu'à l'explicitation précise des produits à livrer et des dates de livraison dans la majorité des cas ; cette explicitation effectuée et réactualisée plus ou moins fréquemment suivant la réactivité de l'interface amont/aval n'est cependant pas effectuée dans le cas de l'irrigation définie plus haut comme "à la demande" pure. Dans ce cas, le programme se limite à des prévisions de production de produit semi-fini non différencié susceptible de satisfaire les besoins exprimés au dernier moment par les agriculteurs.

Les plans de manoeuvres des ouvrages hydrauliques dépendent bien évidemment, de façon très étroite, de la programmation des irrigations mais également, de l'application de divers procédés de fabrication de l'eau maîtrisée. Sur des systèmes peu maîtrisables (peu d'ouvrages commandables autres que les vannes de tête) on s'efforcera de faire porter l'effort en précision de production en tête de système donc, notamment, en jouant la carte du processus hydraulique inverse. Sur des systèmes plus maîtrisables on pourra définir tout au long de la chaîne de production des règles locales d'opérations sur les machines permettant d'améliorer grandement la qualité du produit semi-fini. Ces règles locales à un ouvrage particulier pourront prendre en compte l'état du système de production complet avec tous les en cours qui y transitent, l'état d'une partie de ce système seulement ou encore l'état très local de l'ouvrage considéré. Concrètement, une manoeuvre de vanne, par exemple à un ouvrage de régulation, peut être mise au point en intégrant des données de niveaux d'eau et d'ouvertures de vannes mesurées sur tout un canal, sur les biefs amont et aval de cet ouvrage, en fonction du seul niveau d'eau amont de cet ouvrage...

Les grands principes considérés sont des principes de flux et des principes d'optimisation.

En matière d'analyse locale des flux, on peut établir les opérations en fonction de mesures de variations d'état hydraulique à l'aval des ouvrages manoeuvrés (exemple des vannes dites AVIS[23] ou AVIO dont l'ouverture et la fermeture sont "automatiquement" corrélées par un flotteur à la descente et la montée du niveau d'eau aval) ou en fonction de mesures de variations d'état hydraulique à l'amont des ouvrages manoeuvrés (exemple correspondant des vannes AMIL où le flotteur transmet les variations de niveau amont qui traduisent la disponibilité en "lots d'eau semi-maîtrisée"). Dans les deux cas, les flux de matière sont régulés en fonction de mesures locales d'écarts à des situations de consigne sur le système, ce qui correspond dans le langage de la commande des systèmes à des commandes en "boucle fermée"[24].

Dans le premier cas, la logique est une logique de flux pour maintenir des stocks aval, dans le second, une logique de flux pour écouler des stocks amont. La première méthode, en transmettant l'information sur l'état des stocks en eau maîtrisée depuis le dernier ouvrage aval jusqu'à la première vanne, correspond à une régulation des flux par satisfaction des besoins aval exprimés ; elle se traduit donc par un ajustement des débits. La seconde méthode est uniquement dépendante de l'état des stocks à l'amont des ouvrages et ne conduit pas à un ajustement des débits amont/aval ; pour forcer cet ajustement, elle est le plus souvent associée soit à une commande par l'aval du type précédent, soit à une régulation des flux par prévision "off-line" centralisée de la demande aval, on parle dans ce dernier cas de l'adjonction d'une commande en "boucle ouverte"[25].

La mise au point d'algorithmes de manoeuvre de vannes suivant ces divers types de fonctionnement ou des fonctionnements intermédiaires (tous types de mélanges de boucle ouverte "prévisionnelle" et de boucle fermée "réactive") est une des voies de recherche ouverte par une approche bidisciplinaire conjuguant hydraulique et automatique [Kosuth, 1994].

---

[23] AVIS, AVIO et AMIL sont les noms sous lesquels ces types de vannes ont été commercialisés.

[24] L'exemple des vannes à flotteur est en fait un cas limite, utilisé pour illustrer la possibilité de prendre en compte l'état hydraulique à l'amont ou à l'aval d'un ouvrage pour le manoeuvrer. Elles sont de fait plus proches d'un servomécanisme pur que d'un ouvrage "commandable" au sens strict.

[25] La littérature (française) fait état de deux "philosophies de gestion" globales sur un canal: la "*commande par l'aval*" qui correspond en fait à la première méthode évoquée et la "*commande par l'amont*" qui suppose la présence d'une commande en boucle ouverte à l'ouvrage de tête du canal.

En matière d'optimisation, le même champ disciplinaire est mis à contribution pour explorer notamment les méthodes de commande optimale (minimisation d'un critère technique sur un horizon temporel) [Malaterre, 1994].

°Petits enseignements par correspondances.

L'étude des différentes logiques de pilotage de la production éclaire de ses acquis l'ensemble du savoir capitalisé au cours de ce demi-siècle sur le fonctionnement des industries. Ce savoir tendrait même parfois à la prolifération, engendrant la perplexité des acteurs de ces mêmes industries sensés l'appliquer en tout premier chef [Molet, 1993]. Cette débauche de conceptualisations, techniques et méthodes s'explique en partie par la pression innovatrice exercée par les entreprises japonaises sur leur concurrentes occidentales dans ce domaine [Woomack, 1992] ; elles ont tout à la fois suscité le débat par leurs succès commerciaux, entraînant la nécessité chez leurs concurrents d'être imaginatifs et de faire mieux, et l'ont également nourri par la formalisation et le perfectionnement continu de méthodes très originales (Kanban[26] ; JAT[27]).

Si on laisse de côté les avancées réalisées sur les machines (robots, machine à commande numérique...) qui trouvaient leur place au paragraphe précédent, Molet classe les nouvelles approches et outils de la gestion de production industrielle en deux grandes classes : (1) les approches formalisées qui "visent à représenter de façon simplifiée le fonctionnement de l'atelier afin d'étudier des optimisations possibles" (modèles de logistique ; simulation ; modèles d'ordonnancement et de file d'attente) et, (2) les outils de gestion de flux de composants qui "visent à maîtriser et gérer toutes les données de la gestion de production de façon à répondre à des objectifs de cohérence entre ces données et d'efficacité industrielle, au sens de critères à définir au préalable : stock minimum, délai minimum... (rationalisation de l'information et des données liées à la production, GPAO[28] ; méthode des flux tirés, Kanban ; Gestion de la qualité, TQC[29]... ; Gestion de la maintenance, TPM[30], AMDEC[31]...).

Il faut resituer les quelques notions vues en irrigation. En ce qui concerne la séquence des trois décisions de pilotage, allocation-programmation-plan de manoeuvres, les deux premières relèvent de la planification de production (PDP ou plan directeur de production), la troisième de l'ordonnancement (détermination fine de la séquence des opérations à effectuer sur le produit au cours du processus de fabrication) ; on notera néanmoins que la deuxième décision, programmation des irrigations, peut effleurer l'ordonnancement puisqu'en fixant dans certains cas le moment de livraison et les caractéristiques du produit, elle impose les opérations à effectuer sur les dernières machines aux points de desserte [Peypoudat, 1995].

La planification de production traduit en terme de PDP les besoins anticipés ou les commandes exprimées que le système de production prévoit ou a décidé de traiter ; elle doit s'appuyer sur des outils de connaissance, d'explicitation, de mise en forme et éventuellement de hiérarchisation de ces besoins ou commandes. Une planification globale sur un horizon prévisionnel lointain (Cf. première décision de pilotage en irrigation) consiste à mener une réflexion sur l'équation charge/capacité-ressources ; toute une gamme d'outils peut être envisagée pour la faciliter : scénario de demande, simulation d'utilisation des ressources, outils d'optimisation (critère technico-économique) pour décider de priorités allocatoires. Une planification plus détaillée sur un horizon court (Cf. deuxième décision de pilotage en irrigation) nécessitera l'utilisation d'outils plus fins pour l'explicitation des commandes à venir (marketing,

[26] Méthode de gestion d'origine japonaise permettant la transmission de demandes locales de l'aval vers l'amont entre les postes de travail pour déclencher les opérations de production.
[27] Méthode "juste à temps" ou "lean production".
[28] Gestion de production assistée par ordinateur.
[29] Total quality control.
[30] Total productive maintenance.
[31] Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité.

prévision de vente) et pour rationaliser, hiérarchiser, en fonction de contraintes commerciales et de charge de production, le traitement de celles déjà enregistrées. On notera que cette phase est très liée à l'ordonnancement au sens où elle doit tenir compte au maximum des contraintes techniques de production. En ce qui concerne le premier aspect, il existe en irrigation des outils relativement objectifs pour "prévoir" les demandes à partir de bilans hydriques et de prévision météo (ces outils permettant d'appréhender uniquement, il est vrai, les besoins des cultures et non directement les commandes des agriculteurs qui intègrent d'autres critères que l'état hydrique instantané de leurs protégées). Sur le deuxième aspect, le jeu de règles à mettre en oeuvre pour arriver à une programmation des irrigations satisfaisante sur un réseau gravitaire ramifié peut être très impressionnant ; elle est d'ailleurs parfois affinée en plusieurs étapes correspondant au degré de différenciation du produit (par exemple : programmation hebdomadaire, centralisée et au pas de temps journalier, de groupes de commandes en tête des canaux secondaires ; programmation journalière, décentralisée et au pas de temps horaire, entre les tertiaires) ; un peu de PERT[32], un peu de programmation dynamique, beaucoup de savoir-faire... [Van der Zaag, 1991].

L'ordonnancement permet une mise en adéquation du plan de production détaillé, des approvisionnements et des moyens de production. Il doit s'appuyer sur une connaissance fine des produits et des processus de production et sur des outils du type "gestion de production" à puiser dans les deux grandes classes décrites plus haut (approches formalisées, flux).

Au titre des approches formalisées (1) en irrigation, il faut mentionner que des outils de simulation hydraulique relativement performants sont aujourd'hui disponibles. Bien qu'exigeants en données et en temps de calibration, ils permettent d'aborder les problèmes d'ordonnancement avec un regard neuf (tout au moins l'ordonnancement sur le réseau primaire) ; ils sont utilisés de manière intensive pour mettre au point des méthodes de manoeuvre des ouvrages (Cf. les algorithmes de commande automatique évoqués au point précédent ainsi que des études d'amélioration de gestion manuelle [Malaterre, 1989]).

Au chapitre des approches données (2), les deux grandes philosophies de gestion des flux utilisées en production industrielle (gestion par flux poussés ou sur prévision de commande et par flux tirés ou par réponse immédiate à des besoins aval) et leurs hybrides correspondent en tous points aux types de gestion de flux dont on a donné les principes en irrigation ; les flux tirés correspondent à une commande par boucle fermée de type commande par l'aval et les flux poussés à l'association d'une boucle ouverte et d'une boucle fermée de type commande par l'amont. Le système Kanban qui permet d'instrumenter une production en flux tirés en s'appuyant sur un système de transmission d'étiquettes depuis l'aval d'une chaîne de production vers l'amont, déclenchant une remontée synchronisée d'ordre de production sur toutes les machines pour compenser des consommations aval, gagnerait à être enseigné par la démonstration du fonctionnement d'un canal équipé de vannes à niveau aval constant ; la propagation de l'information hydraulique par le jeu des flotteurs serait un excellent modèle physique de la remontée des étiquettes[33]... Sur ce sujet, les correspondances sont très nombreuses et pourraient à coup sûr être fécondes notamment en ce qui concerne des problématiques connexes comme la maintenance, étroitement associées en industrie à la maîtrise des flux (la mise en place de flux tirés s'accompagnant d'exigences accrues sur la fiabilité).

La GPAO mérite quelques commentaires spécifiques. "Il s'agit de gérer un ensemble de bases de données afin de répondre aux deux questions suivantes : a) A partir de la définition d'un plan prévisionnel de produits finis, quelles sont les quantités à lancer et les dates de mise en fabrication de chacun des composants entrant dans la composition de ces produits ainsi que les quantités et dates d'approvisionnement des matières premières ? b) Les plans de production et d'approvisionnement ainsi définis sont-ils compatibles avec les ressources de l'entreprise, autrement dit y-a-t-il cohérence entre charges et capacité des moyens ?" [Molet, 1993]. Typiquement cette mise à plat du PDP en terme de composants élémentaires et de délais

[32] Program evaluation and review technique.

[33] La remontée d'information hydraulique étant néanmoins lente et "continue" alors que celle d'une étiquette est rapide et "discrète".

s'adresse à la production de produits décomposables dont on connait parfaitement les gammes de fabrication, donc également les gammes de fabrication "inverses" (décomposition), à la précision sur l'ordonnancement près. On est relativement éloigné de ce cas en irrigation, dans la mesure où l'on a un grand nombre de produits (eau-profil à tous les points de desserte) fabriqués à partir d'une seule matière première et pour lesquels on n'a qu'une idée approximative des durées de fabrication (gamme non unique dépendant de l'état global du système). Néanmoins, "l'esprit GPAO" est tout à fait intéressant et correspond au fond à ce que l'on a appelé "approximation du processus hydraulique inverse". De façon plus générale, il s'agit bien là de l'approche à envisager pour gérer correctement une commande en boucle ouverte et les recommandations "GPAO" reprennent de fait l'essentiel des conditions à respecter pour la mise en place de ce type de commande : accès à l'état initial du système (stocks intermédiaires, en cours), degré de connaissance des processus de fabrication inverse (au moins en terme de durée), gestion des conflits entre charge et capacité, maîtrise de l'horizon temporel sur lequel le PDP doit être fiable (somme des temps d'approvisionnement et de production les plus longs)... Sachant qu'une boucle ouverte ne peut donner satisfaction que dans un cadre de connaissance parfaite du système de transformation des inputs en outputs, il n'est de même pas étonnant de constater que les praticiens de la GPAO mettent l'accent sur la maîtrise des perturbations. En hydraulique comme en industrie, la prise en compte d'erreur de modélisation des processus inverses et de perturbations externes (écart entre les prévisions de demande et la réalité, aléas dans le processus de fabrication) se fait par l'adjonction de boucles fermées permettant de corriger les inputs en fonction de mesures sur le système, donc en instillant des zestes plus ou moins corsés de commande par l'aval ou par l'amont en hydraulique et de JAT en industrie. Dans les deux cas les maîtres mots de la recette boucle fermée deviennent stabilité du système, temps de réponse (par exemple, maîtrise des "goulots") et précision des corrections (par exemple, nombre d'étiquettes Kanban).

Il s'agit là d'un exemple intéressant où des concepts assez généraux d'une discipline commune (commande des systèmes) ont été appropriés, d'abord empiriquement puis de façon plus théorique, par deux champs d'application différents mais ayant à maîtriser des contraintes spécifiques communes (temps de retard ou délais) assez peu traitées dans la discipline de référence. Un cas d'échange possible, avec toutes les restrictions mises en lumière, où une partie fort intéressante du chemin (notamment pédagogique) pourrait s'effectuer dans le sens hydraulique - industrie.

On terminera par une remarque ; le cadre fixé a bien évidemment ignoré une autre branche possible pour faire fructifier des correspondances analogiques : la conception des systèmes de production et notamment leur dimensionnement qui peut amener à combiner des outils de planification de charge et de simulation de gestion de production ; cette voie, traitée en irrigation par le biais de l'optimisation chez certains auteurs [ICID, 1980], [Major, 1979], mériterait à coup sûr investigation.

2.3.3. Quelques spécificités des périmètres irrigués

Au final, qu’est ce qui différencie un périmètre irrigué d’une usine de boîtes de conserves... ?

Par rapport aux systèmes de production de biens industriels ou de service, on a mis en évidence des spécificités, plus ou moins marquées, tout au long de la chaîne de "production d'eau maîtrisée" ; elles sont regroupées ci-dessous puis brièvement élargies, comme annoncé, au cadre de la "production de biens agricoles".

2.3.3.1.La production d'eau maîtrisée

Il faut être clair sur les boîtes de conserves... l'équivalent sur le périmètre irrigué de la boîte de conserves pleine, étiquetée et prête à la vente est bien évidemment le produit agricole ; en se focalisant sur l'eau maîtrisée, on s'intéresse en quelque sorte à une des chaînes de production amont, par exemple la production des boîtes vides...

°Spécificités de la matière première "eau non maîtrisée" (cours d'eau, nappe, pluie).

Premier signe particulier : un approvisionnement **limité** ; la matière première est localisée dans l'espace et limitée en volume ; en raison de l'absence d'un marché de matière première permettant des transferts (à la différence du pétrole par exemple), on ne peut pas remédier à des pénuries locales.

Deuxième signe particulier : un approvisionnement **stochastique** ; dû aux aléas climatiques et aux variations saisonnières, l'accès futur à la matière première ne peut être prévu qu'en terme de probabilités ; le climat fait irruption sous la forme d'un sous-traitant de second rang tout à fait incontrôlable (! ?).

Un élément intéressant : dans pas mal de cas l'eau d'irrigation est très peu chère ou gratuite ; ce cas de "gratuité" de l'approvisionnement induit une logique de **traitement des stocks** différente de celle mise en oeuvre dans l'industrie.

°Spécificités du processus de production d'eau maîtrisée.

Il est sans doute utile de rappeler que le "processus complet" de production d'eau maîtrisée sur un périmètre irrigué se poursuit jusqu'à l'application de l'eau à la parcelle, sur les cultures ou le sol: capture de l'eau non maîtrisée, ou approvisionnement à une source amont maîtrisée, fabrication d'un produit "eau maîtrisée" par le gestionnaire, dernières étapes de fabrication chez l'agriculteur qui effectue les modifications ultimes sur cette eau qui lui a été livrée et l'applique sur ses cultures.

Premier signe particulier : la spatialisation du processus de production d'eau maîtrisée ; on a affaire à un **réseau** . Le producteur est un logisticien transformateur qui assume ses deux fonctions de façon très imbriquée : ses machines (ouvrages, canaux, tuyaux, pompes) et ses points de livraison sont réparties le long d'un réseau. Cette spatialisation entraîne des spécificités dans la gestion de production : forte dépendance spatiale des différentes machines ; le processus de production est étalé sur une grande étendue géographique d'où parfois des difficultés d'accès et des interférences avec le milieu extérieur mal maîtrisées (gestion des pannes, maintenance). Le fonctionnement hiérarchisé de ce dernier peut de plus créer des spécificités dans le mode d'accès des clients aux produits fabriqués par le réseau ; comme signalé précédemment, ils peuvent avoir à subir des inégalités de traitement dues à leurs positions, différentes, sur l'arborescence du réseau ; cet état de fait est potentiellement source de conflits (on traitera des spécificités de l'interface à la section suivante).

Deuxième signe particulier : la relative rigidité du processus de production d'eau maîtrisée (au sens de Shingo). La localisation et le type des machines sont bien souvent figés par une **conception globale** intégrant des contraintes physiques fortes (topographie) et des choix explicites de méthodes de gestion (par exemple eau à surface libre plutôt que sous pression). Cette rigidité entraîne des spécificités techniques : limitation souvent incontournable de capacité de production ; réseaux prévus pour une certaine gamme de fonctionnement qui peuvent poser des problèmes de défaillance graves si on s'en écarte (débordement, dégradation rapide des canaux en terre si l'amplitude des variations de hauteur d'eau est grande) ; réseaux difficiles à faire évoluer.

Troisième signe particulier : la complexité réelle du processus de production d'eau maîtrisée. On aborde ici les spécificités dues à l'hydraulique. Des solutions techniques théoriques (type de réseau et méthode de gestion associée) existent pour mettre en place des gestions de production sophistiquées, par exemple en flux tirés (exemple des réseaux de distribution d'eau potable) mais à des coûts très importants sur les très grands réseaux ; d'une façon générale on doit constater que la maîtrise des flux d'eau maîtrisée (**temps de production**, **stockages intermédiaires**) sur les systèmes de canaux à surface libre est encore difficile avec les outils aujourd'hui opérationnels (on a évoqué les voies de recherche à la frontière de l'automatique et de l'hydraulique qui tentent de domestiquer ces processus de production non linéaires, à retard, et impliquant une interconnection forte entre les machines...).

°Spécificités de l'interface producteur d'eau maîtrisée/producteurs de biens agricoles.

On traite donc de la transaction sur le bien "eau maîtrisée" ; il faut à nouveau préciser que l'interface considérée est une interface de gestion ; elle ne se situe pas nécessairement à la fin du processus de production d'eau maîtrisée mais au point où la logique de l'opérateur change de producteur à utilisateur.

Premier signe particulier : on a vu que la **définition du bien "eau maîtrisée"** peut prêter à une certaine confusion ; le débat ouvert sur les implications respectives d'une définition en terme de produit ou de service en témoigne. Vu sous l'angle gestionnaire, on peut le qualifier assez précisément à l'aide de caractéristiques techniques et la "qualité" du produit peut être cernée par des indicateurs traduisant la "performance" du système de production (comparaison mathématique de profils réels à des profils objectifs). Vu sous l'angle agriculteur, l'interprétation valeur, ultime sanction (dans le cas d'une configuration fournisseur/producteur-client), devient primordiale pour le système de production; ce qui est décrit dans la littérature comme le moment de vérité pour le prestataire doit être étudié beaucoup plus finement ; ce cas requiert de mettre en oeuvre des analyses de type "multiacteur" pour comprendre les différentes perceptions sur la nature et la qualité du service objet de transaction [Lamacq, 1996]; un point délicat consiste alors à prendre en compte la diversité des situations et comportements des agriculteurs sur un même périmètre (on rencontre fréquemment une grande hétérogénéité).

Deuxième signe particulier : dans les configurations fournisseur/producteur-client (type A' et B' de Huppert), on peut, dans la majorité des périmètres, difficilement appliquer un modèle de marché pour décrire l'offre et la demande en eau maîtrisée (le cas des districts de l'ouest américain, précédemment évoqué, doit être gardé en mémoire pour nuancer les propos qui suivent). On a souvent affaire à une situation de **monopole** de fait de l'opérateur ayant la charge du système de production d'eau maîtrisée d'où un manque d'incitations à améliorer la qualité de l'offre en eau maîtrisée ; cette situation, caractéristique de tous les grands réseaux s'appuyant sur une infrastructure très coûteuse et donc non susceptible d'être doublée (électricité, gaz, chemin de fer, poste, eau potable...), peut évoluer dans le sens d'une mise en concurrence d'opérateurs, non propriétaires de l'infrastructure, pour l'exploitation du réseau [Curien, 1994] (on note l'apparition de ce concept d'opérateurs privés dans le cadre de programmes de privatisation comme au Mexique).

Ces situations monopolistiques s'accompagnent d'une certaine faiblesse des leviers incitatifs traditionnels pouvant amener la demande à être plus exigente (qualité de service peu différencié ; les tarifications les plus élaborées sont au volume consommé ; dans beaucoup de pays l'eau d'irrigation est presque gratuite) ce qui entraîne une quasi absence de mécanismes de révélation d'un "optimum" socio technico économique, notamment en terme de l'allocation de la ressource et de la flexibilité "souhaitable" pour sa distribution [Small, 1994].

De plus, on observe **peu de marchés secondaires** ; les types d'allocation de la ressource qui résultent des situations précédentes sont souvent difficiles à modifier ou ajuster au niveau des agriculteurs, par des réallocations individuelles ou entre groupes d'agriculteurs. Si la main invisible d'Adam Smith ne marche pas très fort entre gestionnaires et agriculteurs, elle a également du mal à intervenir pour provoquer des échanges de ressource entre ces derniers. Cette remarque est à nuancer dans les systèmes où certains agriculteurs possèdent des puits individuels (des ventes d'eau à leurs voisins immédiats sont alors souvent rapportées [Strosser, 1994]), mais elle reste très vraie dans la majorité des cas et s'explique en fait assez bien, d'une part par les contraintes techniques qui font que les transferts d'eau hors allocation sont fortement contraints sur les systèmes gravitaires et d'autre part, par des aspects légaux (dans de nombreux pays, l'eau, considérée comme un bien public, ne peut pas faire l'objet de transaction sauf cession ou rachat de droits d'eau).

Comme signalé auparavant, les situations de "sous-efficience" (en ce qui concerne la consommation en eau) sont néanmoins amenées à évoluer en raison d'une compétition croissante, non pas entre des producteurs d'eau maîtrisée qui opéreraient sur un même système, mais parfois entre producteurs opérant sur des systèmes différents dépendant d'une même source d'approvisionnement en eau non maîtrisée ou, de plus en plus, entre ces producteurs et d'autres types de consommateurs de la

matière première (industrie, eau potable), d'où l'apparition d'incitations externes à la performance pour les acteurs d'un périmètre irrigué.

Troisième signe particulier et dernier point d'importance, un modèle de marché peut ne pas être souhaitable pour décrire l'offre et la demande en eau maîtrisée. Seckler aborde en des termes pédagogiques le difficile problème de la distinction entre **"valeur de marché"**, qui s'obtient en considérant que le seul arbitrage souverain est l'attitude des consommateurs individuels et "valeur économique", qui intègre d'autres dimensions : "Where consumer souvereignty is not accepted as the only relevant criterion of value, policymakers may wish to adjust prices through taxes or subsidies or to directly control consumption through legal and administrative means to incorporate these other values. It is clear that there is absolutely no reason to accept market value as the sole or even as the predominate value in any decision" ; il distingue en fait quatre facteurs amenant à remettre en cause un système de prix issu d'un marché concurrentiel comme indicateur valable de valeur économique :

"(1) for a variety of well known reasons ranging from monopolistic practices through externalities and collective goods, the market may even fail to efficiently serve the ethic of consumer sovereignty (market failure).

(2) since willingness to pay is largely a function of ability to pay, the rich have more votes, so to speak, in the determination of market value in the society than do the poor" (distribution of income).

(3) people may want to consume things they should not, like drugs, or not consume things they should, like education" (validity of consumer preferences).

(4) there is a class of decisions that involve major structural, 'nonmarginal', changes in local, national, or international economies which set off chains of effects impossible to anticipate by ordinary modes of analysis" (true uncertainty due to regime switches)" <4> [Seckler, 1994].

Ces quatre facteurs méritent d'être considérés dans le cas de l'irrigation. Sans revenir sur les biais introduits par des situations de monopole (premier facteur), notons que des objectifs de justice sociale (deuxième facteur) ou de régulation, pour contrôler par exemple des problèmes d'environnement, (troisième facteur) sont bien présents dans nombre de cas (l'idée d'équité et de justice sociale étant particulièrement forte et d'ailleurs particulièrement défendable en Asie du sud). Le quatrième facteur traduit la difficulté des méthodes d'évaluation basées sur des prix et donc une situation de marché donnée, à quantifier l'impact de changements importants au vu de ce marché, comme la mise en culture irriguée de superficies jusqu'alors exploitées en pluvial, ou l'inverse.

2.3.3.2.La production de biens agricoles

Retour à l'usine lambda de boîtes de conserves ; on sait désormais pourquoi, en irrigation, l'équivalent de la chaîne de production de boîtes vides ne suit pas vraiment une logique d'entreprise industrielle standard. Il y a plus grave. Si le dernier atelier de "remplissage-étiquetage" de notre usine lambda peut être considéré comme un atelier de plus, au fonctionnement normal et intégré dans un processus menant tout droit aux boîtes de conserves...l'exploitation agricole sous irrigation, dernier maillon vers le riz, le blé ou les tomates doit être considérée comme un champ d'étude à part entière, aux spécificités fortes et à la logique complexe.

Même dans des cas de forte coordination atelier/atelier précédemment évoqués (les rares grands périmètres de type A ou les petits périmètres traditionnels autogérés de type B au sens de Huppert), et a fortiori dans les cas à deux logiques d'entreprise (type A' et B'), intégrer l'exploitation agricole oblige à creuser, malheureusement bien succinctement, le deuxième terme de l'équation production d'eau maîtrisée/production de biens agricoles.

°Spécificités du processus de production agricole.

On considére ici, l'utilisation du bien "eau maîtrisée" et d'autres facteurs de production pour produire des biens agricoles sur les parcelles irriguées des agriculteurs...

Premier signe particulier : l'eau maîtrisée est un facteur de production aux caractéristiques multiples. A la différence de la boîte vide par rapport à la boîte pleine, le lien entre qualité de cet intrant et qualité du produit final est difficile à quantifier. De plus, la façon dont cet intrant est mis à la disposition de l'atelier aval (abondance, intervalle entre livraisons) conditionne non seulement le fonctionnement du processus de production agricole mais également la nature du produit final pouvant être raisonnablement espéré (des livraisons d'eau maîtrisée espacées peuvent ne pas simplement signifier "moins de riz" mais également "pas de possibilité de faire du riz"...).

Deuxième signe particulier : le processus de production est très souvent soumis à des **contingences fortes.** Avec les nuances d'usage à apporter selon le niveau de technologie utilisée (les conditions prévalant dans les pays développés étant de plus en plus maîtrisées : pesticides, traitements phytosanitaires, dosage des fertilisants, irrigation et drainage fins, lutte anti gel...), on peut considérer qu'une forte dimension empirique demeure dans le processus de production (en terme industriel, on parlerait d'une faible formalisation des gammes...). Les sources de perturbations du processus sont nombreuses : aléas climatiques (ensoleillement, pluie), biologiques (maladies, prédateurs), possible défaillance d'un des nombreux facteurs de production et l'adaptation est parfois amenée à prendre le pas sur l'anticipation.

Troisième signe particulier : les risques liés aux perturbations précédentes sont amplifiés par le caractère dynamique, long et irréversible du processus de production (bien vivant unique produit à une échelle de temps saisonnière). Un dysfonctionnement peut entraîner la perte totale de la production et réduire à néant une saison d'investissements.

°Spécificités de l'interface producteur de biens agricoles/acheteurs de biens agricoles

On traite donc des transactions sur les "biens agricoles".

Premier signe particulier : des conditions difficiles et coûteuses de **stockage** et de **transports** des biens produits. Cet aspect contraint les producteurs de nombreux pays à limiter leurs prévisions de vente à un marché purement local ou à être prisonniers de distributeurs intermédiaires monopolistiques.

Deuxième signe particulier : En écho aux remarques de Seckler mentionnées plus haut, on observe de fortes **distorsions sur le marché des produits agricoles**, créées par le déploiement de politiques d'ajustement des prix (Politique agricole commune en Europe, exportations subventionnées aux Etats Unis...). Si le marché reste théoriquement lisible économiquement, le maintien de prix faibles sur le marché mondial des produits agricoles, lorsqu'il ne s'accompagne pas de subventions équilibrées, est un facteur de paupérisation du monde agricole dans les pays en voie de développement. A cela viennent parfois s'ajouter des variations de prix saisonnières qui ont un impact d'autant plus important que les marges bénéficiaires sont faibles, traduisant finalement une prise de risque importante par les agriculteurs. Il faut signaler que dans la limite de leurs marges de manoeuvre, les agriculteurs font généralement preuve d'une grande capacité de réaction aux stimulus économiques externes ; cette remarque les concernant évidemment d'autant plus qu'ils produisent dans une perspective de vente plutôt que dans une perspective d'autoconsommation.

Troisième signe particulier : il faut réinsister, en liaison avec le point précédent sur la **valeur stratégique** du bien produit (nourriture). Le problème de la production agricole doit être abordé, à toutes les échelles, locales, régionales ou internationales en termes de survie. Le maintien de prix bas sur les biens agricoles répond à l'impératif absolu, d'ordre social, de les rendre accessibles aux populations urbaines. On peut sans doute se passer de beaucoup de choses, mais pas encore de manger.

2.4. Parés pour la bataille

L'essentiel du vocabulaire et de la terminologie permettant une analogie entre "périmètres irrigués" et "systèmes de production industriels" sont désormais disponibles. Reste à justifier que ces efforts de formalisation sont un peu plus qu'un exercice de style... C'est en partie l'objet du chapitre 3, où seront tout d'abord exposés les principaux enjeux liés à l'amélioration de la gestion des périmètres irrigués et certaines insuffisances des moyens conceptuels mis en oeuvre pour les appréhender (avec un point d'entrée désormais familier : Kirindi-Oya).

Des références à l'expérience acquise en situation industrielle permettront ensuite de déboucher sur une critique constructive de ces moyens et d'énoncer quelques principes d'intervention nouveaux méritant d'être approfondis.

...Où sont les moulins ? diraient, à tort, des sceptiques.

Chapitre 3

DE VRAIS PROBLEMES ET DES SOLUTIONS EN PANNE

Résumé

Comme les systèmes de production industriels, les périmètres irrigués sont condamnés à évoluer rapidement en fonction de déterminants certes différents mais tout aussi variés : besoins alimentaires croissants, instabilités des marchés des biens agricoles, compétition sur la ressource en eau... La perception d'une nécessité d'amélioration au sens d'une meilleure productivité, d'une meilleure rentabilité et de meilleures normes d'efficience et de non pollution entraîne ainsi des interventions de toutes sortes sur le processus de production d'eau maîtrisée dans les périmètres irrigués. Ces interventions n'ont pas su générer, à ce jour, un flux d'innovations en techniques de gestion comparable, en amplitude et en impact, à celui observé en milieu industriel au cours des dernières années. L'éclosion et la dissémination de réelles avancées pourraient avoir été freinées par une sous-estimation de la complexité des systèmes de pilotage de la performance dans les périmètres et un manque d'outils pour analyser ces systèmes de façon globale.

3.1. Une récolte de riz pour trois saisons d'irrigation

Kirindi-Oya eut et vit encore une enfance difficile.

Il y eut cette sur-estimation initiale de la ressource en eau mobilisable dans le barrage de Lunuganwehera (à peu près 30%). Détectée, ou reconnue, après la construction du barrage et des deux canaux principaux en 1986, elle conduisit à une réduction significative de la superficie à développer pour l'irrigation (réduction de 8000 hectares à 5000 hectares environ, entraînant une réduction dans les mêmes proportions du nombre d'agriculteurs pouvant venir s'installer sur le périmètre).

Il y eut, même sur une surface réduite, ces difficultés récurrentes à satisfaire la demande en eau des colons et, ce faisant, l'instauration de tensions de plus en plus ouvertes entre ces derniers et les agriculteurs des zones anciennes, bénéficiant d'un approvisionnement garanti.

Il y a donc eu, depuis dix ans, une gestion de l'eau à risque, faite de malentendus et d'arguments techniques incertains, en tout cas impuissants face aux jeux de pouvoir minant les relations entre les deux communautés. Le tableau 3 ci-dessous retrace l'historique des superficies cultivées au cours des différentes maha et yala qui se sont succédées depuis 1986 et témoigne du sort extrêmement précaire qui fut réservé aux colons, certains d'entre eux, à l'aval du système, ayant connu jusqu'à deux saisons de "jachère" entre des récoltes.

L'IIMI eut une petite équipe de diagnostic sur le périmètre dès 1986 à la demande de la Banque asiatique de développement ; les difficultés du périmètre furent documentées, des éléments d'explication présentés, insistant essentiellement sur la faiblesse des arrangements institutionnels qui ne permettaient pas aux colons de faire entendre leur voix dans le processus d'allocation de la ressource en eau [Merrey, 1989]. A cela vint s'ajouter le manque de cohésion des nouveaux arrivants qui rejaillit évidemment sur leur capacité à s'organiser pour rationaliser leur pratiques culturales (prêt de matériel au moment des labours, respect des règles de distribution d'eau au sein des canaux tertiaires). Le caractère récent de l'aménagement des terres mises en culture vint corser le tout de contraintes techniques (planage imparfait, sols non stabilisés), sources d'une médiocre efficacité de l'utilisation de l'eau à la parcelle. Ne mentionnons pas les activités terroristes de l'insurrection JVP (nom du parti politique tombé dans la clandestinité qui mena une guérilla sanglante dans tout le sud du Sri-Lanka en 1987/1989), qui rendit la vie du périmètre encore plus difficile.

Tableau 3. Superficies irriguées à Kirindi-Oya

	Nouvelles Zones			*Ellagala*			
Saisons	Riz	Autres cultures	Total	Riz	Autres cultures	Total	Total
Yala 86	1012	0	1012	4293	0	4293	5305
Maha 86/87	648	0	648	3402	0	3402	4050
Yala 87	0	0	0	0	0	0	0
Maha 87/88	4293	0	4293	4050	0	4050	8343
Yala 88	2430	0	2430	4050	0	4050	6480
Maha 88/89	4293	0	4293	4050	0	4050	8343
Yala 89	1903	0	1903	4050	0	4050	5953
Maha 89/90	2430	0	2430	4050	0	4050	6480
Yala 90	0	324	324	4050	0	4050	4374
Maha 90/91	4293	607	4900	4050	0	4050	8950
Yala 91	0	389	389	4050	0	4050	4439
Maha 91/92	5062	162	5224	4050	0	4050	9274
Yala 92	0	0	0	101	0	101	101
Maha 92/93	4293	0	4293	4050	0	4050	8343
Yala 93	0	81	81	1620	810	2430	2511

Et l'agence d'irrigation dans tout ça ?

Elle fut longtemps mal armée pour maîtriser les enjeux de l'*allocation saisonnière* d'une ressource insuffisante (Cf paragraphe 5.1.). Les décisions de *programmation des irrigations* sur les zones cultivées étaient entièrement à sa charge (pas de commandes explicites de la part des agriculteurs) et donc fondées sur des besoins en eau théoriques pour la culture du riz, faiblement modulés à un niveau local (les prises) par des interactions entre les opérateurs de terrain et les agriculteurs. En ce qui concerne les *plans de manoeuvres des ouvrages*, l'agence eut du mal à prendre en main la gestion journalière du nouveau système de canaux (Cf. paragraphe 4.1.). Comme on l'a vu, les deux canaux principaux sont assez longs et possèdent de nombreux ouvrages de régulation, relativement rapprochés, ce qui crée entre eux une forte interdépendance hydraulique. La "logique de production" suivie : une boucle ouverte très fruste dont les faiblesses devaient être supplées par des boucles fermées locales aux régulateurs (selon un type de contrôle décrit comme "par l'amont", utilisant le niveau d'eau à l'amont des régulateurs). Toutefois, manoeuvrer une vanne de l'un de ces ouvrages de régulation peut entraîner dans certains régimes de fonctionnement, des perturbations qui se propagent non seulement à l'aval de cet ouvrage mais également à l'amont, créant des problèmes d'instabilités en cas de réactions en chaîne, locales et non coordonnées. Ces instabilités, qui se traduisent par des fluctuations intempestives de niveau d'eau, se répercutent à leur tour sur l'alimentation des prises latérales gravitaires dont le débit varie en fonction de cette même hauteur d'eau... Le manque de maîtrise du gestionnaire du canal principal rive droite sur ces phénomènes et l'absence d'outils pour y remédier furent parmi les raisons avancées pour justifier la sélection du site de Kirindi-Oya comme site pilote pour le projet "RBMC"[34].

Pour ce qui est de la maîtrise de la distribution de cette eau si précieuse, une seule mesure objective : les débits lâchés au barrage en tête de système, estimés à partir d'une équation relativement fiable entre débit, ouverture de vanne et hauteur d'eau dans la retenue ; ces débits, cumulés en volume sur une saison d'irrigation, divisés par le nombre d'hectares cultivés sont condensés en une hauteur d'eau appliquée sur les casiers de riz pendant la saison, indicateur synthétique de la gestion de l'eau. Jusqu'en 1991, cet indicateur, ramené à la superficie irriguée par le canal principal rive droite, n'est pas bon au vu des normes sri-lankaises et ce, même en intégrant les difficultés inhérentes à la mise en culture de terres nouvelles. Mais où se situent les "sur-consommations" ? En l'absence de suivi plus fin de la distribution d'eau, le gestionnaire est bien incapable de répondre objectivement à cette question et donc d'envisager une réelle politique de maîtrise de la ressource à court terme.

[34] Right bank main canal: nom du logiciel de simulation mis au point pour améliorer la gestion de ce canal (Cf. introduction).

Objectifs mal maîtrisés, insuffisance de moyens,... le management du périmètre est en retard sur les exigences de la situation ; soixante-dix millions de dollars US d'investissement et des moyens dérisoires pour apprécier la performance du système en matière de gestion de l'eau.

3.2. Problèmes d'aujourd'hui

3.2.1. Préoccupation internationale ; urgences régionales

"Human society differs from natural ecosystems by introduction of additional energy input from fossil fuels, and introduction of technology. This made possible reinforcement of present anthropocentric monoculture, because population increase to the present level was only possible by the use of technical means. The result is that the present ecological systems are changing by several orders of magnitude faster than before industrial development. Thus, the change of ecological systems from a pre-industrial era is inevitable, the question is only which level of this change is acceptable before the point of no return. (...) It is evident that global water demand will continue to increase. It is equally evident that the contamination of water, general solvent and carrier of all residuals, continues and accelerates. Integrated management of all natural ressources, including water, becomes an urgent need" <5> [Niemczynowicz, 1993].

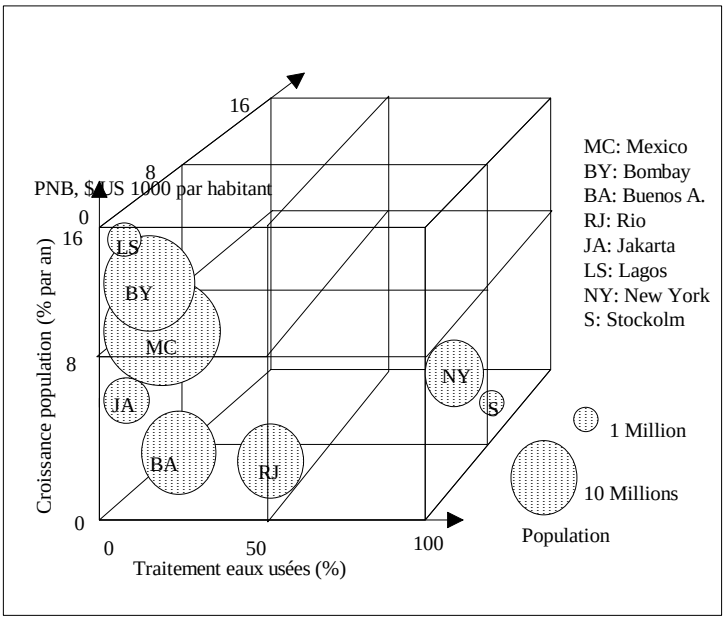
"Beaucoup de conflits, en ce siècle, ont eu le pétrole comme enjeu. Au siècle prochain, on fera la guerre pour l'eau" extrait d'un discours de I. Serageldin, vice président de la Banque Mondiale, repris par le Monde [Cans, 1995].

3.2.1.1.La demande en eau.

Rédiger un paragraphe sur l'importance de l'eau en général, et donc de l'eau d'irrigation en particulier, pour l'avenir immédiat de l'espèce humaine, et même très immédiat en ce qui concerne ses représentants des pays les plus pauvres peut paraître du domaine du superflu. Tous les ouvrages ou rapports traitant de gestion de l'eau, informatifs ou prospectifs, académiques ou opérationnels y vont de leur couplet introductif, replaçant leurs développements subséquents dans le vaste cadre d'une équation infernale qui relie une population mondiale croissante à des ressources en eau douce limitées en volume, inégalement réparties sur la planète et de plus en plus polluées. Il semble bien, néanmoins, que l'ampleur du problème qui se profile justifie quelques sacrifices sur l'autel de la redondance, ce à quoi l'on va se prêter.

Tout d'abord, le cadre prospectif : cinq milliards d'individus aujourd'hui, huit en 2025 et dix en 2050... à prendre avec toutes les précautions que l'on imagine, les projections de la Banque mondiale laissent rêveur. Cinq, huit, dix en chiffre total, environ quatre, sept et huit et demi pour ce qui concerne les pays aujourd'hui considérés comme en voie de développement. En 2025, l'Inde et la Chine devraient peser pour un tiers de la population mondiale, un milliard et demi d'individus chacune ; Indonésie, Pakistan, Brésil et Nigéria devraient chacun avoir dépassé la barre des deux cent cinquante millions. Les tendances géographiques braquent le projecteur sur l'Asie, l'Afrique sub saharienne et le Moyen Orient pour ce qui est des croissances les plus fortes. Beaucoup d'urbains dans ces futurs terriens et, comme le suggère déjà le panorama actuel, de plus en plus de "méga-cities", groupement de plusieurs millions d'individus nécessitant des concentrations de ressources et de moyens de distribution en eau domestique colossaux. Les exemples actuels de dysfonctionnement sont presque aussi nombreux que les grandes cités des pays à croissance démographique rapide ; "Mexico city, Mexico. Water is currently being pumped over an elevation of 1000 meters into the Mexico Valley from the Cutzamala River through a pipeline about 180 km long. The average incremental cost of water from this source is almost 55 % more than the previous source, the Mexico valley aquifer. The aquifer has been restricted due to the problems of land subsidence, the lowered water table, and the deteriorated water quality. The newly designed water supply project for the city is expected to be even more costly, since it will have a longer transmission line and water will be pumped over an elevation of 2000 meters" <6> [World Bank, 1993]. L'UNICEF chiffre à plus de trois cent cinquante milliards de dollars US les dépenses à engager pour offrir aux populations urbaines

des pays en voie de développement de l'an 2000 un service correct en eau potable ainsi que pour l'évacuation et le traitement des eaux usées... [Cristmas, 1991] autant dire que si des technologies moins coûteuses que celles utilisées aujourd'hui ne sont pas trouvées, cet effort d'équipement ne sera pas possible et l'écart entre les conditions de vie des urbains à Calcutta et Malmö va aller s'accentuant.



(d'après [Niemczynowicz, 1993])

Figure 12. L'eau dans les villes. Pays industriels et pays en voie de développement

Les signes de tensions entre Etats ou entre provinces d'un même Etat en matière de répartition de la ressource en eau sont déjà nombreux. Le plus spectaculaire des imbroglios en matière d'allocation mit aux prises l'Inde et le Pakistan pour le déblocage de la situation de pénurie créée au Pakistan par la réallocation vers l'Inde de trois des cinq fleuves Himalayens de la vallée de l'Indus suite à la partition de l'ex-empire des Indes britanniques. Au prix d'investissements très importants en barrages et canaux, les cours d'eau asséchés ont pu être réalimentés et le statu quo préservé sans conflit majeur (traité sur l'eau de 1960). Au sein même du Pakistan la répartition de l'eau entre les provinces n'a pu être réglée officiellement qu'en 1991 au terme de négotiations inextricables. Il faudrait citer les cas de l'Egypte et du Soudan, de la Turquie et l'Irak, de la Californie...

3.2.1.2.Où trouver l'eau ?

La mobilisation des organismes internationaux s'est effectuée dans le cadre d'une prise de conscience des problèmes d'environnement au sens large, stigmatisée dans la conférence organisée sous l'égide des Nations unies à Rio en juin 1992. Il est significatif néanmoins que les problèmes concernant l'eau aient été jugés suffisamment importants pour justifier la tenue d'une conférence préparatoire à Dublin en janvier 1992. Environ cinq cents participants représentant des gouvernements comme des organisations non gouvernementales mirent à plat certains des tenants et aboutissants de la "crise de l'eau" et se mirent d'accord sur un texte en quatre principes qui peut être considéré comme le cadre de réflexion "officiel" des instances internationales en matière de gestion de l'eau et de développement. Ces principes sont très généraux :

"(1) Fresh water is a finite and vulnerable resource, essential to sustain life, development and the environment ;

(2) Water development and management should be based on a participatory approach, involving users, planners, and policy makers at all levels ;

(3) Women play a central part in the provision, management, and safeguarding of water ;

(4) Water has an economic value in all its competing uses and should be recognized as an economic good " <7>.

Des quatre principes, le dernier fut bien évidemment le plus débattu ; il constitue un réel changement de vision sur la ressource pour de nombreux pays.

D'où... l'impératif de mettre en perspective la demande en eau d'origine agricole.

Comme maintes fois ressassée, l'idée de gestion globale des ressources naturelles et donc de l'eau est une ligne directrice forte pour placer l'irrigation dans un cadre de développement durable. Des études globales d'utilisation de l'eau, en quantité et en qualité, doivent permettre de mieux raisonner et de rendre plus transparentes les stratégies d'allocation et de mobilisation de la ressource. Ce travail accompli ou en voie d'accomplissement sur certains grands bassins versants où les tensions entre utilisateurs sont dès à présent exacerbées (Nil, Colorado,...) conduira à n'en pas douter à l'expression de normes d'efficience, peut-être d'efficacité et en tout cas de "non-pollution" pour les différents usages. Cette analyse se doit d'être globale pour faire la lumière sur un certain nombre d'idées reçues, listées dans nombre de documents officiels et regroupées, pour analyse critique, dans des documents internes de la Banque mondiale :

Une vision classique de l'allocation de la ressource eau,

"(1) A majority of a nation's total runoff, usually expressed as a per capita value, is utilizable, and most of that is committed to agricultural uses."

et des moyens disponibles pour "libérer" de la ressource :

°Gestion de la demande en eau.

"(2) Demand management will free substancial quantities in the urban and agricultural sectors of developing countries.

(3) Water markets and trading will free up most needed water while meeting the only legitimate measure of water allocation-economic efficiency."

°Réallocation entre utilisateurs.

"(4) Improved management and operations of river basin facilities will offer significant gains in available water supply.

(5) All water used by agriculture is available for reallocation to other purposes.

(6) Minor reductions in countrywide irrigation allocations would minimally disturb farmers, yet would meet urban needs.

(7) Water can be reallocated from other present uses to meet urban uses- at a cost to the nation."

°Mobilisation de ressources nouvelles et dépollution.

"(8) There are still resources that can be developed by most countries (groundwater, natural surface water flows, surface water storage, desalinisation, water import).

(9) Increased pollution control will increase useable water supply.

(10) The reuse of wastewater has the potential for greatly augmenting water supplies.

(11) Increased recycling of process water in industry can reduce both consumptive and non-consumptive use of water."

°Améliorer l'efficience et l'efficacité de l'irrigation.

"(12) Improved agricultural efficiency, will yield substantial quantities of water (irrigation efficiency).

(13) Opportunity exists for improving the effectiveness of water used consumptively in the production and processing of crops (irrigation effectiveness)." <8>

Ces treize points sont aujourd'hui l'objet de débats pour la plupart non tranchés. Quelques arguments développés par les "critiques" de cette vision sont mentionnés ci-après pour souligner si besoin était la complexité du problème à traiter et la fausse évidence de certaines des solutions préconisées.

Une part importante des précipitations n'est pas mobilisable comme approvisionnement en eau de surface (évaporation directe, recharge de nappe, exutoires maritimes notamment évacuation des eaux de crue, végétation non "agricole") ; sur le reliquat, la part de l'eau consommée par l'agriculture n'est pas forcément supérieure à 50% (Californie, 30% ; France, 40%).

En ce qui concerne la gestion de la demande, il faut noter que l'accès à la ressource en eau est déjà limité en dessous des besoins potentiels pour de nombreux consommateurs agricoles (notamment en Asie du Sud et en Chine) et tout particulièrement durant les périodes sèches où la demande globale est naturellement élevée. Pour ce qui est des urbains, des économies peuvent certes être obtenues dans les pays développés où la consommation est estimée entre deux cents et six cents litres par jour et par foyer (cinq cent en France) mais pas dans la majorité des pays sous-équipés où elle est bien sûr beaucoup plus faible. La mise en place de marché de l'eau (objet de suspicion dans de nombreux pays) nécessite à l'évidence de lourds investissements en infrastructures et institutions.

Les possibilités de réallocations, essentiellement des besoins agricoles et environnementaux vers les besoins urbains et industriels ont un coût social et économique élevé (notamment réduction de la production agricole). Les perspectives de mobilisation de nouvelles ressources aux environs des zones de forte demande peuvent parfois passer par la construction de nouveaux réservoirs mais difficilement par l'exploitation des nappes, surexploitées, ou des cours d'eau déjà fortement contraints en périodes sèches. Les possibilités de réutilisation de la ressource dans un même bassin sont sans doute déjà beaucoup plus mobilisées qu'on ne le pense (coefficient voisin de deux sur le bassin du Nil, gestion très fine des nappes par les Chinois...).

Le contrôle de la pollution, tout comme la réduction des usages industriels par le suivi de nouveaux processus de production, constituent des pistes sérieuses pour maintenir dans la "banque commune en eau utilisable" quantité d'eaux rendues inutilisables par des polluants, mais les structures réglementaires et de contrôle alors nécessaires s'avèrent très difficiles à mettre en place, même dans les pays développés.

En dernier point, qu'en est-il de la "piste" irrigation, efficience et efficacité ?

L'efficience est un concept global, de bassin. Il est certes reconnu que le rapport entre les eaux mobilisées pour l'irrigation et les eaux réellement appliquées à la parcelle est faible à l'échelle des projets (de l'ordre de 40 %), il n'en reste pas moins que dans beaucoup de cas les 50 ou 60% de "pertes" sont transmis à une nappe exploitée ou à des utilisateurs aval, agricoles ou urbains. Les cas d'exception sont les immobilisations prolongées dans des zones d'évaporation, des exutoires dans des zones à demande nulle (déserts) ou faible (zones inexploitées), les recharge de nappes salines ou les exutoires maritimes directs (notons au passage que des pertes non négligeables ont lieu en zone urbaines côtières par ce dernier phénomène). Avec une vision par bassin, il a été calculé que l'efficience de l'irrigation passe à 87% aux Etats Unis ! et il y a fort à parier que les grands bassins comme celui du Gange (Inde), du Chao Phraya (Thaïlande) ou du Fleuve Jaune (Chine), sont stabilisés à des efficiences très élevées.

L'efficacité concerne le rapport entre eau consommée et quantité de bien agricole produit et dépend donc du rendement "évapotranspirant" des cultures elles-mêmes. Ce chapitre agronomique a déjà pour une large part été ouvert (faut-il choisir la betterave ou la canne pour produire du sucre ?, faut-il promouvoir des cultures plus résistantes au stress hydrique ?...) et n'est sans doute pas porteur d'économies décisives dans le contexte actuel.

"The world's food supply at risk", Time, [Rhoades, 1991]
"Will we run low on food ?" Time, [Linden, 1991]

3.2.1.3.La demande en nourriture.

L'augmentation de population et sa concentration, tout en exerçant une pression directe sur la ressource en eau, à la fois en quantité et en qualité, constituent également un défi permanent pour la production agricole mondiale. Comme mentionné en introduction, l'eau d'irrigation est un élément de productivité dont l'agriculture ne peut plus, aujourd'hui, faire l'économie. Qu'une légère fluctuation climatique génère deux années consécutives de sécheresse ou de mauvaise répartition des pluies en

Chine et en Inde et l'on redécouvre que les stocks mondiaux en grains ont un caractère fini, (déjà aujourd'hui, plus encore demain), que l'équilibre alimentaire est un acquis fragile. Cette inquiétude, que la tradition fait remonter à Malthus, a été exprimée de nombreuses fois au cours de ce siècle (notammant l'étude du club de Rome en 1972) ; en 1943 la famine frappa l'Inde (un million et demi de victimes) ; même en période de surplus au niveau mondial, des problèmes de répartition insolubles engendrent régulièrement des catastrophes alimentaires en Afrique. Un formidable ballon d'oxygène fut malgré tout apporté, dans les années soixante-soixante dix, par les progrès de la génétique végétale et la mise au point de variétés à fort rendement pour la majorité des grandes cultures (riz, blé) ; sans cette avancée spectaculaire dans le domaine des rendements, appelée à juste titre "révolution verte", associée à une meilleure disponibilité et maîtrise des engrais, des pays comme l'Inde n'auraient pas pu subvenir à leurs besoins dès cette fin de siècle. Il semble bien néanmoins que la manne "génétique" soit pour l'heure épuisée et qu'un nouveau saut qualitatif dans les rendements ne soit pas pour demain [Yudelman, 1993]. Plus grave, les limites des améliorations "technologiques" apparaissent également à travers les effets induits négatifs qu'elles entraînent sur la durabilité des systèmes de production agricole (pollution diffuse par les engrais et traitements phytosanitaires ; vulnérabilité accrue face aux attaques de prédateurs due à l'adoption d'un nombre réduit de variétés, salinisation des sols due à une mauvaise maîtrise des apports en eau...). Plus qu'aux paris sur des avancées technologiques rapides, la tendance est donc à l'examen des ressources disponibles aujourd'hui et à l'étude des conditions nécessaires pour leur utilisation de manière plus efficace et plus durable.

3.2.1.4.Quadrature du cercle et missions pour l'irrigation.

Peu d'économie d'eau en perspective et pourtant des besoins accrus en production agricole. Quelle issue, quelles perspectives pour améliorer la gestion de l'eau d'irrigation ?

°Au chapitre de l'intérêt général.

Tout d'abord les rares brèches décelées sur la ressource : on peut **limiter les flux d'eau sortant de la banque de ressource utilisable** donc limiter les fuites vers des exutoires où elle devient irrécupérable (m3 d'eau polluée, évaporée, salée) ou inutilisée (m3 d'eau loin des besoins). Un effort de même nature peut être mené, conjointement, pour préserver la qualité des sols et éviter qu'ils ne soient perdus par salinisation (hectares de sol salés).

Ensuite, pour faire face aux besoins croissants en production agricole, on peut faire en sorte que les entreprises "périmètres irrigués" soient responsabilisées vis-à-vis de la collectivité et utilisent au maximum (soit au mieux de l'intérêt général) toutes les ressources limitées qui sont mobilisées pour leur fonctionnement : l'eau en tout premier lieu, ensuite les terres arables situées à proximité de la ressource en eau ou d'équipements de desserte en irrigation et enfin les financements publics en infrastructures. On peut ainsi chercher à forcer l'augmentation de **la productivité des ressources rares à l'échelle du périmètre irrigué,** en terme de valorisation de productions agricoles (valorisation par mètre cube d'eau d'irrigation mobilisée, par hectare de terre irriguée, retour sur investissement). Il faut cependant être conscient du fait que toute augmentation de la production agricole entraînera un accroissement de la consommation nette en eau par évapotranspiration (la valorisation par mètre cube d'eau consommée est un indicateur du rendement de la machine bio-climato-économique périmètre irrigué...).

°Au chapitre social.

Sans liaison directe avec l'argumentaire précédent (mais avec de nombreuses liaisons indirectes), il faut prendre en compte le fait que limiter l'expansion urbaine passe avant tout par le maintien de populations en zone rurale et donc par le maintien d'un secteur agricole attractif. Une augmentation de la **rentabilité, pour le plus grand nombre, de l'agriculture irriguée au niveau des**

exploitations agricoles est un ingrédient essentiel de toute politique allant dans ce sens (seuils de rentabilité du travail, des investissements).

°Au chapitre de la logique économique des périmètres.

Un contrôle plus sévère de l'allocation des ressources (traduit par une augmentation des coûts), entraînera un surcroît d'attention en ce qui concerne la **rentabilité de l'agriculture irriguée à l'échelle des périmètres irrigués** et finalement, une évolution vers une logique d'entreprise devant justifier de profits auprès d'actionnaires. Les périmètres, ainsi naturellement amenés à mieux contrôler la rentabilité de leur système de production pourraient alors gérer plus finement l'emploi de leur allocation en eau ; ceci devrait, entre autres, les inciter à restituer le moins possible, sans contrepartie, à des utilisateurs externes (bien que le traitement de la nappe soit très délicat dans cette logique et les frontières interne/externe quelque peu illusoires) et éventuellement à négocier la vente d'une partie de leur allocation avec d'autres utilisateurs d'eau. Ainsi peuvent apparaître des conditions poussant à une augmentation de la productivité de l'eau à l'échelle des périmètres irrigués en terme de valorisation non spécifique (valorisation par mètre cube d'eau mobilisée) ; il y aura vraisemblablement peu d'économie à l'échelle des bassins mais, implicitement, une mise en oeuvre plus maîtrisée de l'allocation globale en eau à cette échelle, dans le cadre d'une logique purement économique de valorisation de la ressource.

Durabilité et rentabilité des périmètres irrigués, à rechercher notamment par une meilleure connaissance et un meilleur suivi des flux. Productivité des ressources rares (valorisation par productions agricoles) et rentabilité, pour le plus grand nombre, des exploitations agricoles sous irrigation, à rechercher notamment par un meilleur système de production d'eau maîtrisée... Améliorer la gestion de l'eau dans les périmètres irrigués reste donc plus que jamais à l'ordre du jour.

Mais attention aux vrais facteurs de changement :

Au niveau macro, les éléments moteurs devraient être d'une part une nécessaire augmentation de la production agricole dans un cadre triplement contraint (productivité de l'eau, des terres arables et des investissements publics), beaucoup moins, semble-t-il, une perspective d'économie d'eau (sauf sous les aspects durabilité des ressources) et d'autre part, le souci de faire fonctionner au maximum l'appareil de production (considérations sociales qui passent par la rentabilité, pour le plus grand nombre, de l'agriculture irriguée au niveau des exploitations agricoles).

Au niveau des périmètres, l'élément moteur devrait être créé par des pressions externes sur les ressources impliquant une meilleure maîtrise de l'équation coûts/recettes qui passera par la rentabilité de l'appareil de production (considérations économiques sur la rentabilité de l'agriculture irriguée au niveau du périmètre).

La mise en musique de ces évolutions probables, qui procède d'un mélange d'arbitrage macro-économique pour les choix d'allocation et de logique micro-économique pour les choix de production n'est pas sans soulever de nombreuses ambiguïtés ; on sera amené à en évoquer quelques-unes en abordant un important chapitre : celui de la performance des périmètres irrigués.

3.2.2. Des objectifs de performance mal articulés.

3.2.2.1.Qui déploie quelle stratégie ?

L'analyse précédente a mis en évidence différents objectifs stratégiques interdépendants. L'entreprise "périmètre irrigué" se verrait contrainte de déployer des stratégies de **durabilité**, de **productivité des ressources rares** et de **rentabilité-pour le plus grand nombre-de l'agriculture irriguée au niveau des exploitations agricoles** pour répondre à l'interprétation valeur de certains "pouvoirs réglementaires" comme l'Etat, les bailleurs de fonds... (vers une survie "macro"...), tout en suivant de plus en plus une stratégie plus classique de **rentabilité de son appareil de production**

(notamment maîtrise de l'emploi de l'allocation en eau) pour assurer sa survie dans un environnement compétitif sur l'accès aux ressources et répondre à l'interprétation valeur de ses "clients" les marchés agricoles, (vers une survie "micro"...).

On continuera à appeler un peu abusivement "pouvoirs réglementaires" toute institution possédant les moyens d'imposer des objectifs stratégiques autres que ceux du marché (rentabilité) au management des périmètres irrigués (par contrôle réglementaire, financier...) ; ils correspondent aux "policy makers" introduits par Seckler au chapitre précédent pour instiller des valeurs économiques autres que celles du marché. Attention à la prise en compte du rôle de l'Etat qui peut être souvent "pouvoir réglementaire" au sens où on vient de le définir, parfois gestionnaire et donc avant tout préoccupé par la rentabilité, parfois un mélange des deux, mettant dans des situations délicates ses agents opérationnels.

Dilemme classique entre cadre macro et impératif micro, source de confusions sans fin. Si le déploiement de la stratégie micro n'entraîne pas une convergence vers les objectifs macros des pouvoirs réglementaires (par exemple : utilisation volontairement limitée de l'infrastructure d'un système pour accroître la rentabilité de son exploitation) : échec ; si le déploiement de la stratégie macro, par le biais d'incitations ou de subventions, n'entre pas en résonance avec des objectifs micro compatibles (par exemple : modernisation de l'infrastructure pour maintenir la population agricole qui peut se traduire par un rachat accéléré des terres ainsi valorisées par de gros propriétaires) : échec.

On reconnaît ici une propriété très générale liée à la problématique de la performance : parler de performance sur un périmètre irrigué implique que l'on précise le niveau considéré et l'acteur dont on épouse la vision : "pouvoirs réglementaires", gestionnaire global du périmètre, producteur d'eau maîtrisée, producteur de biens agricoles, acheteur de biens agricoles...

Qu'en est-il de l'acteur "phare" : le producteur d'eau maîtrisée ?

Dans une configuration du type atelier/atelier, le gestionnaire global du périmètre devra déployer les interprétations valeur des pouvoirs réglementaires et des acheteurs de biens agricoles en terme de performance au sein des deux ateliers. Dans une configuration fournisseur/producteurs-clients, le producteur d'eau maîtrisée devra déployer lui-même les interprétations valeur des pouvoirs réglementaires et des producteurs-clients dans son système de production, l'interprétation valeur des acheteurs de biens agricoles étant effectuée au niveau des producteurs-clients.

Dans les deux cas, les interprétations valeur des pouvoirs réglementaires devront être traduites en terme de performance du système de production d'eau maîtrisée : *durabilité* (par : maîtrise des rebuts, des utilisations dommageables qui sont faites des produits, du recyclage), *productivité de l'eau, des terres arables et des infrastructures* (par : réflexion sur le catalogue, le service associé aux produits, les méthodes de production, le pouvoir explicatif puis incitatif pour amener une utilisation plus productive des produits "eau maîtrisée"), *rentabilité-pour le plus grand nombre-de l'agriculture irriguée au niveau des exploitations agricoles* (par : adapter le catalogue et les prestations pour qu'un maximum d'agriculteurs puissent produire). On y reviendra plus bas.

Dans la configuration atelier/atelier les objectifs précédents seront de fait coordonnés aux objectifs des agriculteurs et donc colorés par la prise en compte de l'interprétation valeur des marchés agricoles ; dans la configuration fournisseur/producteur-client, ces mêmes objectifs ne seront plus directement coordonnés aux objectifs des agriculteurs mais colorés par la prise en compte de l'interprétation valeur de ces derniers. Dans les deux cas, cette "coloration" est de plus déployée à travers la recherche d'une *rentabilité propre* (par un jeu sur l'équation coûts/bénéfices), soit globale du périmètre irrigué, soit partielle du système de production d'eau maîtrisée. Les spécificités fortes des interfaces en jeu, mises en évidence au chapitre précédent, laissent présager des résultats très "pastels" pour ces exercices de coloriage.

3.2.2.2.Déployer..., un art difficile.

Les différences d'objectifs et de points de vue des différents acteurs en relation avec les périmètres irrigués ont en fait mené à une formalisation très ambiguë et peu opérationnelle de la performance qui contribue à perpétuer des dialogues de sourds entre économistes (de façon un peu

caricaturale, parti réglementaire/parti du marché), avec pour enjeu des choix d'investissement majeurs sur les systèmes de production d'eau maîtrisée.

A titre d'illustration, l'un des débats les plus vifs concerne la notion de flexibilité de ces systèmes, opposée à celle de rationnement organisé sur la ressource. Si l'on suit la logique d'une raréfaction inéluctable de la ressource en eau, on peut envisager un stade où les "pouvoirs réglementaires" imposeront une interprétation valeur prioritaire : la productivité de l'eau. Ce scénario, aux accents parfois teintés de catastrophisme, revient souvent sous diverses plumes :

"I assume that the prevailing assumption, that agricultural production from irrigated areas based on existing canal and operational systems, can keep on feeding a growing population, will be proven wrong before this decade is out. Also, that sometimes in the first decade of the next century a large scale rehabilitation and modernization program will have to start(...) requiring a major planning and design effort and very large financial ressources. Whenever this happens, the irrigation establishment will have to be ready with plans and designs, to absorb the financial ressources which will suddenly become available. *My scenario assumes that ten or fifteen years from now, water shortages for irrigation will be so acute that any allocation system to the farmers, which will not optimize returns to water will be unacceptable*" <9> [Tibor, 1994].

Jusque là rien d'autre que l'expression en des termes très forts de la nécessité d'une stratégie de productivité de la ressource en eau ; mais Tibor (un ancien expert de la Banque mondiale aujourd'hui consultant) va plus loin et précise :

"The systems of the future will therefore have to be *flexible enough to meet individual water demand*, at least at the level used today in the large projects in the Western United States"<id>.

Il part d'une préoccupation macro (productivité de l'eau valorisée par la production de biens agricoles) et la déploie selon une logique purement micro-économique d'allocation de la ressource (flexibilité, donc accès à l'eau non contraint mais cher, laissé à un groupe forcément réduit d'agriculteurs considérés comme les plus efficaces, puisqu'assurant la meilleure productivité) ; ce faisant il rejoint le "parti du marché" en espérant que l'efficacité micro-économique permettra d'atteindre l'objectif macro... mais, si le déploiement de la stratégie micro n'entraîne pas une convergence vers l'objectif macro (si, par exemple, quelques gros propriétaires s'approprient l'allocation en eau et maximisent la productivité de leurs terres avec une ressource devenue relativement abondante et d'accès facile) : échec.

Face à la même problématique, le "parti réglementaire" préconise le rationnement de la ressource en eau pour forcer la productivité tout en préservant l'équité :

"The effect of imposed scarcity is the same as marginal pricing of water -it imposes a shadow price. The farmer has to trade with himself, so to speak, among alternative parcels of land. The opportunity costs of allocating between his parcels will ensure that he will invest the optimal amount in irrigation management and technology on these parcels. This system also stimulates water trading among neighbors, since highly productive farmers are always under a water constraint. (...) The principle of imposed scarcity on every farmer is one of the most important and effective policy innovations in irrigation management. It should be employed in all irrigation systems" <10> [Seckler, 1994]. Un autre avantage du rationnement, selon Perry, consiste à créer une incitation forte chez l'agriculteur pour optimiser l'usage de l'eau de pluie (en zone ou saison sèche) et à gérer la totalité de la ressource : eau d'irrigation plus eau de pluie [Perry, 1993].

Le choix de l'une ou l'autre de ces deux manières de déployer le même objectif macro conduit bien évidemment à des types d'infrastructures et de gestion de l'eau très différents. Quelle est la plus performante ? Pas facile a priori de prévoir les valeurs respectives de l'indicateur de performance "valorisation par mètre cube d'eau", même pas, sans doute, après une nécessaire typologie agro-technico-écologique des cas d'application (et encore moins dans l'absolu).

Mais, il est vrai que personne n'a jamais prétendu, non plus, que la mise en place de politiques industrielles était triviale.

3.2.2.3.Redescendre, un jour, au niveau des vannes.

Essayons d'y voir clair.

Pour une entreprise, une façon reconnue comme naturelle d'assurer une certaine forme de pérennité est d'orienter ses activités de production vers des outputs possédant des fonctionnalités souhaitées par ses actionnaires, les "pouvoirs réglementaires" et ses clients potentiels, donc de créer de

la valeur à leurs yeux (elle justifie ainsi les investissements qu'elle reçoit et attire des clients). C'est ce que l'on a appelé, à l'instar de Lorino, le passage de "l'interprétation valeur" des partenaires externes de l'entreprise à "l'interprétation performance", interne à l'entreprise, ou encore la liaison entre des fonctionnalités jugées porteuses de valeur et des activités susceptibles de fabriquer ces fonctionnalités, donc de créer de la valeur. Identifier ces fonctionnalités relève de la stratégie (les "fabrications" des fonctionnalités identifiées deviennent des objectifs stratégiques ou des "facteurs-clés de succès" [Lorino, 1995]), déployer cette stratégie dans les activités se réalise avec un système de pilotage.

Rappel des fonctionnalités attendues des produits de l'entreprise périmètre irrigué :

(F1) Porteuses de valeur pour les actionnaires : profit.

(F2) Porteuses de valeur pour les "pouvoirs réglementaires" : durabilité, productivité des ressources rares et rentabilité-pour le plus grand nombre-de l'agriculture irriguée à l'échelle des exploitations agricoles.

(F3) Porteuses de valeur pour les acheteurs de biens agricoles : disponibilité à un coût raisonnable, abondance, fiabilité, flexibilité, conditions de livraison, qualité nutritive, de "mode" alimentaire, d'apparence, gustative... des spéculations, production bio.

Dans le cas où le périmètre est identifié à deux entités de gestion (*Configuration fournisseur/producteur-client*), les fonctionnalités (F1) et (F2) sont en principe à déployer par les deux entités, les fonctionnalités (F3) par les agriculteurs ; s'y ajoutent alors pour le fournisseur de nouvelles fonctionnalités attendues de la production d'eau maîtrisée :

(F4) Porteuses de valeur pour les agriculteurs : disponibilité à un coût raisonnable, fiabilité, flexibilité (perception des contraintes sur les commandes et les séries de commandes), équité de traitement, conseil, satisfaction des besoins des plantes, non toxicité, non érosivité, "maniabilité des mains d'eau"...

Dans le cas où le périmètre est identifié à une seule entité de gestion (*Configuration atelier/atelier*), les fonctionnalités (F1), (F2) et (F3) sont à déployer par les deux ateliers de façon coordonnée. La prise en compte de fonctionnalités de type (F4) n'a pas lieu d'être autrement que par la coordination "performance" des deux ateliers pour créer "au mieux" la valeur associée aux fonctionnalités (F1), (F2) et (F3).

Les indicateurs associés plus haut à certains objectifs stratégiques (mètres cubes d'eau perdus, hectares perdus, valorisation par mètre cube d'eau, par hectare, retour sur investissement public, seuils de rentabilité des exploitations agricoles) sont des **indicateurs de performance externes, ou de résultat, directement associés aux objectifs stratégiques** ou facteurs-clés de succès. Pour les fonctionnalités de type (F1), on peut rajouter des indicateurs comptables ou financiers, pour ceux de type (F3) toute sorte d'indicateurs caractérisant l'output "bien agricole" (rendements, montant des ventes, taux de rejet par les acheteurs, prix du marché, taux de malnutrition dans la zone du périmètre...).

Le type (F4) fait l'objet de l'essentiel des publications disponibles sur la "performance" des périmètres irrigués et est de fait intéressant au plus haut point. La littérature (d'inspiration plutôt anglo-saxonne) abonde en définitions d'indicateurs techniques caractérisant le produit "eau maîtrisée" ou "eau-profils", que ce soit en terme de contribution originale [Abernethy, 1989], [Molden, 1990], [Palmer, 1991] ou de tentative de synthèse d'indicateurs existants [Bos, 1993], [Murray-Rust, 1993c] [Rao, 1993].

On peut effectivement envisager toute sorte d'indicateurs pour le type (F4) :

(a) Sur le produit (qualité simple) : écart entre les produits livrés et les produits choisis en catalogue, (comparaison de débits, volumes, durées).

(b) Sur le service (qualité totale) : écart entre les moments de livraison réel et prévu - délai moyen entre commandes passées et commandes traitées - fréquence assurée entre commande - temps de permanence client - temps d'accès au réseau - arrêts pour maintenance - recouvrement des redevances - fréquence des activités de conseil - écart entre les produits livrés, les moments de livraison et les besoins en eau réels des plantes (ce dernier type d'indicateur n'est évidemment pertinent que dans les cas où les "clients" agriculteurs savent estimer les besoins en eau réels)...

...par l'intermédiaire de moyennes, fonctions seuils et autres coefficients de variation.

Au hit parade des plus cités, trois l'emportent haut la main : adequacy, timeliness et equity (en français, approximativement : quantité adéquate, temps adéquat et équité). Rao justifie ce fait par leur capacité conjointe à répondre aux trois questions énoncées comme fondamentales par Abernethy :

"To what extent does the quantity of water provided suffice for the growth needs of the crops that are planted ?
Does the timing of the water deliveries match the growth needs of the crops and the expectations of the farmers?
Is the water distributed fairly among the multiple users of the system ?" <11> [Abernethy, 1989].

Ce faisant, Rao réalise typiquement la traduction d'une interprétation valeur plausible des agriculteurs (satisfaction des besoins des plantes, fiabilité et souci d'équité) en terme d'une interprétation performance (trois indicateurs de performance externes). Le travail le plus difficile n'est pas en fait celui de Rao (traduction en facteurs-clés de succès et indicateurs associés d'une interprétation valeur des agriculteurs mise à jour par Abernethy)... mais bien celui du gestionnaire de périmètre, qui doit déployer dans son système de production d'eau maîtrisée ces facteurs-clés de succès, en harmonie (ou en contradiction...) avec ceux qu'il a dérivés de traductions des interprétations valeur des actionnaires et pouvoirs réglementaires.

Les conflits d'objectifs sont évidemment nombreux, moins théoriques, en fait, que résultant des difficultés de mise en oeuvre pratique de leur déploiement. Par exemple flexibilité et fiabilité s'avèrent souvent antinomiques "à l'usage", parfois durabilité et productivité. Les solutions ne sont pas nécessairement univoques, on a vu que la recherche de la productivité de l'eau pouvait être déployée en association avec un objectif de flexibilité ou de rationnement de la production d'eau maîtrisée. On peut imaginer que dans ce dernier cas la prise en compte de l'interprétation valeur des agriculteurs (lesquels d'ailleurs ?) jouera un grand rôle : peuvent-ils sacrifier un peu de fiabilité pour plus de flexibilité... etc.

Le déploiement des objectifs stratégiques passe donc par des choix techniques sur les systèmes de production et par l'utilisation d'**indicateurs de performance internes, ou de processus, permettant le pilotage opérationnel** de ces systèmes : indicateurs financiers, économiques, techniques.

Et là, on commence à reparler de vannes.

Malheureusement, sur ce chapitre du déploiement, les réflexions systématiques disponibles dans la littérature sont beaucoup moins nombreuses que les argumentations sur les vertus comparées de l'indice de Theis pour mesurer l'équité. Dans le cadre d'une configuration très proche du type atelier/atelier, Yashima apporte une intéressante contribution à travers son expérience au sein du management du périmètre de Muda en Malaisie [Yashima, 1994]. Pour mettre en oeuvre une politique de productivité des ressources rares sur ce périmètre (indicateurs de performance : "water and land productivity and profitability"), il évoque la mise en oeuvre de "management interventions". Il considère que les "performance indicators" dépendent "d'influencing factors" caractérisés par des "determinant indicators". On reconnaît presque immédiatement la trilogie du management par activités (ABM) : objectif de performance, activités critiques et inducteurs de performance. Citons Yashima :

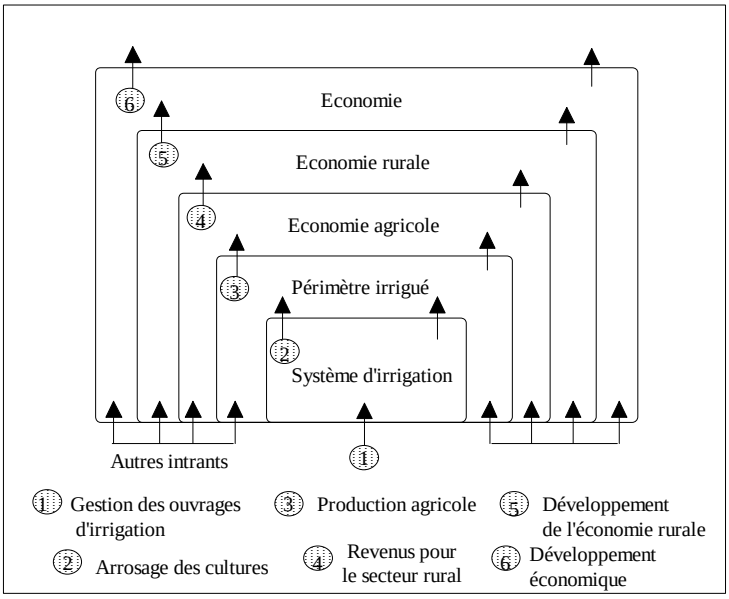
"A performance indicator is influenced by various factors. Indicators or indices pertaining to those influencing factors are called determinant indicators or indices in this paper. Performance of irrigated agriculture can be improved by improving the influencing factors. Actions to improve influencing factors are called Management interventions.(...) Indicators pertaining to intermediate impacts of management interventions are called impact indicators.(...) The indicators relevant to the management of effective rainfall as an impact of a better communication system can be identified as follows. Performance indicators : land and water productivity and profitability. Determinant indicators : initial dam storage, date of start of the season, rainfall during the irrigation season, river flow during the irrigation season, recycled water during the irrigation

season, time lag of the communication system. Impact indicators : Irrigation period of the season, irrigation requirement of the season, effective rainfall during the irrigation period." <12>

Il ne replace pas explicitement les facteurs d'influence dans la perspective d'activités et de processus, donc dans le cadre d'une représentation globale du système irrigué, mais ce travail a dû être mené de façon plus ou moins formalisée lors de sa phase de diagnostic. Un apport intéressant réside dans ses remarques sur le caractère parfois "non accessible au management" de certains inducteurs de performance (qui sont en fait les aléas climatiques retenus au chapitre des spécificités des périmètres irrigués) :

"The value of an indicator may be varied by managerial activities. For instance, the percentage of lots with direct access to an irrigation canal would be a determinant indicator pertaining to water delivery as it can be enhanced by farmers constructing field channels to better manage field water in their lots. On the other hand, the amount of rainfall would be a determinant index that cannot be varied by managerial activities." <id>

Une autre contribution, beaucoup plus largement reprise dans la littérature, a été apportée par Small et Svendsen [Small, 1992]. Ils proposent une représentation systémique qui présente les périmètres irrigués comme l'un des niveaux de déploiement d'une économie rurale.



(d'après [Small, 1992])

Figure 13. Vision systémique du périmètre irrigué

Cette représentation leur permet d'aborder les problèmes de performance sous un angle plus clair que la moyenne des publications sur le sujet, notamment en distinguant des indicateurs de "process" (plutôt pilotage de procédé), "d'output" (plutôt produit et service) et "d'impact". Ils restent cependant à un niveau de généralité élevé et n'indiquent pas comment aborder en pratique la problématique du pilotage dans un périmètre irrigué.

A partir de données secondaires, collectées sur une quinzaine de périmètres irrigués, Murray-Rust propose une étude intéressante sur l'analyse et l'évaluation de la performance des périmètres [Murray-Rust, 1993c]. Cependant, l'essentiel de sa contribution porte sur une observation des liens entre type de système de production (degré de commandabilité des infrastructures) et performance du produit eau maîtrisée (qualité simple) ; il s'en explique d'ailleurs : "Most of the case studies available describe the physical design of the system but few describe the management conditions in any form at all. It is therefore easy to fall into the trap of linking performance too much to the physical conditions and ignoring the contribution of the management structure to actual performance achieved" <13>. Ce constat reflète indirectement l'absence d'outils de représentation intégrée des périmètres permettant de mettre en perspective technologie employée, management et objectifs stratégiques. D'où évidemment un manque de lisibilité, pour des observateurs externes, des modes de pilotage des gestionnaires : "This highlights a

particular dilemma for observers attempting to make judgments about performance. The most commonly cited objectives,(...) are more global in nature : equity, reliability and adequacy are all seen to some extend as universal to the evaluation of water delivery performance. System managers may have an entirely different set of local objectives. Unfortunately, if they are not clearly expressed, they will be ignored in external assessment, and a different set of objectives used in any evaluation of the level of performance actually achieved." <id>

Ce point est développé, voire amplifié, par Perry qui met sévèrement en doute la pertinence des objectifs "officiels" retenus pour les évaluations de performance ; d'après lui, sans le recours à des indicateurs externes, ce qui permet au moins des comparaisons entre systèmes (objectivité de l'environnement), bien peu d'enseignements peuvent être tirés : "(...) the performance of many systems cannot be evaluated in relation to management targets, or "internal" indicators, because actual operation is substancially at variance with what is officially planned. Where infrastructure is no longer able to deliver at agreed rates or places, where farmer interventions have established de facto water allocations that do not conform to legal rights, or when government staff are unable or unwilling to follow official procedures, observations of performance in relation to targets will have little meaning and what is observed may have little better than a random relationship with plans" <14> [Perry, 1995b].

La nature et le petit nombre de ces divers travaux de synthèse tendent à suggérer qu'un effort de clarification des notions de stratégie, pilotage et performance des périmètres irrigués et de leur système de production d'eau maîtrisée est nécessaire. Ces efforts semblent devoir porter en priorité sur les us et coutumes des véritables acteurs des systèmes et non plus sur le raffinement de lectures externes partielles et plus préoccupées de résultats que de processus ; ils devraient conduire à la mise au point de représentations intégrées suffisamment proches de la vie quotidienne de ces systèmes, donc du pilotage, pour pouvoir être validées et appropriées par leurs acteurs. L'aveu d'incomplétude en données sur le management des systèmes est très révélateur du peu de connaissance existant sur les échanges d'information et les systèmes de décision en action dans les périmètres et donc de leur contribution à la réalisation d'objectifs de performance, quels qu'ils soient.

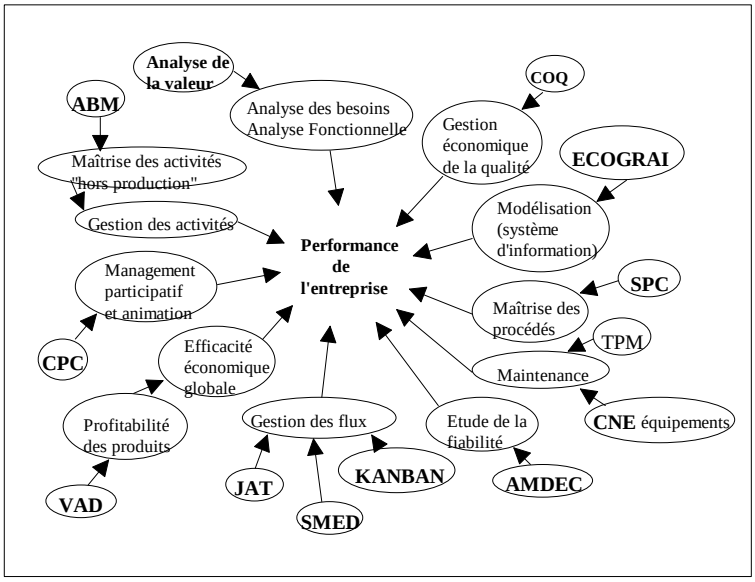
3.2.2.4.Ce que l'industrie sait et applique parfois.

L'évolution des méthodes de gestion de la performance dans l'industrie a engendré une littérature qui, si elle n'est pas en manque de concepts, n'atteint pas pour autant à une très grande clarté dans l'explicitation des liens, recoupements et domaines d'application de ces différentes méthodes. Une typologie est proposée dans [Najar Ben Mahmoud, 1994] :

(1) Approches technico-économiques :
- Approche des coûts de non efficacité : méthode COQ (Coûts d'obtention de la qualité), méthode CPC (Coûts et performances cachées), méthode CNEE (Coûts de non efficacité des équipements).
- Approche de la modernisation du système comptable et amélioration de la planification stratégique : méthode ABM (Activity based management), méthode VAD (Valeur ajoutée directe).
- Approche "valeur-coût" : méthode AV (Analyse de la valeur)
- Approche systémique d'instrumentation de la mesure technico-économique : méthode ECOGRAI

(2) Approches physiques :
- La qualité : méthode SPC (Statistical process control).
- La maintenance : méthode TPM (Total productive maintenance).
- La fiabilité : méthode AMDEC (Analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leurs criticités).

Accompagnée d'une analyse de la contribution de ces différentes approches au pilotage de la performance :



(d'après [Najar Ben Mahmoud, 1994])

Figure 14. Méthodes de gestion et pilotage de la performance en industrie

Le déficit constaté en représentation intégrée permettant une analyse globale et opérationnelle de la performance du système irrigué plaide en faveur de l'examen des méthodes présentées comme technico-économiques. En effet, à l'inverse des approches physiques, qui supposent un cadre d'action préétabli pour l'introduction des indicateurs qu'elles préconisent, ces méthodes donnent pour la plupart des outils permettant un détour préalable par la modélisation, la représentation. Au sein de ces méthodes, ABM [Lorino, 1991] paraît la plus armée pour aborder le problème du déploiement d'objectifs stratégiques, présenté comme crucial dans les périmètres. Cette approche a de plus le mérite de s'appuyer sur une formalisation par processus qui convient bien au système de production d'eau maîtrisée. GRAI [Roboam, 1991], en étant étroitement couplée à des méthodes d'analyse et de conception des systèmes d'informations comme MERISE [Diviné, 1991], mérite quelque attention pour le cas étudié, si ce n'est dans la lettre (formalisation lourde), tout au moins dans l'esprit.

Néanmoins, l'argumentaire de cette thèse s'est très nettement orienté vers les aspects techniques de la production plutôt que les aspects économiques. Bien qu'empruntant aux méthodes dites technico-économiques leur approche "représentation globale" et "causale" (de la stratégie au pilotage et à la performance), il y a donc fort à parier que les indicateurs utilisés pour illustration dans la suite se rapprocheront plus de ceux mis en oeuvre par les méthodes dites physiques. C'est à ce titre que pourrait être rajoutée à la liste des méthodes de représentation opérationnelle mises en oeuvre dans l'industrie, l'approche, déjà ancienne, "d'analyse modulaire des systèmes" (AMS) [Mélèse, 1991] qui propose une vision très clairement structurée des flux d'information nécessaires au pilotage technique d'un système de production.

Au final, il semble bien que, malgré ses insuffisances, le domaine d'étude de la performance en entreprise industrielle soit à même de fournir des pistes pour traiter de la même problématique sur les périmètres irrigués. Ce domaine est capital ; de sa clarté dépendent la rigueur et la cohérence des diagnostics portés sur des systèmes existants ainsi que des propositions faites pour les améliorer. On peut justement imputer au manque de rigueur avec lequel il est traité en irrigation la relative perplexité des investisseurs face aux dilemmes posés par des évaluations de projets qui ont des tonalités indiscutablement négatives mais qui, dans le même temps, sont incapables de remonter aux causes des problèmes et d'orienter interventions et futurs investissements. Le paragraphe qui suit donne quelques éléments sur les voies d'amélioration qui ont néanmoins été tentées.

3.3. Tentatives d'amélioration

3.3.1. Les grandes tendances.

Tout d'abord, un rappel : on se place délibérément dans le cadre de la gestion de l'eau, sans prendre en compte les améliorations portant sur le processus de production agricole ou l'interface système de production agricole/acheteur de bien agricole (agronomie, conditionnement, commercialisation...) ; non que ces aspects soient moins importants mais parce qu'ils sont hors du sujet de cette thèse.

La considération de la problèmatique dans laquelle doit s'inscrire l'agriculture irriguée a permis de dégager quelques objectifs stratégiques ; on a vu que la teneur de cette stratégie, "interprétation valeur" de l'environnement externe des périmètres, était difficilement traduite dans le langage interne de la performance ou, tout au moins, que la traduction qu'en font les gestionnaires était difficile à expliciter, donc à évaluer ou améliorer. Prétendre, pour autant, que le statu quo règne dans les outils et méthodes visant à faire bouger le management des périmètres serait inexact. Des évolutions ont lieu, mais à un rythme peu soutenu et sans véritable coordination, ce qui traduit l'absence d'un réel "marché de l'innovation". Les diverses initiatives sont donc plutôt cloisonnées ; on peut cependant chercher à les organiser en fonction de quelques grandes tendances thématiques typiques des domaines abordés par les démarches d'amélioration en gestion des organisations.

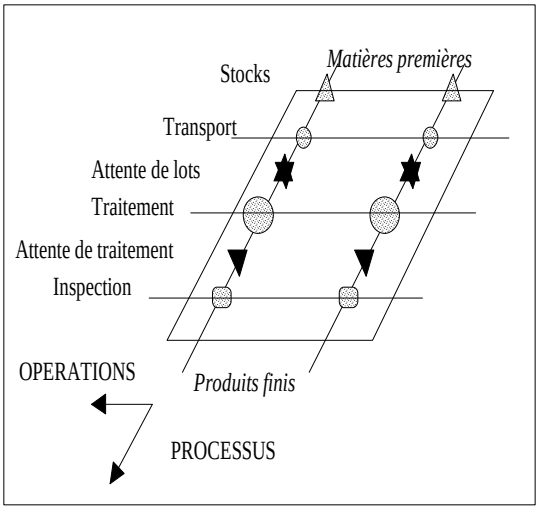
Ceci conduit à reprendre la discussion sur les types de savoirs traitant du domaine des organisations et amène à distinguer à nouveau, parmi les représentations globales, deux grands types sur lesquels on pourra s'appuyer pour classer les interventions :

(1) Perspective "organisation-action" : des modèles d'action, dynamiques qui permettent de mettre à jour les logiques de pilotage, leurs faiblesses et de caractériser l'état interne (Shingo, AMS, ECOGRAI, ABM...) -on a parlé d'approches managériales (technico-économique)-.

(2) Perspective "organisation-explication" : des modèles explicatifs, d'équilibre, qui permettent d'expliciter les causes de (dys)fonctionnements à travers des dérives non maîtrisées de l'organisation entraînant son évolution vers un "attracteur", une "configuration type", que l'on peut caractériser en terme de morphologie, (Mintzberg, Riveline) -on a parlé d'approches sociologiques, on peut y rajouter les termes plus riches de "naturaliste" ou "mécaniste" introduits par Riveline-.

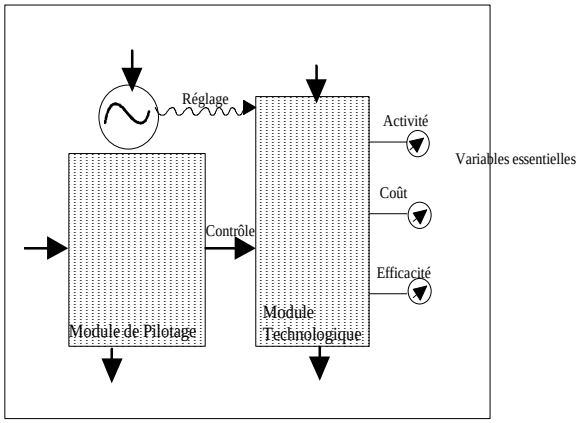
Pour ce qui est de la deuxième classe, on rappellera que Riveline retient pour dimensions explicatives quatre notions : le matériel, les hommes, les institutions et le sacré ; Minzberg en retient quatre également : la structure organisationnelle, les facteurs de contingences qui l'influencent (âge, taille, technologie et environnement), les mécanismes de relation de pouvoir entre les acteurs et les différents systèmes de buts. Mintzberg est très explicite sur la description de configurations types (il a popularisé sept types purs : organisation entrepreneuriale, mécaniste, divisionnalisée, professionnelle, innovatrice, missionnaire, politique), alors que Riveline laisse en quelque sorte à son lecteur le soin de dériver des configurations types, héritées de décalages entre ses quatre dimensions explicatives.

Un regard sur les supports graphiques utilisés par les auteurs pour illustrer ces diverses représentations est assez éclairant sur leurs différences de forme et de nature.



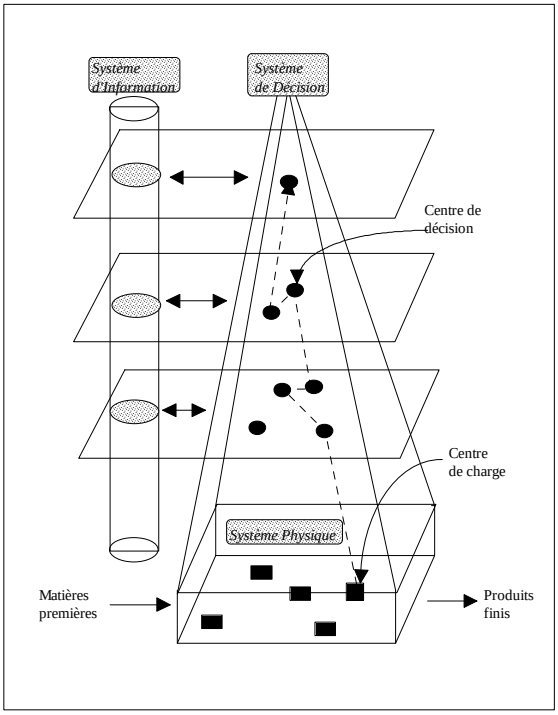
(d'après [Schingo, 1990])

Figure 15. Vision Shingo



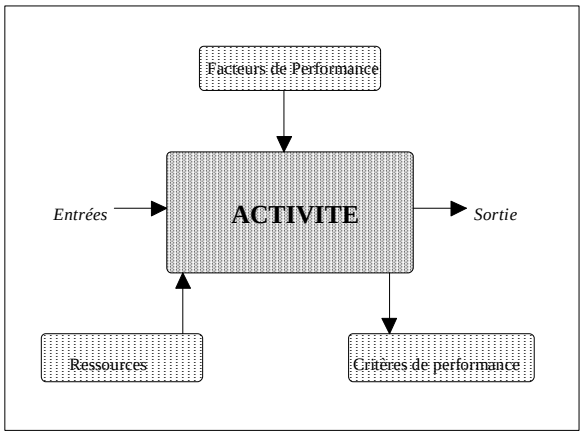
(d'après [Mélèse, 1991])

Figure 16. Vision AMS



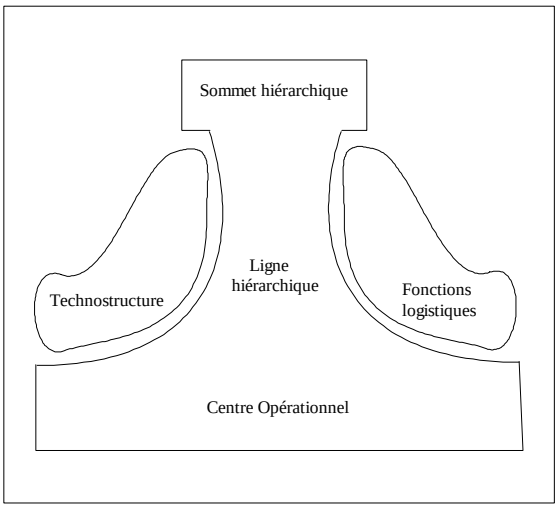
(d'après [Roboam, 1991])

Figure 17. Vision ECOGRAI



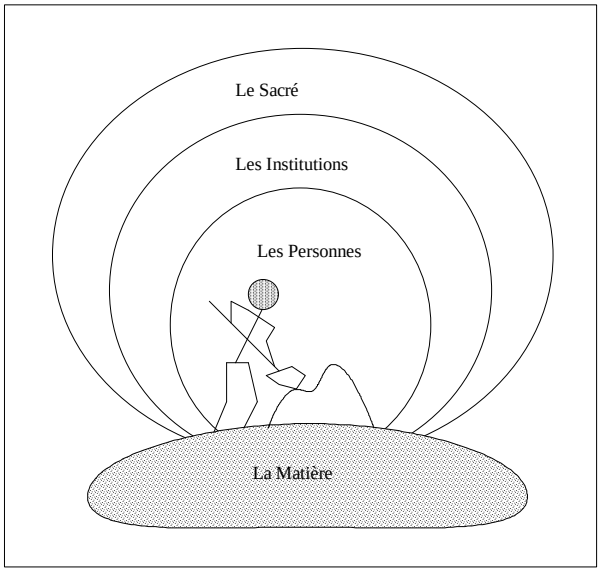
(d'après [Zarifian, 1995])

Figure 18. Vision ABM



(d'après Minzberg, 1989)

Figure 19. Vision Mintzberg

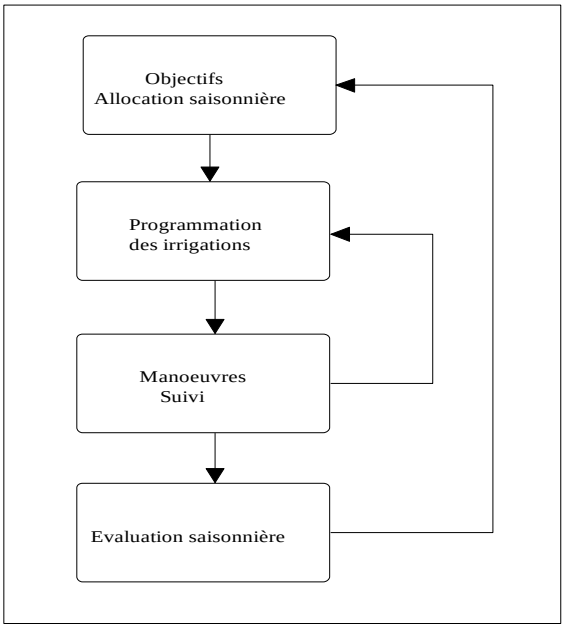


(d'après [Riveline, 1991])

Figure 20. Vision Riveline

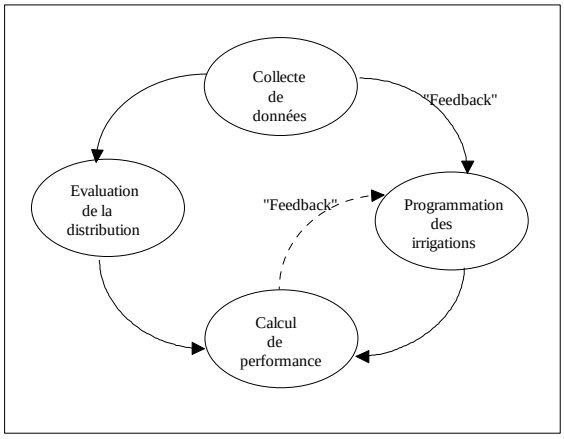
La catégorie (2) se veut d'un graphisme plus attractif, mais on conçoit aisément que pour agir, il peut s'avérer nécessaire d'explorer les forêts de symboles propres au langage de la catégorie (1).

Le monde de l'irrigation a également sécrété ses graphiques ; comme on l'a souligné précédemment, la catégorie (1) est relativement pauvre et d'utilité pratique limitée.



(d'après [Sakthivadivel, 1993])

Figure 21. Vision Sakthivadivel

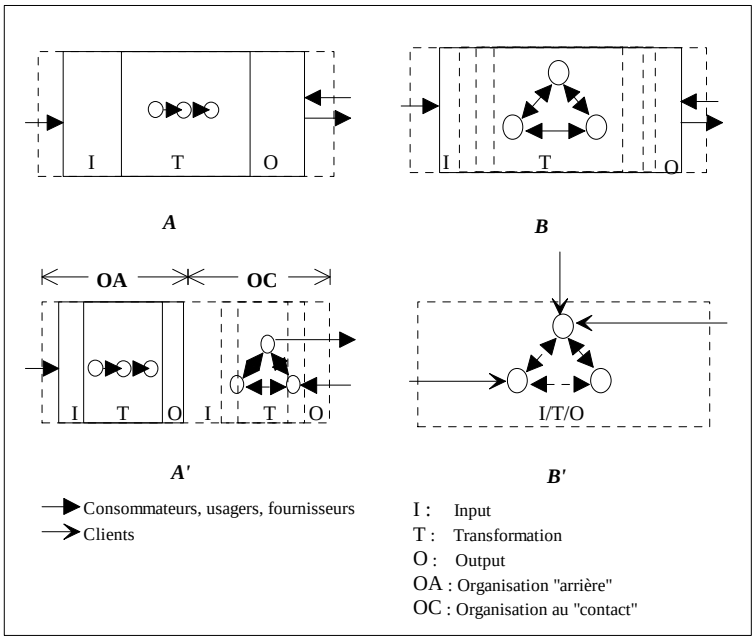


(d'après [Bird, 1990])

Figure 22. Vision Bird

Au sein de la catégorie (2), on doit rappeler la contribution de Huppert qui s'articule autour des notions de tâches ("task related constraints") et de personnes ("people related constraints") : "Task related influences include the contengency factors 'environment', 'size' and 'technology', while poeple related constraints, so far as they affect the problem solving potential of the staff, are primarily determined by vocational characteristics and the socio-cultural environment" <15> [Huppert, 1989]. Les configurations

retenues sont les types précédemment décrits, A et B élargis à A' et B' lorsque sont également prises en compte des considérations institutionnelles. Ses schémas sont un peu abstraits...



(d'après [Huppert, 1989])

Figure 23. Vision Huppert

Dans cette même catégorie il faut mentionner le travail de Perry qui classifie les systèmes irrigués autour des notions de droits ("defined water rights") d'infrastructures ("infrastructures capable of providing the service embodied in the water rights") et de responsabilités ("assigned responsabilities for all aspects of system operation"). Il énonce que si un décalage s'introduit dans les liens de cohérence qui lient ces trois notions, le système considéré devient "dysfonctionnel" et retient de ce fait deux configurations : fonctionnel et dysfonctionnel. On a signalé un corrolaire important de son analyse de fonctionnalité en liaison avec la pertinence des mesures de performance internes ; "Depending on wether the basic elements are properly matched, systems are defined as 'functional' or 'dysfunctional'. It is argued that performance analysis of dysfunctional systems is problematic, and functionality may be a prerequisite to significant improvements in performance" <16> [Perry, 1995a]. En revanche, sa contribution à l'art graphique contemporain se fait attendre.

Ce panorama étant rappelé, on se trouve devant une évidence : toute intervention sur une organisation implique de s'insérer dans une dynamique de pilotage et donc, implicitement, de faire sa place dans une logique de catégorie (1) ; néanmoins, la plupart des interventions privilégient l'une ou l'autre des dimensions explicatives mises en lumière par les représentations de la catégorie (2) ; la classification des interventions pourra ainsi être grossièrement déclinée selon des couples (dimension explicative, domaine d'incidence sur le pilotage).

Un examen un peu arbitraire des diverses contributions, permet de retenir trois dimensions explicatives essentielles : **les institutions, les machines et les hommes**[35] ; ces dimensions explicatives font écho aux termes de l'analogie développée au deuxième chapitre entre périmètres irrigués et entreprise industrielle. En plus d'un détour nécessaire par les notions de produit et service, on avait en

[35] Un lecteur attentif aura noté que le quatrième niveau "explicatif" mentionné par Riveline, "le sacré", a été sacrifié sur un autel qu'il convient peut-être de préciser. Le "sacré" ou le "mythique", comme les facteurs d'ordre historique ou culturel, est bien entendu un déterminant très fort. Il n'est pas retenu en première analyse mais devra bien sûr être considéré à un second niveau de "causalité", lorsque l'on cherchera à expliquer l'origine des "configurations" de premier niveau caractérisées et qualifiées par "l'état" des hommes, des machines et des institutions.

effet parlé, dans un premier temps, de frontières et d'organisation des acteurs du (des) système(s) de production, puis de processus de production et enfin de logique de pilotage de la production ; c'est précisément à travers ces trois domaines que peut se mesurer l'incidence, sur le système de pilotage complet, d'interventions ayant choisi de privilégier les institutions, les machines ou les hommes.

On réordonnera quelque peu les dimensions explicatives en (1) machines, (2) hommes et (3) institutions pour aboutir, de manière sans doute abusivement simplificatrice, aux énoncés suivants :

Les machines (et leur "utilisation" à travers les *processus de production*), fixent les limites de ce qui est possible en matière de *produits et de services*.

Les hommes (et leur "utilisation" à travers les *décisions de pilotage*) fixent les limites de ce qui est possible en matière de *qualité* des produits et services.

Les institutions (et leur "utilisation" à travers les *structures organisationnelles*) fixent les limites de ce qui est possible en matière de *coopération et de motivation* de ces hommes.

Déployer une stratégie dans un système de production peut être ainsi considéré comme la recherche d'une "utilisation performante" des machines, des hommes et des institutions, à travers les processus de production, les décisions de pilotage et les structures organisationnelles. La "mise en musique de cette utilisation performante", ou déploiement, se fait à travers le système de pilotage.

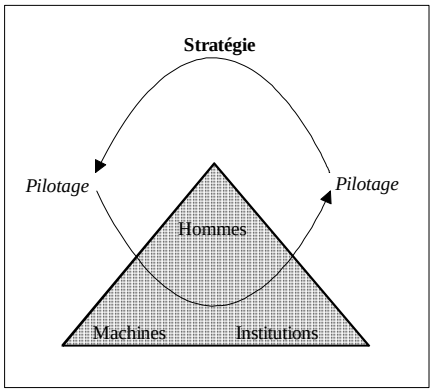


Figure 24. Stratégie et pilotage

Avant donc d'effectuer une revue sommaire des interventions menées sur les périmètres irrigués, il s'agit de préciser un peu le profil et les motivations des intervenants.

3.3.2. Les acteurs du changement

Interventions et innovations sont disparates. Les efforts de synthèse et d'information passent par des organismes internationaux (ICID : International commission for irrigation and drainage, IPTRID : International program for technology research in irrigation and drainage, IIMI : International irrigation management institute, FAO : Food and agriculture organization -nations unies-...) ou des centres de recherche nationaux et sont encore insuffisamment exposés (dans les deux sens du terme) au monde professionnel.

On peut dès à présent noter une césure assez nette entre la situation des pays en voie de développement (PVD), encore très largement au stade de la "production de masse" ou de la production "artisanale" et quelques pays développés où les gestionnaires de périmètres poursuivent un processus d'amélioration technique très schématiquement orienté vers une production de type "au plus juste" (terminologie empruntée à [Woomack, 1992]), se traduisant par des réalisations isolées (Sociétés

d'aménagement régionales en France, districts de l'ouest aux USA, Israël, Australie) et intégrant quelques apports des milieux de la recherche .

Dans le premier cas, de nombreuses infrastructures proviennent de l'héritage colonial. Les réalisations des ingénieurs britanniques en Asie du Sud, par exemple, sont d'une ampleur tout à fait impressionnante et les choix de développement effectués procèdent d'une indéniable logique "colonialiste" d'exploitation des ressources ; "the imperatives of imperial science and the worldwide application of science to the productive control of nature, were closely associated with the expansion of colonialism and commercial agriculture" <17> [Gilmartin, 1994] ; opinion partagée par Diemer qui étudie des systèmes réalisés en Afrique : "souvent le colonisateur justifie son intervention par la fabrication d'une image de ressources inexploitées ou sous-exploitées et d'habitants sous-employés et pauvres. Dans la perspective coloniale, les ressources et les habitants attendent le moment où le colonisateur les fructifie en les insérant dans les circuits de la production marchande mondiale" [Diemer, 1987b]. D'autres systèmes relèvent des vélléités d'une forme plus moderne d'institution hégémonique : les bailleurs de fonds. Certaines écoles concernant les types de projet, leur profil technique et leurs objectifs se sont perpétuées au gré des programmes de coopération technique, des financements et des formations entre ex-colonisateurs et ex-colonisés. On peut ainsi observer de nombreuses réalisations de l'école française au Maroc et en Afrique de l'Ouest. Le cas de l'Inde est à nouveau instructif ; au cours des années 80, les méthodes de distribution de l'eau aux irrigants ont fait l'objet d'études poussées par le bureau de la Banque mondiale à Delhi, débouchant sur un concept de distribution, la "distribution structurée", qui fut largement disséminée dans de nombreux Etats de l'Inde par le biais d'un programme financé par la Banque (National Water Master Plan) ; "it has been considered as the bank's standard since the mid-80's in all bank assisted irrigation projects in India since that date" <18> [Beaudelaire, 1994] ; les vertus comparées de ce concept ne sont pas en cause, mais le processus de maturation et de définition de cette innovation sont un exemple clair d'évolution suscitée par des forces exogènes au système auquel elle s'applique. Un dernier maillon dans la définition des projets : les consultants et les sociétés d'ingénierie qui perpétuent également la prescription de solutions "maison".

Les forces à l'oeuvre dans les pays développés, qui maîtrisent mieux leurs choix d'investissement, sont multiples et souvent conjoncturelles (aspects réglementaires, marchés agricoles). Le souci de rentabilité, passant par la satisfaction des usagers et la diminution des coûts, évoqué plus haut, fait figure de moteur en matière de modernisation ; cette préoccupation s'impose à des gestionnaires qui ont, pour une bonne partie, hérité de systèmes financés sur fonds publics mais ayant évolué vers des logiques d'entreprises privées ou parfois semi-publiques (originalité française).

3.3.3. Analyses naturalistes d'expériences de changement

"S'il reste peu d'esprit pour nier la complexité de la vie et de l'homme, il subsiste sans doute de nombreux gestionnaires à rêver à la simplicité des organisations qui ne peuvent pourtant qu'être complexes puisque substrats et, en même temps, produits de l'action des hommes. Nombre d'échecs d'actes de gestion trouvent peut-être davantage leur source dans le refus de voir la complexité que dans l'existence de celle-ci".
Analyse de Martinet dans sa préface à [March, 1988].

3.3.3.1.Tendance "modernisation des machines".

"Changer les machines"

Ce paragraphe est une brève incursion dans le monde du "design" ; non pas au sens conception intégrée d'un aménagement hydraulique (car, bien évidemment, la conception des machines est très dépendante d'impératifs liés aux processus de production), mais au sens des améliorations techniques apportées aux ouvrages composant un aménagement ; comme en témoigne l'impact des machines à commande numérique et des robots dans l'industrie, ce type d'amélioration peut également jouer un rôle d'innovation à part entière en ouvrant de nouvelles possibilités pour les processus, jusqu'alors

inexplorées. Il s'agit donc de pompes, de vannes, de seuils, de canaux, de canalisations... et des instruments de commande, de mesure ou de transmission qui permettent de les gérer. On peut y ajouter, comme on l'a signalé, les dernières machines du processus de production d'eau maîtrisée qui sont situées chez les agriculteurs : les équipements d'irrigation à la parcelle comme les matériels d'aspersion ou d'irrigation localisée.

Certaines contraintes, spécifiques des périmètres irrigués doivent être rappelées pour fixer le contexte dans lequel les innovations sont introduites : les machines s'insèrent dans une logique d'aménagement globale, ce qui confère une grande rigidité après la phase de construction. Les machines sont dispersées le long d'un réseau étendu, ce qui entraîne parfois des problèmes d'accessibilité, d'exposition aux actes de vandalisme et des processus de dégradation rapides. Les machines implantées sur le processus de production d'eau maîtrisée peuvent être regroupées en deux segments :

(1) Les machines servant à produire l'eau maîtrisée jusqu'à la prise de l'agriculteur.
(2) Les machines permettant à l'agriculteur de poursuivre le processus de production d'eau maîtrisée sur ses parcelles et d'apporter l'eau maîtrisée jusqu'aux plantes.

En ce qui concerne la catégorie (1) les innovations les plus significatives ont été apportées par les équipements électroniques de mesure et de commande qui permettent de piloter des ouvrages (vannes motorisées) de régulation ou de distribution à distance en fonction de mesures "temps réel" sur l'état hydraulique du système. Il faut signaler à nouveau les "design" plus anciens mais foncièrement novateurs des vannes à flotteurs qui permettent de maîtriser automatiquement et mécaniquement des niveaux d'eau ; on citera également les modules à masque qui consistent en une batterie de plusieurs vannes aux profils ajustés pour pouvoir délivrer des débits quasi-constants et calibrés sous des régimes hydrauliques différents (tolérant ainsi des fluctuations relativement importantes du niveau d'eau amont). Ces dernières technologies, françaises à l'origine, sont appliquées en Afrique du Nord et au Moyen Orient mais n'ont été que très récemment testées en Asie[36] [Jayatilleke, 1995]. Les techniques de construction et de revêtement des canaux ont progressé au rythme du génie civil dans les pays considérés. Des progrès notables ont été réalisés pour la fabrication de canalisations à un coût raisonnable permettant d'envisager la mise en place de systèmes basse pression, notamment en remplacement de canaux tertiaires (la mise au point de vannes adaptées à ce type de distribution étant allée de pair). D'une manière générale, Kato souligne l'importance du contrôle de la qualité de construction des ouvrages de génie civil et note que son insuffisance est une source de dysfonctionnement majeure des systèmes [Kato, 1994].

Au crédit de la catégorie (2) il faut noter la très grande diffusion des petites pompes à moteur qui permettent aux agriculteurs de puiser l'eau dans des puits ou également dans des canaux passant, en creux, en bordure de parcelle (cas de l'Egypte). Elles peuvent également faciliter la réutilisation d'eaux de collatures récupérées en fond de parcelle pour être réutilisées. Une bonne utilisation de l'eau est souvent liée, en dernier ressort, à un bon planage des parcelles (recherche de l'horizontalité ou de la maîtrise d'un faible gradient) ; l'introduction du contrôle de nivellement par LASER est une innovation d'importance à ce sujet. De nombreuses améliorations concernent les toutes dernières opérations du processus de fabrication de l'eau maîtrisée : machines plus performantes -en irrigation gravitaire (siphons, rampes à vannettes, gaines souples, transirrigation), -en irrigation localisée ou micro-irrigation (dispositifs de filtration, fertigation, pilotage automatique), -en irrigation par aspersion (enrouleurs, pilotage automatique).

On peut retenir pour conclure qu'un certain nombre de réalisations existent mais sans réel marché des innovations techniques (quelques écoles nationales comme l'école française, beaucoup de solutions locales, quelques zones plus fluides pour la dissémination des innovations dues à la présence d'intermédiaires dynamiques comme les Chinois en Thaïlande [Molle, 1995]). A titre d'exemple, des sujets d'actualité importants restent la mise au point d'équipements électroniques de télégestion fiables et bon marché, les techniques de recharge de nappes, les techniques de drainage, les énergies alternatives, la conception des vannes, le revêtement des canaux, les équipements et techniques pour lutter contre l'obstruction des canaux par des plantes aquatiques, les techniques de mélange d'eau de qualités

[36] On pourrait également mentionner un type d'ouvrage de conception encore plus ancienne: les déversoirs dits "en bec de canard" (déversoirs à longueur de crête importante, permettant une bonne régulation des niveaux).

différentes, les implications sur la santé publique de la réutilisation d'eaux usées [Subramanian, 1993]. Encore une fois, l'adoption de technologies nouvelles ne peut avoir lieu qu'au sein d'une démarche d'ensemble, orientée par les choix sur le processus de production (évoqués ci-après) et, bien évidemment, en totale concertation avec les utilisateurs ou bénéficiaires si l'on veut éviter des rejets aussi abrupts que celui engendré par la mise en place de vannes automatiques décrite dans les coupures de presse qui suivent. Incompréhension, défiance,... à quelques jours d'intervalle sont rapportées l'installation puis la destruction du matériel de gestion automatisée :

TUNGABHADRA RIGHT BANK CANAL AUTOMATISED

From our staff Correspondent

BELLARY, Feb. 7,

For the first time in the country, the high-level canal on the right bank of the Tungabhadra dam at Hospet in Belliary district has been automatised.

Canal automation is a modern method useful in the operation and control of canals. It also improves the response of the canal systems to suit the requirements of agricultural operations and reduces wastages. By controlling thegates at appropriate time, significant decrease insystem lag can be achieved and desired flow changes can be effected. The cost of the project is about Rs. 2 crores of which 35 per cent is in the form of financial aid from the U.S. The system was inaugurated by Dr. M.S. Reddy Secretary, Ministry of Water Resources, on Monday at the Tungabhadra dam. Mr A.B. Joshi, Chairman, Central Water Commission, Mr. K.C. Agarwal, Chairman, Tungabhadra Board, were present.

The high level canal which runs in Karnataka and Andhra Pradesh, irrigates the chronically drought prone districts of Bellary in Karnataka and Anantapur in Andhra Pradesh. The canal is having a designed capacity of 4,000 cusecs and feeds a number of distributaries in Karnataka along its length of 105 km. At this border, the canal delivers water to Andhra Pradesh.

In order to regulate the flow of water and to maintain specified water level in the canal, five electrically operated cross regulators are located along the stretch of 105 km with each cross regulator having four vertical lift gates.

Continuous automatic recording of water supplies, recording of water depth, gate opening, display monitor of the hydraulic data of the entire canal, graphic representation of flow pattern, automatic control of cross regulator gates either through remote control panel or local control panel, stimulation* of the canal system for given discharge and instantaneous operation of control system of the canal operators, are some of the advantages of canal automation. The master station is located at the dam headquarters. A computer is placed here to collect the data from five cross regulators and present it to the user.

(The Hindu, 8 feb. 1995) * (sic)

AUTOMATION SYSTEM AT TB RESERVOIR DAMAGED

From our staff Correspondent

BELLARY, Feb. 13,

The equipment of the canal automation system installed at one of the cross regulators on the high level canal on Tungabhadra Reservoir has been damaged allegedly by ayacutdars**. The system installed on February 6 was damaged near the Karnataka-Andhra Pradesh border in Bellary taluk.

A complaint has been filed by the section officer of the Tungabhadra high-level canal, Bellary, with the Bellary rural police today. The complaint said that Karnataka's share of water had been already utilised and water for irrigation in this region had been closed on February 9. Only the share of water of water belonging to Andhra Pradesh was being released.

The ayacutdars, numbering 200 from Shankarbanda, Yettin Budihal, Asundi, Kammarched and Kuntinahal villages, allegedly damaged the electronic computer equipment by breaking the doors of the building which housed the automation equipment.

(The Hindu, 14 feb. 1995) <19> ** agriculteurs

"Changer l'utilisation des machines : processus"

"Utiliser" les machines consiste à finaliser leur rôle dans des processus de production performants. La raison d'être des machines est de s'insérer au mieux dans des processus de production adaptés au déploiement d'objectifs stratégiques. Comme illustré lors de l'analogie avec les systèmes de production industriels, l'analyse des processus de production doit faire référence aux logiques de planification et de mise en oeuvre opérationnelle des équipements. En fonction des choix qui sont faits en ce qui concerne ces logiques (type de planification saisonnière, de programmation, charge maximum à fournir par le système de production, robustesse souhaitée...), on peut envisager des options technologiques pour les processus et les machines (commandes des machines : automatiques ou manuelles, centralisées ou décentralisées, système de communication...) et mener à bien la conception intégrée du système de production d'eau maîtrisée. Les exigences sur la flexibilité des systèmes ont par exemple entraîné un certain nombre de réalisations permettant la régulation des grands systèmes de canaux à ciel ouvert (groupe de travail ASCE[37]) et l'installation de réseaux basse pression, au moins au niveau tertiaire ; ce même souci de flexibilité accompagné d'une volonté de gestion intégrée de la ressource a fait également porter les efforts sur l'utilisation conjointe des eaux de surface et de nappe.

Comme suggéré au paragraphe précédent, il n'y a pas de typologie claire des voies d'amélioration ou des choix de conception possibles en fonction du type de système considéré, les intervenants "techniques" proposent bien souvent "leur solution" sans prendre toute la mesure des deux autres dimensions explicatives, les hommes et les institutions, dans l'équation du succès d'un aménagement.

On peut citer à cet égard les tentatives peu convaincantes d'installation de réseau basse pression sur des tertiaires au Sri-Lanka [Merriam, 1985]. Le système, qui devait permettre d'améliorer la flexibilité de la distribution de l'eau ne put jamais être pleinement opérationnel et se dégrada rapidement ; l'explication la plus claire de cet échec est fournie par l'absence de prise en compte des modifications institutionnelles nécessaires pour le succès de la technologie proposée ; introduite sur un système où la ressource est limitée (petit réservoir), la technologie basse pression qui permet aux irrigants desservis d'ouvrir leur borne et de prendre de l'eau instantanément quand ils le souhaitent nécessite un minimum d'organisation, de discipline (notamment fermer les bornes) et de concertation entre les agriculteurs. Le type d'institutions préexistantes sur le projet pilote sri-lankais faisait que ces conditions n'étaient pas réunies.

Un autre exemple intéressant est fourni par un investissement récent de l'USAID[38] en Egypte. Il s'agit de l'équipement d'environ huit cents points clés du réseau d'irrigation de la vallée du Nil en instruments de télémétrie, un investissement d'environ quarante millions de dollars US. La raison d'être de ce système est de permettre une gestion plus fine du processus de distribution de l'eau sur les gros axes hydrauliques et d'enclencher des politiques d'amélioration de l'allocation sur la base de données fiables : il s'agit, typiquement, d'un outil à mettre à la disposition du département du ministère "Public Works and Water Ressources" (PWWR) en charge opérationnelle de la gestion de l'eau. Néanmoins, jusqu'à une date récente, ce département n'eut accès au système de télémétrie qu'à travers une autre structure : un département spécifique, aux attributions non seulement fonctionnelles (installation et maintenance) mais également opérationnelles (recueil et traitement des données) dont les personnels bénéficient, en plus, de gratifications et de moyens de fonctionnement plus importants que ceux du département gestion de l'eau... frustration, conflit de personnes, méfiance envers les données : un équipement utile semble actuellement sous-exploité et discrédité auprès de ses vrais utilisateurs potentiels ; cette impasse fut créée par un manque de discernement quant à la nécessité absolue de garantir, dès les phases de conception, une adéquation entre les structures institutionnelles et les nouveaux moyens techniques ; on a laissé grossir un département fonctionnel jusqu'à déconnecter dangereusement les moyens qu'il héberge de leurs véritables utilisateurs.

[37] American society of civil engineers.

[38] United States agency for international development.

Assez souvent également, l'adoption de nouvelles options techniques est entravée par l'inadéquation ou l'inadaptation des capacités de décision de l'opérateur en charge. Le cas de Kirindi-Oya peut être à cet égard mentionné : un nombre important de structures de régulation, permettant théoriquement un surcroît de flexibilité, avait été prévu à la conception mais, pour le gestionnaire, pas de formation spécifique qui lui aurait permis de mieux appréhender le comportement hydraulique du canal et de raisonner les manoeuvres de vannes ; le décideur n'avait pas les moyens de prendre en main son système ; les ajustements des vannes des régulateurs étaient laissés à des opérateurs locaux, sans vision globale du système, dont les manoeuvres non coordonnées engendraient d'importantes perturbations lors de changements de régime sur le canal [Malaterre, 1989].

On peut mentionner un dernier cas de décalage flagrant entre une infrastructure mise en place pour supporter un certain type de processus de production, les capacités de décision des opérateurs et le cadre institutionnel associé : le cas du périmètre de Chashma dans la province Nord-Ouest du Pakistan. Ce périmètre de 280 000 hectares est alimenté par un barrage sur l'Indus et s'étend sur la rive droite du fleuve à cheval sur les provinces du Nord Ouest et du Penjab ; il faut noter que ce périmètre, d'un coût supérieur à cent millions de dollars US (financé sur crédits BAD), est encore en cours de construction. La première de trois tranches fut néanmoins mise en eau en 1987 (57 000 hectares) et son fonctionnement permet de tirer quelques enseignements. On rappellera qu'en ce qui concerne le mode de distribution traditionnel en vigueur sur les grands périmètres pakistanais, le "contrat" entre gestionnaire et agriculteur stipule que les moments de livraison et les intervalles entre livraison sont fixes, que la caractéristique "durée" du produit livré est fixe et que la caractéristique "débit" est imposée en fonction d'une répartition équitable de l'eau disponible dans le canal principal sur la totalité des terres cultivables. Le processus de production est donc très standardisé et se fait par des "machines automatiques", réglées pour diviser de proche en proche le débit disponible au prorata des superficies qu'elles desservent; la dernière division se fait sous la forme d'une rotation, en durée fixe, entre les agriculteurs desservis par un canal tertiaire (Warabandi). Ce système présente des avantages certains : (a) il répond à une interprétation valeur des agriculteurs fortement imprégnée du souci d'équité sur des zones où la ressource est peu abondante ; (b) l'interprétation performance du gestionnaire est théoriquement aisée à déployer de façon opérationnelle dans la mesure où on peut concevoir un processus de production qui génère automatiquement cette fonctionnalité essentielle du produit : l'équité de traitement des clients.

La mise en pratique du Warabandi peut néanmoins présenter des difficultés (Cf. paragraphe 5.2.)... et en tout état de cause, même fonctionnant parfaitement, ce système présente tous les désavantages théoriques que l'on peut imaginer liés à son manque de flexibilité (retour sur le débat flexibilité/rationnement...) ; le gouvernement pakistanais décida donc de tester sur le périmètre Chashma un autre type de processus de production, avec de nouvelles machines (vannes permettant des réglages de débits), devant permettre la fabrication d'un catalogue de produits plus diversifiés. Le raisonnement des planificateurs s'élabora dans une perspective d'entreprise globale de type A : pour augmenter la productivité des terres cultivées, il fut envisagé de livrer des produits répondant aux besoins réels en eau des cultures ; opérateurs du canal primaire (agence Wapda), des canaux secondaires (Irrigation Department) et agriculteurs étaient sensés s'inscrire dans une logique d'ateliers, coopérant pour satisfaire au mieux les besoins des plantes. Ceci n'a pas eu lieu. Chaque partenaire, mal préparé aux nouveaux types de décisions devant être prises, se retourna vers ses savoirs anciens et l'eau se mit à couler en continu, sans ajustements de vannes. Sans structures organisationnelles permettant une mise à plat des objectifs de chacun et la mise en place des canaux d'information nécessaires pour faire fonctionner le système sur un mode "atelier", les tensions s'exacerbèrent créant une situation où l'équité risque d'être sacrifiée par des manoeuvres de vannes intempestives et la flexibilité potentielle d'être, finalement, contre-productive.

3.3.3.2.Tendance "modernisation des hommes".

"Changer les hommes"

Le chapitre "développement des ressources humaines" est souvent considéré comme un "goulot" pour l'amélioration de la performance des périmètres irrigués. "One of the main reason for the generally acknowledged failure of irrigation schemes to produce the expected benefits in terms of improving productivity, equity, sustainability and the quality of life of farmers in third world countries, is the lack of managerial skills among professional staff in irrigation organizations. (...) The human ressources development policies and strategies, including training and development, should be integrated with, and support, the overall strategic direction of the organization" <20> [França, 1994].

Quelques auteurs insistent sur l'impréparation des gestionnaires de périmètres irrigués face à la complexité des problèmes de management auxquels ils ont à faire face ; "Irrigation engineers receive professional training for design, construction and maintenance, but scarcely any at all for operation. Construction is the professional ideal, involving mathematical precision, the management of materials, and the prestige of making big new things, especially dams. (...) In most operation there is no precision" <21> [Chambers, 1988]. Chambers rapporte également les résultats d'une enquête conduite en 1981 auprès d'ingénieurs d'irrigation indiens ; quatre assertions rencontrèrent le plus d'écho chez ces ingénieurs, et il y a fort à parier qu'elles auraient toujours du succès aujourd'hui : "(1) Water management is a monotonous activity, whereas construction and design offers a greater variety of experience. (2) Construction and design gives greater job satisfaction than water management. (3) There is a constant fear in water management that the dissatisfied local politicians may successfully attempt to have the personnel transferred out to a distant place. (4) Construction and design does not require those difficult public relations with irrigators which are generally required in water management" <id> [Chambers, 1988]. Il est éloquent de voir d'ailleurs conception et gestion si catégoriquement séparées ; il est assez clair, tout à l'inverse, qu'une bonne conception doit passer par une compréhension poussée du type de gestion auquel on le destine avec ses contraintes et ses difficultés pratiques ; Plusquellec donne une indication des qualités requises par un "bon projeteur", en étapes successives : "(1) Access to design handbooks (classical structural design). (2) Ability to comprehend the fonction and purpose of various control devices (functionnality of design). (3) Exposure to a wide variety of structures ; a deep appeciation for simplicity ; understanding of the difference and importance of water-level control in some case and flow-rate control in others (robustness, verification of equity). (4) Experience with operation of multiple stuctures ; extensive exposure to a variety of operational procedures ; sympathy for harried operators and farmers (ease of operations). (5) Exposure to broad issues in water management ; understanding of true definitions of irrigation efficiency at various levels within an hydrologic basin (consideration of water balance and quality issues in the hydrologic basin). (6) Experience and critical evaluations of one's previous design (recognition of typical design errors)" <22> [Plusquellec, 1994]. Tout en restant à un niveau encore très (trop) technique, cette liste met l'accent sur la nécessaire prise en compte de la "réalité" du management (opérateurs, agriculteurs) qui doit être intégrée dans les visions technicistes des concepteurs de projets. Ces recommandations ont évidemment encore plus de force dans le cas des gestionnaires ; la réalité devient prise en compte des aléas, compréhension des hommes et de l'environnement de l'organisation,... toutes choses difficiles à maîtriser si l'on y est peu préparé.

Les orientations à donner pour la formation de managers de l'irrigation ne sont pas évidentes ; les filières académiques en pays développés (Universités de Wageningen aux Pays-Bas, Southampton en Angleterre, Cornell aux Etats-Unis... expérience balbutiante à l'ENGREF[39] en France), ouvertes à des stagiaires ou étudiants de tous pays ont leurs limites car elles sont, malgré d'indéniables efforts, souvent en décalage avec les contraintes réelles des situations de terrain et peut-être encore trop marquées par une approche réductrice de type "problem solving" aux dangers évoqués par Martinet : "L'acquisition de techniques est certes nécessaire ; mais opérée indépendamment de la compréhension du contexte organisationnel, elle conforte l'idée du "one best way", malgré les pétitions de principe. Elle occulte le pourquoi au profit du comment, la construction des problèmes pour leur illusoire résolution. Bref , elle dévalorise la culture, jugée luxe inutile ou, pire encore, dérangeante pour surestimer la technique enflée en technologie, réputée seule efficace et opératoire" ; les programmes de développement professionnel et de

[39] Ecole nationale du génie rural des eaux et forêts.

formation in situ, mis au point, conduits et évalués en totale collaboration avec le personnel de l'organisation auquel ils sont destinés méritent sans doute plus d'attention, comme en témoigne l'expérience réussie au périmètre de Muda en Malaisie [França, 1994].

"Changer l'utilisation des hommes : décisions de pilotage"

"Utiliser" les hommes consiste à finaliser leur rôle dans l'élaboration de décisions de pilotage performantes. Sans même remonter à la définition de la gestion donnée par Riveline "juger le passé et choisir pour l'avenir", on perçoit aisément qu'une des dimensions essentielles ajoutée par les hommes au sein d'une organisation (outre leur force physique dans les cas de travaux manuels), réside dans leur aptitude à exprimer des choix au travers de "décisions". La raison d'être des programmes de formation visant à "changer les hommes" est avant tout de les préparer à jouer un rôle actif dans des prises de décisions de pilotage adaptées au déploiement d'objectifs stratégiques. La façon dont les décisions sont élaborées et prises dans les périmètres irrigués, tout autant que dans la majorité des organisations d'ailleurs, est un sujet d'étonnement et d'intérêt sans cesse renouvelé pour qui y consacre quelque attention. Notre objet n'est pas ici de théoriser sur leur complexité, mais de recenser les expériences visant à améliorer ces prises de décision. En ce domaine, la panacée des hérauts de l'amélioration, dont l'auteur fut, est indiscutablement la formalisation rationnelle et l'utilisation de logiciels "d'aide à la décision" sur micro-ordinateur ; la tendance officielle est faite de foi, teintée d'un soupçon de réalisme de bon aloi : "As a decision maker, the irrigation manager must make timely, effective judgments based on available information.(...) The rapid expansion of microcomputer technology provides a tool which can improve irrigation management practices" <23> [Sheng, 1992]. "The growing complexity of operational decision problems makes it virtually essential to use decision support methods, more and more of which are becoming available. The improvements in computing power, and the falling costs of computers, make it feasible and cost effective to develop computer based decision support systems. Computers are useful tools if properly used. However, if basic systems are not well designed and managed, computers will only make problem worse" <24> [Ijjas, 1994].

Les trois décisions de pilotage, planification saisonnière, programmation des irrigations et plan de manoeuvres sur le système de production, ont été analysées et rationalisées en des termes que les développeurs présentent comme génériques puis traitées, soit sous forme prescriptive (optimisation), soit sous forme descriptive (simulation), soit un mélange des deux. Devant la relative floraison de logiciels, proposés au travers des divers intervenants énumérés plus haut, une nouvelle activité tend également à se développer : le recensement de l'existant et les études comparatives. A cet égard il faut citer le travail mené par l'ILRI[40] [Lenselink, 1992], la FAO [FAO, 1993] et dans une moindre mesure l'ICID, la parution d'un bulletin d'information IIMI sur les expériences de terrain en adoption de techniques d'information [ITIS, 1994a] ainsi que la tenue de conférences sur des thèmes connexes (conférence IIMI-Cemagref en 1992 sur l'utilisation des modèles mathématiques de simulation pour la gestion des canaux [Cemagref, 1992], conférence ASCE sur l'utilisation des techniques d'information pour gérer les ressources naturelles [Heatwole, 1993], conférence IIMI sur les systèmes d'information dans les systèmes gérés par les agriculteurs [Lauraya, 1994]...). Les conclusions de ces travaux de synthèse sont généralement négatives ; "there is a surprisingly small number of irrigation programs that are up to standard, complete, available, quickly to learn and easy to use for irrigation managers" <25> [Lenselink, 1992] ; dans le domaine de la simulation hydraulique, les programmes sont jugés "in no way shape or form comparable to standard, user friendly microcomputer softwares" <26> [ASCE, 1993]. A ces réserves sur la qualité intrinsèque des produits s'en ajoutent d'autres, plus fondamentales, ayant trait à leur réel impact sur les activités des décideurs et donc l'efficacité résultante du système de décision.

En 1993, l'IIMI conduisit à son tour une revue des expériences de terrain de l'institut où l'utilisation d'un logiciel d'aide à la décision avait été encouragée [Rey, 1993a], [Oskam, 1994]. Une vingtaine de logiciels furent recensés, introduits dans le but de faciliter, directement ou indirectement, la

[40] International institute for land reclamation and improvement.

prise de l'une des trois grandes décisions de pilotage. La relative faiblesse des grilles d'évaluation disponibles pour juger du succès ou de l'échec de l'introduction d'un outil d'aide à la décision, mentionnée par de nombreux auteurs dont [Keen, 1981] et [Adelman, 1992], rend difficiles des avis trop péremptoires ; néanmoins, les constats réalisés en matière d'appropriation des outils par leurs utilisateurs désignés et la poursuite de l'utilisation des logiciels après la fin des programmes d'assistance technique accompagnant dans la plupart des cas leur installation, tendent à prouver que les bénéfices retirés de l'AD[41] en irrigation restent faibles. Plusieurs raisons à cela. Dans certains cas, un mauvais diagnostic des processus de décision, ou son absence, conduit à proposer un outil en décalage total par rapport aux pratiques et moyens en vigueur dans le périmètre cible ; ce fut en partie le cas pour le logiciel INCA introduit en 1992 sur le périmètre de Inginimitiya au Sri-Lanka ; ce logiciel, relativement sophistiqué, permet de traiter les décisions de planification et dans une certaine mesure de programmation ; remis au gestionnaire "officiel", l'ingénieur en charge du département d'irrigation, il ne put être vraiment utilisé pour aucune de ces deux décisions ; la première, très politique, dépendant d'une négociation entre organisations d'agriculteurs et le gestionnaire, ne relevait pas exclusivement de la démarche prescriptive d'économie d'eau du logiciel ; la deuxième, plus opérationnelle, n'aurait pu bénéficier de l'apport de "l'algorithmique" que dans le cadre d'une gestion fine, où un système de collecte de données fiables, fréquemment relevées et transmises, aurait permis de suivre l'évolution des paramètres hydriques pris en compte par le logiciel. Outil en somme inadapté tout à la fois au contexte institutionnel (premier volet) et technologique (second volet). Résultat : un micro-ordinateur sans véritable raison d'être, créant plus de problèmes qu'il n'en résout, quelques utilisateurs certes satisfaits qu'on se soit intéressé à leur sort mais laissés, au final, sans trop d'illusions vis-à-vis du discours commercial de l'aide à la décision par logiciel interposé [Murray-Rust, 1993d].

Un sort similaire fut réservé à un certain nombre d'autres logiciels, n'ayant pu "accrocher" le management des systèmes où ils étaient introduits... On pourrait encore citer des travaux trop académiques comme l'utilisation d'un logiciel de simulation hydraulique pour déterminer des priorités de maintenance sur les canaux au Pakistan [Bhutta, 1993]. Dans certains cas, des projets affichant initialement des ambitions opérationnelles sont contraints de se replier derrière une argumentation "pédagogique" pour trouver un cadre d'application plus adapté aux outils proposés ; c'est un peu le cas d'un logiciel intégré (logiciel PDM), permettant la simulation des processus d'échanges hydriques entre le système de canaux, la nappe et les plantes, développé par Utah State University sur crédits USAID en Egypte (donc support aux décisions "programmation des irrigations" et "plan de manoeuvres") ; la prise en compte des phénomènes, complexes et dynamiques, nécessiterait un effort très important en collecte de données pour rendre l'outil opérationnel, très au-delà, en tout cas, des capacités des gestionnaires du système ; on prévoit donc de se limiter à une zone test, modèle, pour des objectifs de formation.

Quelques remarques générales ressortant également de cette revue : (a) les outils qui ne permettent pas de reproduire à l'identique le processus de prise de décision dans la situation antérieure à leur introduction reçoivent peu d'adhésion ; il est important pour les développeurs externes de bâtir sur l'existant et de convaincre par la comparaison ; (b) les situations en irrigation sont souvent spécifiques et un grand degré de flexibilité est nécessaire pour qu'un logiciel puisse être transféré en l'état d'un système à un autre ; (c) il est frappant de constater que beaucoup d'outils ne peuvent être mis en oeuvre sans un effort très important pour fiabiliser ou même créer les systèmes de collecte et de transmission de données requis ; ce qui tend à prouver qu'un décalage sérieux existe entre le degré et le type de "rationalité" du management présupposé par ces outils, et donc la formation qu'on juge bon de donner à ceux qui les mettent en oeuvre, et la réalité du terrain ; (d) dans tous les cas, l'implication des destinataires au processus de développement, si elle n'est pas garante de succès pour autant, apparaît comme un "must" pour la durabilité des interventions ; on mentionnera pour finir que (e) l'explicitation claire et partagée par les bénéficiaires du "pourquoi" des interventions reste évidemment une condition sine qua non pour espérer un succès. Trop d'interventions exogènes ne s'appuyant pas sur un cadre de performance, en bref, ne participant pas du déploiement interne d'une stratégie par les gestionnaires des périmètres, ne trouvent rigoureusement aucun écho autre qu'une curiosité parfois naturelle mais toujours passagère.

[41] Aide à la décision.

Ce qui est finalement mis en cause, à travers ces constats, est l'impuissance relative des interventions exogènes menées sur les périmètres à faire passer des outils permettant de déployer, à travers les hommes et les décisions de pilotage qu'ils prennent, des objectifs de performance ou de qualité. Il faut ici apporter une précision ; les synthèses et revues disponibles auxquelles on s'est référé sont incontestablement biaisées en direction des interventions "lisibles" par la communauté des intervenants externes (chercheurs, bailleurs de fonds), donc essentiellement générées ou suscitées par elle. Il existe un certain nombre d'initiatives, menées par les gestionnaires de périmètres développant "leur" feuille de calcul, "leur" base de données pour répondre aux besoins qu'ils ressentent, qui sont, elles, assez mal documentées ; dans ces initiatives sont à prendre en compte à la fois des réalisations très modestes et d'autres très ambitieuses comme les logiciels de gestion utilisés sur certains gros périmètres de pays développés (système du Bas-Rhône Languedoc en France où la maintenance est informatisée ; outils de gestion de la distribution de l'eau de la Société du canal de Provence ou de la Companie d'aménagement des coteaux de Gascogne, des districts US comme Imperial valley...). On peut néanmoins avancer sans crainte de se tromper que ces initiatives sont assez peu nombreuses (l'esprit Kaizen d'amélioration permanente des tâches de chacun reste à diffuser à grande échelle en irrigation...) et souvent difficiles à transférer hors de leur site d'origine. Quoi qu'il en soit, leur recensement et leur diffusion représentent sans doute aujourd'hui l'une des voies les plus crédibles de progrès rapide.

3.3.3.3.Tendance "modernisation des institutions".

"Changer les institutions"

Tout ce qui précède incite à penser qu'il s'agit bien là d'un problème clé : spécificité de l'interface producteur d'eau maîtrisée/producteur de biens agricoles due à l'ambiguïté de leurs rapports institutionnels, déploiement d'objectifs imposés par des pouvoirs réglementaires de tutelle, un label de bien public attaché à l'eau d'irrigation alors qu'apparaissent des exigences de productivité et de rentabilité... Le débat a déjà été largement entamé aux chapitres précédents ; changer les institutions revient tout simplement à changer les règles du jeu qui sont le substrat des relations entre les acteurs de l'organisation : contrats, statut, hiérarchie, droits d'usage, recours juridiques... Comme pour les machines et les hommes, on fera tout d'abord un tour d'horizon rapide des innovations proposées en matière d'institutions avant de les resituer au sein de leur raison d'être : créer des structures organisationnelles adaptées au déploiement des objectifs stratégiques.

Les changements institutionnels du type "restructuration interne" (changement de hiérarchie...) ne seront pas discutés ; on se limitera à l'évocation d'une classe de changements d'ordre supérieur et largement dominante dans les interventions recensées : l'intrusion du secteur privé dans la gestion des périmètres et les évolutions majeures y afférant. Que ce soit pour des configurations de type A, A' ou même B' au sens de Huppert, le credo des années 80 est sans surprise en phase avec les autres branches de l'économie : *retrait du secteur public*. Très schématiquement : (a) le fonctionnement des agences publiques d'irrigation est jugé non performant et trop coûteux pour des finances publiques en quête d'économies ; (b) l'examen des petits périmètres de type B, qui représentent une part non négligeable des superficies irriguées tend à suggérer, en première lecture, que la gestion "privée" a réussi, au moins aussi bien que la gestion publique [Johnson, 1995] ; enfin, (c) on estime que la pression sur la ressource en eau impose, comme précédemment évoqué, d'instiller plus d'arbitrage économique au sein du jeu de l'offre et de la demande en eau. Ce retrait du secteur public suppose implicitement son remplacement par d'autres acteurs : les agriculteurs ou d'autres acteurs privés. La première option a été largement encouragée dans le secteur de l'irrigation, ce qui a nécessité l'apparition d'un deuxième credo : *l'organisation des agriculteurs en associations*. La possibilité d'un passage du public "subventionné" au privé en quête de rentabilité laisse supposer que les usagers "efficaces" (donc devant être encouragés, selon la logique micro-économique) des systèmes irrigués sont prêts à payer les produits et services qu'ils reçoivent à un prix au moins voisin de leur coût de production (exploitation et maintenance des systèmes, provisions pour réhabilitation, sans parler de remboursement des investissements initiaux

pour la construction) ; ceci afin de contrecarrer la spirale infernale souvent évoquée pour expliquer la dégradation du service public : de mauvaises prestations entraînant une certaine résistance à payer les redevances ce qui, en diminuant les entrées de l'Etat, entraîne à son tour une diminution de la qualité des produits et services ; argument cristallisé dans un troisième credo : *lier la tarification de l'eau aux coûts d'exploitation*.[42]

Retrait du secteur public, organisation des agriculteurs, tarification de l'eau : à des degrés divers ces trois classes de règles du jeu ont été modifiées. Tous les **niveaux de transfert** de responsabilité entre agences publiques et exploitants privés peuvent être observés : privatisation totale au profit des agriculteurs ou d'investisseurs privés (Nouvelle Zélande), ce qui correspond à la fois à un changement d'actionnaires et d'exploitants ; transfert limité à l'exploitation du système, ou d'une partie de celui-ci, à un exploitant privé (large mouvement de transfert de l'exploitation et de la maintenance des canaux secondaires vers les associations d'agriculteurs sur des "gros systèmes", transfert total de "petits systèmes" en Colombie, Indonésie...) ; transfert d'une partie des responsabilités d'exploitation aux associations d'agriculteurs (participent aux décisions de gestion, recouvrent les redevances avec un intéressement comme au Nigéria...).

Le premier credo, retrait du secteur public, procède en fait d'un large processus de changement institutionnel : la déréglementation ; "le mouvement dérèglementaire, selon les secteurs et selon les pays, conjugue différemment trois processus : le transfert de droits de propriété du secteur public vers le secteur privé, la privatisation ; l'ouverture à la concurrence de marchés précédemment monopolistiques ou étroitement oligopolistiques, la libéralisation ; enfin, la modification des mécanismes réglementaires mis en oeuvre pour contrôler ces marchés, la dérèglementation (ou transrèglementation) proprement dite" [Curien, 1994]. Les débats, concernant les mérites comparés et les modalités de ces évolutions générales ne sont pas tranchés, en irrigation pas plus que dans les autres secteurs considérés comme apparentés à la même famille d'activité : les "réseaux de service public" [Stoffaes, 1995]. La contribution des économistes à ces débats devient cruciale pour peser avantages et inconvénients de telle ou telle solution institutionnelle en fonction des caractéristiques propres de l'activité considérée (externalités, conséquences des orientations choisies à long terme, prise en compte d'héritages historiques et socio-économiques...). Ce travail de lecture des spécificités et de transcription normative des acquis théoriques fut amorcé en irrigation par Vermillion ; il est plus détaillé (en ce qui concerne les difficultés techniques, non les difficultés sociales) que les remarques liminaires empruntées à Seckler pour mettre en garde contre une lecture exclusive en terme de marché de l'interface producteur d'eau maîtrisée/producteur de biens agricoles ; son argumentaire met en évidence neuf points d'achoppement pour la déréglementation en irrigation :

"(1) Irrigation has extensive and varied kinds of externalities (salinity, waterlogging, inequity) which originate from group and individual actions.

(2) While the demand for amounts and timing of water deliveries normally varies by individual, it is often difficult or impossible to measure and assign charges for deliveries at the individual level (unlike electricity or municipal water supply). Water often flows between fields. Farmers often use more than one water source. More often than not, in the developing countries, 'the transaction cost' of measuring and pricing water deliveries would exceed the benefits, even if the technical and practical constraints could be overcome.

(3) Irrigation involves a profound managerial challenge of matching complex demands for water with constraints in supply and delivery. This often makes it difficult to define and achieve equity. To be effective, matching variable demands and supplies generally requires some amount of local control and collective information use.

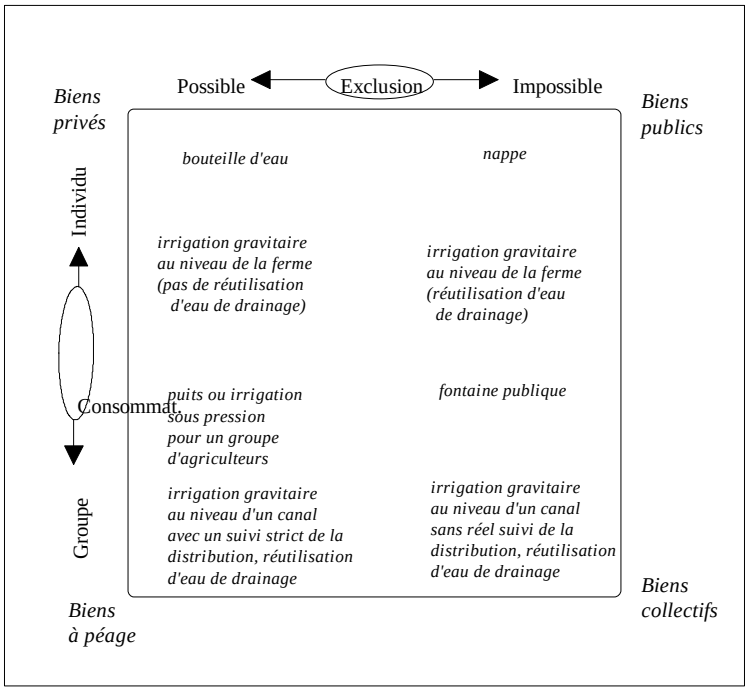
(4) Maintenance problems frequently have unequal and indirect effects on water users. The link between payer and beneficiary is vague where irrigation fees are not based on real needs at the system level. The ability to collect fees and maintain systems properly may be difficult where farmers do not help set maintenace priorities. And it is often difficult to exclude non paying free riders from O&M services.

[42] On ne cherchera pas ici à être plus précis quant aux outils économiques à mettre en oeuvre pour clarifier les notions de coûts (coût marginal, coût marginal de long terme...).

(5) Irrigation often has extensive indirect and variable forms of subsidization and taxation by governments, markets and powerful interests.
(6) Irrigation systems often approximate natural monopolies, where only one organization at a time can deliver operational and maintenance services.
(7) In many environments the economic value of irrigation water, is low enough to constrain the range of viable management alternatives.
(8) Poorly developed land tenure, water rights, regulatory supports and non governmental management institutions often constrain private-sector alternatives.
(9) Resistant bureaucracies lack incentives to reorient themselves for turnover and for post-turnover roles."

<27> [Vermillion, 1991]

Ces différents points s'appliquent à des degrés divers en fonction des caractéristiques techniques et sociales des périmètres considérés. Vermillion effectue une première typologie en fonction des modes d'accès à l'eau ("joint or individual consumption") et de la possibilité d'exclure des consommateurs indésirables ("exclusion")



(d'après [Vermillion, 1991])

Figure 25. Typologie des modes d'accès à la ressource en eau

Son utilisation de cette typologie, intrinsèquement intéressante, se limite néanmoins à des indications assez générales sur l'importance relative des neufs points ou sur l'émergence de solutions institutionnelles "adaptées". "Diverse environmental factors, gradual trial and error experiments and negotiating lead to the emergence of site specific institutional forms, which continue to evolve over time. (...) The variety of situational factors and potential institutional outcomes make the development of specific arrangements in given settings essentially unpredictable" <28> [Vermillion, 1991].

Il semble bien que les attitudes normatives, à l'oeuvre notamment sous l'impulsion des bailleurs de fonds, ne puissent pas encore s'appuyer sur un corpus de connaissances descriptives suffisant pour adopter un discours péremptoire. Ceci résulte pour une bonne part, comme le souligne Vermillion, de l'extrême diversité des situations.

En tout état de cause, que ce soit pour le retrait du secteur public, la promotion d'organisations d'agriculteurs ou la tarification, nombre d'auteurs mettent en garde contre les amalgames et les solutions trop simplistes ; expérience asiatique : "To some degree the idea of Water User Associations has been derived by analogy from what are perceived to be the organizations of small indigenous and traditional irrigation systems (...). There are serious problems with the analogy, however. Transferability to the very

different social environments posed by the large bureaucratic systems has simply been assumed" <29> [Hunt, 1989] ; expérience africaine : "Peut-on faire évoluer les sociétés traditionnelles? Faut-il persévérer dans la recherche d'adaptation des coopératives au contexte socio-culturel de nos pays ? Quel cadre administratif et juridique faut-il créer ? Quel environnement économique faut-il mettre en place ? Quels formation et appui faut-il dispenser pour concilier un monde rural traditionnel, divers et hétérogène avec les impératifs d'une structure moderne de gestion ? Les textes officiels actuels qui président à la création et au fonctionnement des organisations paysannes sont nombreux, parfois contradictoires, souvent méconnus. Ils doivent être revus et harmonisés pour devenir les fondements concrets des organisations paysannes responsables des aménagements agricoles" [Legoupil, 1992].

En ce qui concerne les **processus de changement** vers l'organisation des usagers et le transfert de responsabilités opérationnelles par les agences publiques, toutes les écoles sont représentées : évolution rapide et directive pilotée par le pouvoir politique (Mexique) ou évolution par étapes et participatives (Sri-Lanka) ; dans ce dernier pays, l'IIMI fut associé à un vaste projet de concertation entre agences publiques et agriculteurs (programme IMPSA[43] financé par l'USAID, [Merrey, 1991]) qui déboucha sur des propositions réglementaires, soumises au gouvernement pour permettre la mise en place d'un cadre institutionnel "performant" pour l'agriculture irriguée du pays (droits des associations d'agriculteurs, redéfinition des missions des agences publiques, politique d'incitations pour la diversification des cultures). Après un processus de maturation et un déroulement exemplaires, ce programme eut beaucoup de mal à déboucher sur l'adoption de mesures concrètes à partir des orientations recommandées. Des acteurs clés du processus décisionnel, les politiques, sans doute insuffisamment associés à l'élaboration des propositions, relancèrent le débat sur les grandes orientations préconisées, rappelant en cela le caractère très "sensible" des changements institutionnels et le rôle joué par le pouvoir politique en la matière.

Au final, pas de typologie claire des voies d'amélioration possibles en fonction du type de système socio-technico-économique considéré, mais l'évidence d'un vaste mouvement de transfert de responsabilités d'opérateurs publics vers des opérateurs privés pour des soucis explicites de rentabilité et, implicitement, de credo idéologique.

"Changer l'utilisation des institutions : structures organisationnelles."

"Utiliser" les institutions consiste à finaliser leur rôle dans l'élaboration de structures organisationnelles performantes. La valeur ajoutée créée par des institutions adaptées peut se mesurer à l'aune de la "motivation" engendrée au sein de l'organisation à laquelle elles s'appliquent. Il est un peu singulier de parler, comme annoncé plus haut, de "valorisation des institutions" ; toutefois, dans le cadre des définitions adoptées, les institutions, au même titre que les machines ou les hommes, ont un rôle à jouer dans l'accomplissement des objectifs stratégiques. Une fois un "potentiel" créé du fait de l'existence d'un cadre institutionnel particulier, il faut en tirer le meilleur parti en fonction de la stratégie de l'organisation. Tout comme entre "machines" et "processus de production" ou entre "hommes" et "prises de décisions de pilotage", la dialectique entre "institutions" et "structures organisationnelles" requises est complexe ; on peut tout autant remettre en cause des institutions dans le but d'obtenir certaines structures organisationnelles que tirer le meilleur parti d'institutions existantes pour infléchir des stuctures organisationnelles. Le processus de production, les prises de décisions de pilotage et les structures organisationnelles relèvent du monde de la gestion, ils hébergent le déploiement de la stratégie, le pilotage de la performance.

Tous les êtres étranges comme les configurations décrites par Mintzberg, les états "décalés" de Riveline, les types de Huppert, les systèmes fonctionnels de Perry laissent une "empreinte" différente sur le domaine révélateur des structures organisationnelles... ; elle se caractérise par divers degrés de décentralisation, de responsabilisation, de relations de pouvoir, de recours à la négociation pour la résolution des conflits, d'autonomie financière, de participation... C'est par elle que l'on peut faire passer, ou pas, des notions de droits, de culture d'entreprise, de qualité totale ou d'esprit d'innovation.

[43] Irrigation management policy support activity.

La "valorisation des règles du jeu" permet de tirer l'organisation vers tel ou tel état d'équilibre en accord avec des objectifs stratégiques. Jeu délicat et complexe. Le pari de la privatisation consiste, par exemple, à créer des règles du jeu qui peuvent être valorisées par des structures organisationnelles qui privilégient l'initiative, la rentabilité des activités mais, ce faisant, pas nécessairement celles de bien-être social ou "d'efficacité allocative".

Si l'on veut éviter la caricature, il est semble-t-il un peu tôt pour s'engager plus avant sur la description des nouvelles structures organisationnelles créées par les changements institutionnels introduits au cours des dernières années dans le monde de l'irrigation.

3.4. Quel levier proposer ?

3.4.1. Deux choix.

3.4.1.1.Un point d'ancrage : représentation du système de pilotage.

L'examen partiel des spécificités du système "périmètre irrigué" par rapport à une entreprise industrielle mené au paragraphe 2.3. laisse soupçonner que les liens entre processus de production d'eau maîtrisée, décisions de pilotage et structures organisationnelles sont non triviaux. Les décisions doivent en effet s'effectuer sur un processus de production complexe et peu souple, en intégrant une dimension de risque due aux difficultés d'approvisionnement. La nature des relations entre les acteurs clés du périmètre, gestionnaire et agriculteurs, entraîne souvent l'absence d'indicateurs de marché aux interfaces de gestion, ce qui rend nécessaire la prise en compte d'autres critères de décision et implique vraisemblablement des mécanismes de décision transversaux : négociations, arbitrages, contrats... entre tous les acteurs.

Dans ce contexte très systémique, les sources potentielles de dysfonctionnement du système de production d'eau maîtrisée du périmètre irrigué ne manquent pas.

On peut chercher à changer les processus de production par une "utilisation" différente des machines, changer les prises de décisions de pilotage par une "utilisation" différente des hommes, les structures organisationnelles par une "utilisation" différente des institutions... Ces approches visent à forcer un changement de morphologie sur un organisme dont on a souvent mal mesuré la cohérence et la vivacité du système nerveux. L'une des leçons bien connue, mais souvent occultée, que rappelle l'examen des expériences passées, procède précisément de cette inaptitude patente qu'ont les interventions partielles, ou prenant mal en compte les logiques globales de gestion à travers toutes les dimensions explicatives, à atteindre durablement les objectifs qu'on leur avait assignés. Faire l'économie d'un examen approfondi du *système de pilotage*, explicitement ou implicitement à l'oeuvre dans l'organisation traitée, revient à oublier trop vite que les morphologies existantes et souhaitées de cette organisation ne sont que des états d'équilibre dynamique, structures dissipatives sous-tendues et déterminées, justement, par ce système de pilotage.

Faire le détour par le système de pilotage permet de mieux comprendre les forces qui maintiennent en l'état les choix de l'organisation (volontaristes, hérités de l'histoire...) en matière de processus de production, de prises de décisions de pilotage et de structures organisationnelles, *avant de les remettre en cause*. Si ces forces ne sont pas suffisamment prises en compte lors d'une intervention, les vraies causes de dysfonctionnement ne pourront vraisemblablement pas être traitées. Pour ce faire, il faut mettre au point un mode de lecture du système de production d'eau maîtrisée fondé sur son système de pilotage qui traduise explicitement, autant que faire ce peut, les liens finalisés entre processus de production, décisions de pilotage et structures organisationnelles. On appellera ce mode de lecture **"représentation du système de pilotage".**

On notera au passage que le terme de "système de pilotage" est ici employé dans un sens où certains auteurs jugeraient bon de préciser "système de pilotage de la performance" voire "de la performance pour la production" ; ces qualificatifs ne semblent pas nécessaires dans la mesure où l'on s'est clairement placé dans une optique "système de production d'eau maîtrisée" et où l'on a spécifié

que l'objet de la gestion, ou pilotage, était ici précisément et exclusivement défini comme le déploiement d'une "interprétation performance".

Cette représentation constituera donc un *point d'ancrage* pour l'intervention et évitera à l'intervenant de se tourner trop vite vers les machines, les hommes ou les institutions.

"On peut difficilement agir avec profit sur des causes de dysfonctionnement sans connaître leurs liens systémiques avec ces dysfonctionnements" [La Palice, 1525].

3.4.1.2.Une démarche : réanimer le système de pilotage.

L'examen des expériences passées visant à améliorer le système de production d'eau maîtrisée sur les périmètres irrigués (tendances "machines", "hommes" ou "institutions") a donc suggéré qu'un défaut d'analyse globale est à la source de nombreux problèmes rencontrés lors de ces interventions : certains objectifs stratégiques devant être mieux atteints après intervention qu'avant ne l'étaient pas forcément. On a proposé de prendre en compte cette carence en appréhendant le système par l'intermédiaire d'une vision intégrée des liens entre objectifs stratégiques et système de production : le système de pilotage. Il ne s'agit là bien sûr que d'un point d'ancrage et en aucun cas, pour l'instant, d'une démarche d'intervention.

Ces mêmes expériences passées livrent un deuxième enseignement : les interventions exogènes, sans réelle implication des acteurs ont de faibles chances "d'accrocher" le management des systèmes. Force est de constater que l'analyse des dysfonctionnements, la recherche de leurs causes et la mise au point de solutions pour y remédier, gagnent énormément à être conduites sous la forme d'un exercice très participatif. Il n'y a là qu'une évidence largement partagée et donc rien de très mystérieux ; et pourtant, l'examen des modes d'interventions généralement suivis révèle que le mot participatif prend, selon les intervenants, des significations très différentes.

L'objectif vers lequel il faut tendre consiste à mettre au point une *démarche d'intervention* précisant les **modalités participatives** d'un **diagnostic** des causes de dysfonctionnements (révélés par de mauvais résultats par rapport aux objectifs stratégiques) et d'un **traitement** de ces causes. On verra que le choix du point d'ancrage permet de construire cette démarche autour de l'analyse des faiblesses du système de pilotage, de leurs causes et des moyens à mettre en oeuvre pour **"réanimer" ce système de pilotage**.

Attention, focalisation restrictive numéro trois !

Pas de faux espoirs... Si poser le cadre d'un diagnostic global est un passage obligé auquel il faut satisfaire, aborder de façon "normative" l'explicitation et le traitement de causes liées aux machines, aux hommes et aux institutions est une gageure et on ne peut se risquer très loin sur ce chemin. C'est donc essentiellement une **démarche "ouverte" d'amélioration du système de production d'eau maîtrisée** qui dera déclinée dans la suite.

3.4.2. Que dit la recherche en gestion ?

3.4.2.1.Sur le point d'ancrage

Le sujet a en quelque sorte déjà été effleuré lors de l'examen du traitement de la performance en irrigation et en industrie. La nécessité d'une représentation globale et "opératoire" pour cibler des interventions sur un système de production est assez largement reconnue.

"La problématique de la représentation est, et restera, à la base de toutes les théories et pratiques concernant les organisations, donc, en particulier, de la théorie et de l'analyse des systèmes ; parler de système consiste déjà à proposer une classe de représentations et pratiquer une analyse de système conduit ensuite à spécifier dans cette classe une représentation particulière" [Mélèse, 1995].

"Si l'on tente d'étudier le système de gestion de production d'une entreprise, on se heurte rapidement à des difficultés dues à la complexité du système qui présente des aspects non seulement techniques, mais aussi économiques, sociaux et humains. Le caractère dynamique du fonctionnement de la production, ainsi que l'étroite imbrication du système d'organisation avec le système physique de production, ajoutent encore de la difficulté à cette étude. Si enfin nous mentionnons les mutations de l'appareil productif dues à l'introduction des nouvelles technologies, on conçoit l'importance de posséder une méthodologie rigoureuse lors de (...) la modélisation du système de production" [Roboam, 1991].

Au chapitre des méthodes de **représentation des systèmes de pilotage** on peut à nouveau signaler des contributions qui mériteront attention : Analyse modulaire des systèmes [Mélèse, 1991], représentation par les activités et processus [Lorino, 1991], marginalement GRAI [Roboam, 1991] et la méthode MERISE pour l'analyse des systèmes d'information [Diviné, 1991].

3.4.2.2.Sur la démarche

"Finalement, on pourrait dire que la représentation que porte en lui-même chaque individu est son lien, son rapport le plus intime avec l'organisation. (...) En bref, une démarche d'intervention dans les organisations consiste à aider les groupes en présence à acquérir le langage et les moyens leur permettant d'expliciter leur propre représentation de l'organisation dans son environnement et de comprendre les représentations des autres groupes ; puis à engager la confrontation de ces représentations en un processus d'équilibration et d'évolution tout à la fois de l'organisation et de ses représentations" [Mélèse, 1995].

En résonance avec les nombreuses mises en garde des chercheurs en gestion des entreprises contre les douces illusions des experts et les amères désillusions suivant l'introduction forcée d'outils exogènes, cette citation de Mélèse met parfaitement en perspective la tâche qui attend les intervenants du monde de l'irrigation s'ils ne veulent répéter les erreurs commises dans le milieu industriel.

Les méthodes ayant vu le jour chez les consultants en entreprise au vu de ce constat fournissent quelques pistes intéressantes à explorer, sur le **diagnostic** (analyses de criticité, importance des représentations, du système de pilotage [Lorino, 1991]), sur les **modes d'intervention** (implication des acteurs, notion de mythe rationnel [Molet, 1983]) et sur la nature ou plus exactement la **portée potentielle des interventions** (mise à plat globale, ré-ingénierie [Hammer, 1993]).

Ce dernier volet appelle quelques commentaires. La littérature en management tend à suggérer l'existence d'une incompatibilité irréductible entre des interventions promouvant des améliorations locales et graduelles (approches de type Kaizen) et des interventions affichant clairement dans leur principe la possibilité de remises en cause globales et radicales (essence de l'approche par ré-ingénierie). Au-delà de la "médiatisation" d'une indéniable opposition de fond, une certaine forme de complémentarité doit cependant être reconnue ; les deux points de vue procèdent en effet avant tout de choix de niveaux d'intervention différents et ne sont en aucun cas exclusifs ; une approche de type ré-ingénierie (nécessairement limitée dans le temps) permet d'envisager la reconfiguration d'un système de production et donc d'ouvrir une période transitoire de changements d'une ampleur potentiellement comparable à celle d'une période "d'ingénierie" de conception ; une approche de type Kaizen permet de maintenir un processus d'amélioration permanent, sur chaque opération élémentaire, en période de régime "quasi-stationnaire" quant à la configuration générale de ce système de production. En bref, il n'est bien évidemment pas défendu de faire du Kaizen avant et après avoir suscité un changement majeur comme, par exemple, l'installation d'un système Kanban. Le débat se résume en fait à l'opportunité de "reconfigurations" ou tout au moins à l'opportunité de les envisager sérieusement dans tel ou tel contexte, à telle ou telle échelle de temps : si le Kaizen ne fait pas de mal, la question est bien en fait de savoir quand la ré-ingénierie peut faire du bien.

L'analyse "industrielle" des périmètres irrigués a mis en évidence l'importance du pilotage global sur ces systèmes, sa difficulté et son manque relatif de formalisation ; l'examen d'interventions passées permit d'insister également sur la nécessité d'approches transversales et participatives... on défendra

plus bas le point de vue suivant : dans ce type de contexte, la perspective naturelle à adopter par un intervenant mandaté pour susciter des améliorations de performance est une perspective de type "ré-ingénierie".

Il faut noter que les démarches d'amélioration initiées à partir des méthodes de représentation industrielles citées plus haut (AMS, GRAI, ABM) ont peu été utilisées pour traiter des problèmes institutionnels (tels qu'on les a abordés) et ne touchent qu'indirectement à l'amélioration du système physique (elles prennent en compte ces deux aspects comme contraintes). Ceci pourrait passer pour une "non-neutralité" des références choisies et refléter le biais, reconnu précédemment, en faveur des démarches d'amélioration concrétisables, in fine, par un traitement des prises de décision et donc classées dans la rubrique (hommes, prises de décision de pilotage) de notre revue. On verra que ce type de représentation n'entraîne en fait aucune restriction en ce qui concerne la démarche de diagnostic et donc (au risque d'être un peu répétitif) que cette "non-neutralité" apparente reste tolérable.

Pour ce qui est de la "réanimation" du système de pilotage, faisant suite au diagnostic de ses faiblesses et permise par le traitement des causes de celles-ci, on peut bien sûr faire appel de façon ciblée aux technologies de l'information (informatique, communications, mesures), aux vertus reconnues de catalyseurs et largement utilisées en milieu industriel.

3.5. Thesis ex machina

Tout ceci (et sans doute bien d'autres choses) amène à exprimer la thèse suivante :

Sans "ré-ingénierie" du système de pilotage, les interventions visant à améliorer la production "d'eau maîtrisée" dans un périmètre irrigué ont toutes les chances d'être non pertinentes et non durables.

Après une description détaillée de l'intervention particulière menée sur le périmètre de Kirindi-Oya, on s'efforcera dans le chapitre 4 de préciser et de justifier les deux choix énoncés (point d'ancrage, démarche), dans un cadre général. La mise au point et l'examen d'une représentation relativement générique du système de pilotage d'un périmètre permettra dans un premier temps de confirmer le bien-fondé d'approches globales pour traiter des problèmes de performance sur les périmètres. On posera ensuite les principes d'une démarche d'intervention s'appuyant sur cette représentation.

...Les thèses sont d'un naturel craintif, une fois exprimées, elles veulent qu'on les défende.

Chapitre 4

RE-INGENIERIE DU SYSTEME DE PILOTAGE

Résumé

La défense de la thèse passe par la mise au point d'un mode de représentation générique du système de pilotage de la production "d'eau maîtrisée" sur un périmètre irrigué. Cette étape permet d'émettre des réserves sur la pertinence d'interventions qui n'aborderaient pas la problématique du pilotage de façon globale. Utilisé dans un cadre de diagnostic, le mode de représentation obtenu permet en outre de faire le lien entre les faiblesses techniques du système de pilotage représenté, qui trahissent des difficultés à déployer certains objectifs stratégiques, et des carences plus profondes du système de production, à l'origine de ces faiblesses. Au-delà du diagnostic il est alors possible d'énoncer les principes d'une théorie sommaire de l'intervention sur les périmètres irrigués, présentant quelques garanties de durabilité. L'accent est mis sur la nécessité de mobiliser les acteurs autour du projet d'amélioration de leur système en les associant de façon opérationnelle à l'étape de représentation et en ouvrant ainsi la voie à une mise à plat "participative" du système de pilotage pouvant entraîner sa reconfiguration. Cette démarche fait quelques emprunts, sans doute encore trop timides, aux outils utilisés pour conduire des interventions globales sur les systèmes de production industriels : le contrôle de gestion stratégique, l'analyse des systèmes d'information et la ré-ingénierie.

4.1. Expérience concrète avec le patient Kirindi-Oya

"During the phase 2 study, the Simulation Modelling Project was introduced in the Right Bank Main Canal with assistance from the French Government. The study group improved existing procedures for data collection, communication and analysis of daily discharges in strategic locations along main canals (gated regulators) and at main canal offtakes. It is important to note that displaying target and actual discharges have made system managers more sensitive to water conditions in the field and have encouraged them to take immediate remedial measures. This needs very effective communication between the operation centers, field units and central management body. Communications between the field units and operation centers were established through messengers and the link between the operation center and the management body is being done by telephone. During the research period, daily discharge calculation was done and the practice is being carried out even now. Also, system managers compute cumulative water consumption in each tract and these figures are compared with the targets. All these activities have contributed to water management efficiency and during the past few years water consumption has come down drastically. There is no doubt that performance can be further improved by managing the system more technically and systematically.

The other important impact is the improvement in the quality of operations carried out by the lower level agency staff. These operators were trained to read, record, communicate, receive feedback and to reajust gate settings. It has now become fairly easy for operators to operate the system using only a minimum number of adjustments. Farmers too are of the opinion that the services supplied by the ID has improved" <30> [Karunasena, 1994].

Cette note, rédigée par le gestionnaire du périmètre de Kirindi-Oya en 1994, n'est pas extraite d'un rapport au bailleur de fonds pour justifier l'octroi d'un financement supplémentaire; elle est corroborée par d'autres témoignages du management de Kirindi-Oya [Wijesekera, 1994] et par une enquête externe (sommaire) [IIMI SLFO, 1992]. Que traduit-elle ?... Le relatif succès d'une intervention visant à réanimer une partie du système de pilotage du périmètre.

"Pilot projects and "islands of salvation" which are much visited and reported on are influencial, misleading and often not replicable.(...) what research is done is influenced by fashions and funding, who is available to conduct it, and researchability. To offset biases, explore gaps and linkages and achieve balanced

insight is not easy. It requires an open learning process, a concern for understanding the truth, and self-critical introspection" <31> [Chambers, 1988].

Pour tous ceux qui veulent ou doivent croire aux conclusions rapides, Chambers rappelle le caractère extrêmement conditionnel des enseignements à tirer "d'expériences pilotes" ; la littérature sur ce type d'interventions procède bien évidemment, et malgré toutes les précautions d'usage, d'un exercice de relecture des faits, inévitablement soumis au filtre déformant des biais et des intentions du narrateur, bien incapable d'appréhender l'ensemble des déterminants qui ont conduit les protagonistes jusqu'au dénouement. Toutefois, même difficilement reproductibles, ces expériences ont le mérite d'exprimer, à travers ce dénouement, un "état potentiel" pour tout système d'un type voisin de celui auquel elles se sont appliquées, constituant en cela une référence de résultat sinon tout à fait de méthode d'intervention. De plus, certaines histoires sont finalement assez convaincantes et ont une chance d'accéder au monde de la réalité par l'influence qu'elles exercent sur ceux à qui elles sont rapportées. Bref et sans ambages, il était une fois un modèle de simulation hydraulique à Kirindi-Oya...

4.1.1. Une phase de flou non artistique.

Comme suggéré en introduction, le premier cheval de ce qu'on ne nommait pas encore Troie, le logiciel RBMC, permit de passer l'enceinte mais pas de prendre la ville. Avec le recul, ce premier assaut infructueux joua à n'en pas douter un rôle tout à fait capital pour la poursuite des opérations : même réorienté vers plus de pilotage "manuel" et moins d'aide à la décision par simulation, le projet garda bel et bien dans l'esprit des acteurs du périmètre le label de "Simulation Modelling Project".

Cette première intervention voulait explicitement utiliser comme point d'ancrage une prise de décision de pilotage : les plans de manoeuvres sur le canal principal, sans toutefois avoir vraiment mesuré l'incidence de l'introduction d'un outil d'aide à la décision à ce niveau sur le système de pilotage. L'argument retenu, techniquement fondé et rappelé au chapitre 3 consistait à proposer une gestion centralisée des ouvrages en travers du canal pour mieux maîtriser ou éliminer les effets contre-performants de manoeuvres décentralisées et donc non coordonnées. Cette gestion centralisée étant rendue difficile et non intuitive par la complexité des phénomènes hydrauliques sur le canal, un outil de simulation mathématique constituait une voie d'investigation naturelle pour épauler le gestionnaire dans ses prises de décisions. Il est intéressant de noter qu'un ingénieur de bureau d'études visitant le périmètre avant le démarrage du projet RBMC, avait préconisé un point d'ancrage "machines" et suggéré la modification des régulateurs par l'adjonction de longs seuils latéraux permettant de limiter les fluctuations de niveaux d'eau et les manoeuvres de vannes. Autre intervenant, autre vision. Rappelons cependant que la démarche du projet était clairement pilote (sur un canal d'irrigation gérée "manuellement") et que sa justification était tirée de la mise au point et du test d'un logiciel de simulation ; d'autres options d'amélioration n'étaient pas à l'ordre du jour.

Revenons sur : "Sans avoir vraiment mesuré l'incidence sur le système de pilotage...". Suppléant un manque d'outils ou de méthodes à un niveau centralisé, le management s'était déchargé des manoeuvres aux régulateurs auprès des opérateurs de terrain : pour chacun d'entre eux l'objectif, complexe mais clair, était de maintenir constant le niveau d'eau amont du ou des régulateur(s) dont on lui avait confié la charge. Pour ce qui est de l'ouverture et de la fermeture des prises, un mode de gestion également très décentralisée était appliqué, l'opérateur de terrain ayant pour objectif de manoeuvrer les prises de façon à maintenir le niveau d'eau à l'aval de celles-ci au voisinage d'un niveau de consigne. Totale décentralisation de la complexité. Ce système n'impliquait pas de connaissance globale en "temps réel" de l'état hydraulique du système et un contrôle centralisé était effectué de façon ponctuelle et sporadique par le gestionnaire du canal au cours de visites de terrain. Même en fonctionnement de routine (fournitures d'eau régulières en cours de saison), les manoeuvres de réglage non coordonnées sur les régulateurs entraînaient des écarts assez significatifs sur la qualité simple des produits délivrés aux prises [Malaterre, 1989], mais le gestionnaire n'en était informé qu'occasionnellement à travers les plaintes de certains agriculteurs qui remontaient jusqu'à lui. Ce n'est qu'en fonctionnement exceptionnel, comme la mise en eau du canal ou un changement important du débit principal, que le gestionnaire était

directement exposé aux problèmes de prise de décision sur les manoeuvres des ouvrages car il devenait alors impératif de coordonner un minimum l'action des opérateurs (par un va-et-vient en véhicule motorisé le long du canal). Pour résumer, le mode de gestion en vigueur n'avait pas encouragé la mise en place d'un système de communication et de transmission de données de routine entre le gestionnaire et ses opérateurs de terrain. Jusqu'alors peu exposé aux conséquences d'une qualité de service et de produits médiocres, pour des raisons de logique de gestion (décentralisation des opérations sur les ouvrages sans contrôle centralisé) et institutionnelles (agriculteurs relativement désorganisés et sans réel pouvoir de contestation, manque de références pour une gestion pionnière sur un système nouveau et réputé difficile), le gestionnaire du canal fut invité à prendre place devant un écran d'ordinateur.

Il faut ici préciser que l'interlocuteur principal de l'équipe projet RBMC avait été durant la première phase l'ingénieur en charge de la préparation des décisions de pilotage d'allocation et de programmation. Raisonnablement familier avec l'informatique (tableur, traitement de texte, langage Fortran), il témoigna un intérêt authentique pour le projet dès les premiers stades et fut d'un grand secours durant les phases de collecte de la topographie, de la géométrie des ouvrages, de la première campagne de calibration et des premiers pas du modèle à Kirindi-Oya [Sally, 1989]. Néanmoins, il n'était pas le "décideur cible" et ce petit défaut de cadrage dut être corrigé par l'introduction d'un micro-ordinateur dans le bureau du véritable gestionnaire du canal (distant de quelques kilomètres) qui, lui, avait très peu été confronté à des outils informatiques auparavant. On pouvait espérer accrocher son intérêt par l'usage du modèle de simulation pour mieux maîtriser les phases de fonctionnement exceptionnelles où des insuffisances de ses méthodes de gestion lui apparaissaient clairement. Cette première piste de recherche donna lieu à l'écriture de quelques procédures informatisées de calcul d'ouverture de vannes pouvant être ensuite testées à l'aide du modèle de simulation [Rey, 1992]. Même simplifiée, la mise en oeuvre de ces procédures impliquait de connaître l'état hydraulique réel du canal avant intervention (niveaux d'eau, débits, ouvertures de vannes), de passer un temps relativement important à entrer ces données et interpréter les résultats de simulations. L'insuffisance des forces agissant sur le gestionnaire pour l'inciter à améliorer sa gestion ainsi que le coût d'opportunité de son temps firent que cet exercice ne pouvait que rester académique ; il le resta.

Ce faisant, la connaissance partagée sur le canal grandissait et, en même temps, se précisa l'impression, également partagée, que tout effort d'amélioration se heurtait, en premier lieu et de façon quasi triviale, à un manque de connaissance sur ce qui se passait réellement sur le canal entre les visites du gestionnaire. En prétendant aider le gestionnaire du canal à mieux prendre un type de décision qu'il ne prenait pas, le modèle de simulation mit à jour un état de fait relativement embarrassant : les valses de vannes étaient certes interprétées, mais aucun mécanisme n'était en place pour analyser les prestations de chefs de pupitre isolés, les replacer dans une logique globale (d'économie d'eau, pourtant à l'ordre du jour comme mentionné précédemment, ou autre) et donc influer sur le cours de la partition...

4.1.2. Une phase de formalisation et d'action.

En août 91, décision fut prise de forcer la circulation de données sur l'état hydraulique du canal entre le terrain et le gestionnaire et d'installer un système de tableaux de bord. Avec le recul, il s'agissait d'une réorientation majeure : quitter l'aide à la décision pour passer au pilotage de la performance, avec l'espoir que dans ce cadre l'aide à la décision deviendrait plus pertinente...

Cette phase de travail fut des plus passionnantes ; l'impression initiale des ingénieurs du périmètre, abondamment discutée lors de plusieurs réunions officielles, peut être résumée ainsi : "l'utilisation du modèle sans données de terrain fiables et exhaustives s'avère problématique ; nous sommes engagés dans ce projet ; pour faire fonctionner le modèle, contribuons à la mise en place d'un système de mesure et de transmission de données hydrauliques". Ceci valait pour les données... La proposition concernant l'installation de tableaux de bord était moins évidente à justifier ; un ingénieur nous demanda pourquoi nous nous intéressions subitement à cela (sous-entendu : un sujet tout à fait différent de nos préoccupations jusqu'alors) ; le gestionnaire du canal, beaucoup plus sarcastique, nous encouragea à lui fournir un tableau suffisamment grand pour lui permettre de l'utiliser comme cloison de partition dans son bureau... L'intervention se déroula dès lors sur deux fronts : (1) un effort de

formalisation du système de pilotage du canal principal motivé par le souci pédagogique de replacer notre premier point d'ancrage, l'utilisation potentielle du modèle, dans une perspective d'amélioration cohérente de la gestion, impliquant un certain nombre de phases préliminaires dont l'installation de tableaux de bord ; (2) un effort de terrain soutenu, en collaboration avec le management du périmètre, mais suffisamment volontaire pour précipiter la mise en place d'un système d'information durable.

4.1.2.1.A quoi servent ces boîtes ?

Formaliser une architecture de pilotage suffisamment simple pour pouvoir être traduite en des termes "évocateurs" lors de discussions avec des acteurs très différents, tout en restant suffisamment générique pour pouvoir être réutilisée... La problèmatique de la représentation apparaissait. Le cas de figure était cependant assez simplifié : un seul type de décision de pilotage et finalement une seule classe d'acteurs puisque les agriculteurs n'étaient pas directement impliqués dans la prise de cette décision. Le schéma mis au point et discuté est reproduit sans adaptation ci-dessous.

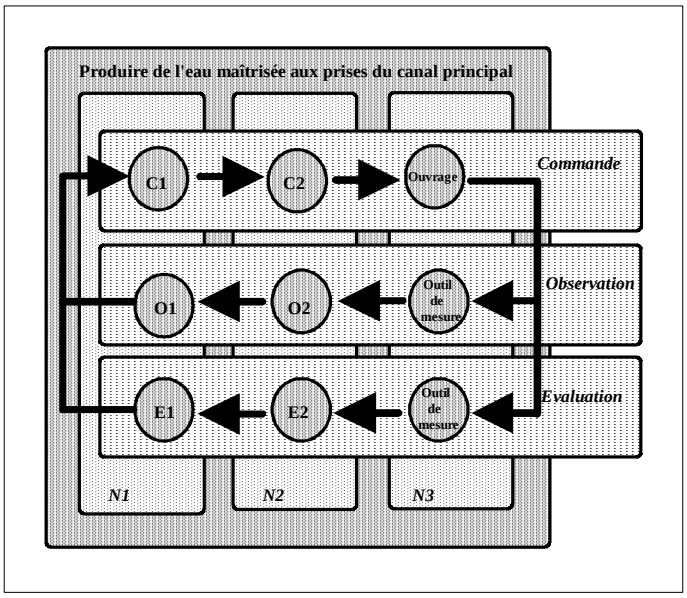


Figure 26. Représentation du système de pilotage du canal principal

Trois **niveaux** avaient été distingués :

N_1 : un niveau de pilote pour l'ensemble du canal.
N_2 : un niveau de pilote pour un groupe d'ouvrages du canal.
N_3 : le système physique, le canal.

Trois **fonctions** avaient été spécifiées, auxquelles étaient affiliés tous les traitements mis en oeuvre par les pilotes :

Une fonction de **COMMANDE**, comprenant les traitements de type C_1 (préciser des objectifs de débits aux prises, coordonner les manoeuvres de vannes en boucle ouverte et en boucle fermée) et de type C_2 (réaliser les manoeuvres demandées par C_1 et effectuer certaines opérations d'ajustement locales).
Une fonction d'**OBSERVATION** comprenant les traitements de type O_2 (collecte de données terrain : niveaux d'eau et ouvertures de vanne à intervalle régulier, analyse locale) et O_1 (stockage et analyse globale de ces données pour faire fonctionner C_1).
Une fonction d'**EVALUATION** comprenant les traitements de type E_2 (collecte de données terrain : manoeuvres de vannes effectuées, analyse locale) et E_1 (stockage et analyse globale de ces données pour faire évoluer C_1).

Dans une perspective de gestion plus centralisée, les traitements de type C_1 revêtaient une importance toute particulière et étaient dévolus au pilote gestionnaire du canal ; ils ne pouvaient néanmoins être envisagés que comme maillons d'une mécanique de pilotage impliquant :

Un ensemble de **communications** pour faire circuler l'information ;

Un ensemble de **traitements** pour la collecte, l'analyse de données et la réalisation des manoeuvres par les opérateurs de terrain ;

Une structure de **base de données** permettant un stockage et une utilisation efficace des données terrain.

Le modèle de simulation devenait une étape un peu plus lointaine sur le chemin de l'amélioration des traitements de type C_1 et l'installation des tableaux de bord, un traitement plus immédiat et naturel de l'analyse des données. Ces derniers trouvaient une place légitime chez le gestionnaire du canal (O_1) et chez les opérateurs (O_2).

Cette représentation procédait d'une analyse de système qui s'avéra a posteriori assez proche d'une analyse modulaire au sens AMS (Cf. paragraphe 4.2.). L'unité de base, systémique, était constituée d'une composante pilote et d'une composante pilotée : (N_1 et (N_2, N_3)) ou (N_2 et N_3) reliées par des communications simples de commande et de retour d'information. Les communications avec d'autres niveaux ou des partenaires extérieurs n'étaient initialement que suggérées (communications avec le niveau de progammation des irrigations pour N_1 ; communications hydrauliques avec le barrage et les canaux secondaires pour N_3 ; des communications potentielles avec les organisations d'agriculteurs des canaux secondaires pour N_2 furent introduites plus tardivement).

Cette représentation, d'un formalisme inhabituel pour certains des acteurs ("strange boxes") suscita quelques railleries mais pas de rejet ; il s'avéra à l'usage que la manipulation avec un sens précis et partagé des notions de COMMANDE, OBSERVATION et EVALUATION était en fait fructueuse et pouvait générer des gains de temps appréciables lors des discussions.

Mettre en musique la représentation impliquait d'être plus précis sur les contenus des traitements, des communications et la structure des données. Une démarche conceptuelle de type MERISE, très sommaire, fut mise en oeuvre pour ce faire. On peut dès à présent signaler la complémentarité d'**analyses orientées "décisions"** (premier schéma du système de pilotage : *niveaux, pilotes, fonctions*) avec les **analyses orientées "information"** (*communications, traitements, données*) ; les premières posent l'architecture et les finalités, les secondes permettent d'accéder à la réalité des flux. Le pilotage procède bien évidemment d'une délicate alchimie entre ces deux points de vue.

L'analyse brièvement rapportée ci-dessous est, encore une fois, extrêmement fruste et servit essentiellement à structurer les données traitées ; elle est détaillée dans [Rey, 1994]. Cette analyse concerne en tout premier lieu le niveau de pilotage N_1 sur lequel on souhaitait faire porter l'effort. Les traitements de type C_1, O_1 et E_1 furent considérés comme des réponses à la réception de messages d'entrée (stimulus externes) ou des déclenchements d'activités de routine (horloge interne), générant elles-mêmes des messages de sortie devenant des stimulus pour des partenaires externes. De façon assez simplifiée (on évacua notamment les messages touchant à la maintenance qui sont pourtant très liés aux problèmes d'opérations), huit messages d'entrée, cinq messages de sortie et trois déclenchements par "horloge interne" furent retenus comme pertinents après analyse et discussion pour représenter les <u>communications</u> :

Tableau 4. Messages d'entrée pour le pilote du canal principal (ME)

No	Type :	Description :
1.	Etat hydraulique (Bijournalier)	*Niveaux amont et aval des ouvrages, ouvertures de vannes*
2.	Manoeuvres (Hebdomadaire)	*Manoeuvres de vannes effectuées*
3.	Calibration (Occurrence)	*Débits directement mesurés*
4.	Géométrie (Occurrence)	*Dimensions et élévation des ouvrages directement mesurés*
5.	Topographie (Occurrence)	*Dimensions et élévation des sections en travers des biefs directement mesurées*
6.	Programmation (Selon saison)	*Données pour le calcul (ou résultat) des débits objectifs théoriques aux prises*
7.	Pluie (Occurrence)	*Hauteur d'eau*
8.	Superficies (Selon saison)	*Superficies cultivées dans les zones commandées par les ouvrages*

Tableau 5. Messages de sortie pour le pilote du canal principal (MS)

No	Type :	Description :
1.	Rapport sur les débits observés (Journalier)	*Jeu de débits et de niveaux d'eau validés par le niveau N_1 et retransmis aux opérateurs pour maintien du tableau de bord.*
2.	Instructions de débits (Selon saison)	*Jeu de débits objectifs transcrit en terme de niveaux d'eau aval des prises transmis aux opérateurs.*
3.	Instructions de manoeuvres (Journalier)	*Modifications d'ouvertures de vannes requises des opérateurs après un traitement (calcul ou heuristique) de type boucle ouverte ou boucle fermée.*
4.	Rapport d'évaluation (Hebdomadaire)	*Synthèse sur la consommation d'eau (volumes aux prises des secondaires par zones du canal, pour le canal complet) transmis à un niveau supérieur.*
5.	Rapport d'évaluation (Hebdomadaire)	*Synthèse sur le fonctionnement du canal transmis par zone aux opérateurs de terrain.*

Tableau 6. Déclenchements de type "horloge interne" pour le pilote du canal principal (HI)

No	Type :	Description :
1.	COMMANDE (Journalier)	*Calcul de modifications d'ouvertures de vannes pour corriger des écarts constatés ou réaliser un changement de régime du canal.*
2.	OBSERVATION (Journalier)	*Calcul et analyse des débits aux prises et niveaux aux régulateurs, comparaison aux objectifs.*
3.	EVALUATION (Hebdomadaire)	*Calcul d'indicateurs internes et externes de performance.*

Les liens des traitements de type C_1, O_1 et E_1 avec ce jeu de messages sont résumés par la figure ci-dessous :

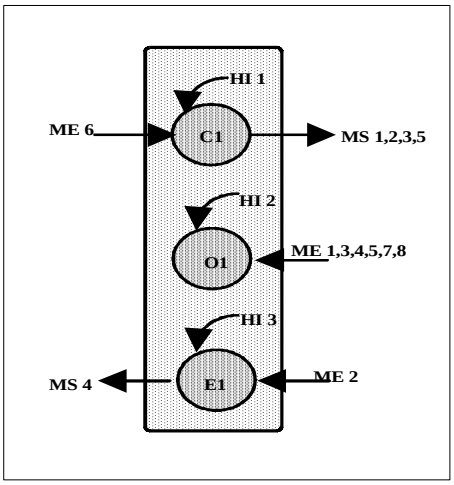


Figure 27. Messages et traitements pour le pilote du canal principal

L'examen détaillé des traitements effectués à la réception des messages et au déclenchement de l'horloge interne pour générer des messages de sortie permit de préciser des traitements élémentaires standards : mise à jour de base de données (Tm), consultation de données (Td), calcul d'écarts (Te), lancement de calculs autres que Te (Tc) et de structurer les données élémentaires véhiculées par les messages et manipulées lors de la réalisation de ces traitements. Ces données furent regroupées en six objets dont la nature et la cohérence relationnelle sont mentionnées ci-dessous.

Tableau 7. Objets de la base de données "canal principal"

No	Type :	Description :
1.	Ouvrage hydraulique (Série spatiale par canal)	*Régulateurs, prises, biefs.*
2.	Accessoire hydraulique (Série numérotée par ouvrage)	*Vannes, seuils, section en travers,...*
3.	Manoeuvre d'un accessoire (Série temporelle par accessoire)	*(a) réalisées : Ouvertures de vannes, hauteurs de seuils mobiles,...* *(b) prévues : plan de manoeuvre boucle ouverte*
4.	Variable hydraulique (Série temporelle par accessoire)	*(a) mesures : niveaux d'eau amont, aval, débit, coefficient de débit, taux d'infiltration, coefficient de Strickler*[44]*,...* *(b) objectifs : débits,...*
5.	Message de contexte (Série temporelle par type de message)	*Pluie, superficies irriguées -état d'avancement des cultures,...*
6.	Indicateur de performance (Série temporelle par ouvrage ou par groupe d'ouvrages)	*Volumes, indicateurs d'efficience, d'équité, de fiabilité,...*

[44] Coefficient représentant la rugosité du canal.

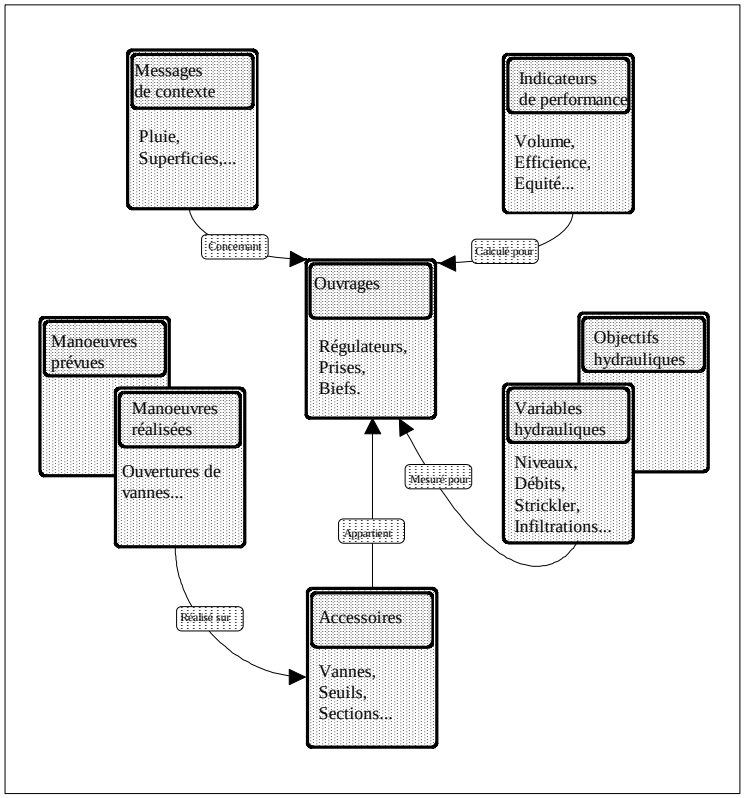


Figure 28. Relations entre objets de la base de données "canal principal"

Une représentation complète des liens entre communications, traitements et données devenait alors possible, permettant de vérifier la cohérence formelle du système d'information proposé. Cette représentation est exprimée sous forme matricielle ci-après :

Tableau 8. Communications, traitements et données pour le pilote du canal principal

Communications + **Traitements** * **Données** = **Communications**

		Ou.	*Ma.*	*Ni.*	*Db.*	*Cd.*	*If.*	*St.*	*Do.*	*Pl.*	*Sp.*	*Id.*			
ME 1.		Td	Tm	Tm	**Tt**, m	Td								*Ouvrages*	HI 1 ?
ME 2.			Tm	Tm										*Manoeuvres*	HI 3 ?
ME 3.		Td	Tm	Tm	Tm	**Tt**, m	(**Tt**)	(**Tt**)						*Niveaux d'eau*	
ME 4.		Tm												*Débits*	
ME 5.		Tm												*Coef. de débit*	
ME 6.	+								T m				*	*Infiltration*	= HI 2 ?
ME 7.										Tm				*Strickler*	HI 2 ?
ME 8.											Tm			*Débits objectifs*	HI 2 ?
HI 1.		Td	**Tt**	Td	Td	Td	Td	Td	**Tt**	Td	Td	Td		*Superficies*	MS 2, MS 3
HI 2.				Te	Te				Td					*Pluie*	MS 1, HI 2 ?
HI 3.		Td	Td	Td	Td	Td	Td	Td	Td	Td	Td	**Tt,** e		*Indicateurs*	MS 4, MS 5

ME : message d'entrée
HI : horloge interne
MS : message de sortie

Ce déballage de tableaux, listes et relations en tout genre reçut finalement un accueil assez mitigé de la part des ingénieurs du périmètre ; il était bien perçu comme une mise à plat des concepts à mettre en oeuvre sur le terrain mais fut jugé trop théorique et comme un emballage inutilement

complexe de notions "simples". Son mérite essentiel fut à nouveau de fournir des références partagées et de permettre très rapidement un accord de vocabulaire sur les notions précédentes de communications (messages), traitements et données[45],.

4.1.2.2.Amorçage et réanimation.

En parallèle de ces travaux d'art abstrait, il fallait affûter les pinceaux, mélanger les couleurs et préparer les cadres. L'effort initial porta en priorité sur les messages d'entrée 1 et 2, jouant un rôle essentiel dans le système d'information.

Cette phase de travail de terrain est détaillée dans [Rey, 1993b]. L'absence de moyens de communication le long du canal conduisit à envisager l'utilisation de messagers rémunérés pour transmettre quotidiennement les données hydrauliques. Après examen de quelques alternatives, il parut évident que cette tâche devait être assignée à des opérateurs de terrain du département d'irrigation, de préférence les "work supervisors" (responsables de zone) pour permettre un retour d'information direct après réception des messages par le gestionnaire du canal. Des échelles graduées furent installées aux ouvrages pour permettre les mesures de niveaux, des mètres rubans furent confiés aux opérateurs pour mesurer les ouvertures de vannes (à partir des mouvements du pas de vis de la vanne considérée), des formulaires et des tableaux de bord mis au point, des sessions de formation et d'explication réalisées... et l'information commença à circuler selon le schéma décidé en concertation avec le gestionnaire et représenté ci-dessous :

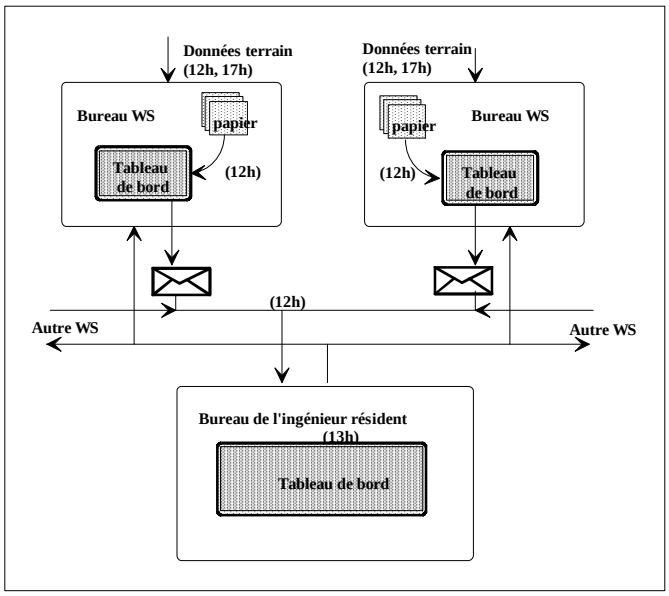


Figure 29. Système de collecte des données à Kirindi-Oya

De façon assez inattendue après les suspicions initiales, le succès des tableaux de bord fut presque immédiat. Le tableau principal, installé dans le bureau du gestionnaire du canal permit la visualisation, tout au long du canal principal et sur un historique de sept jours, des débits mesurés aux prises (44 au total lorsque l'ensemble du canal est mis en eau) ; l'examen des écarts anormaux lui permit d'asseoir son autorité sur les opérateurs par des réactions journalières sur l'état du système ; l'examen des tendances lui permit de tester une politique d'ajustement à la baisse de certains débits objectifs et de stabiliser ceux-ci à des niveaux acceptables par les agriculteurs.

[45] L'enjeu pédagogique de l'utilisation d'une représentation rationnelle avec des acteurs très divers est important. Bien que cet aspect soit ici très imparfaitement évoqué, le travail de traduction et d'explication des concepts choisis dans le langage et avec les référents de chacun fait partie intégrante du travail de représentation.

Les tableaux installés dans les locaux des quatre "work supervisors" responsables de zone, affichant une information comparable mais limitée à une portion de canal, devinrent un instrument de dialogue entre les opérateurs de terrain et les agriculteurs. Dans le même temps, le recueil des données par les opérateurs les amena à quantifier beaucoup plus leurs manoeuvres et, bien souvent, à ouvrir les vannes en fonction d'une situation de référence déjà rencontrée et répertoriée, ce qu'ils considérèrent comme valorisant et plus efficace.

La réanimation de fonctions "de base" du système de pilotage s'était donc accompagnée d'une dynamique d'amélioration à divers niveaux que les acteurs eux-mêmes étaient loin d'avoir envisagée a priori. De fait, dès la première saison de maha 91/92, le nouveau regard porté par les opérateurs sur leur système contribua à l'obtention d'une réduction significative de la consommation en eau qui fut confirmée et consolidée au cours des saisons suivantes (non sans difficultés, Cf. paragraphe 5.1.).

Tableau 9. Zone irriguée par le canal rive droite de Kirindi-Oya : Consommation en eau

Saison :	**Maha 90/91**	**Maha 91/92**
Culture	Riz (variété 3.5 mois)	Riz (variété 3.5 mois)
Conditions :		
Durée de préparation du sol	6 semaines	6 semaines
Superficie cultivée (hectares)	2530	2980
Objectif de consommation en eau (mètres)	2.44	2.44
Pluie (mètres)	***1,01***	***0,7***
Résultats :		
Consommation en eau (mètres)	***2,53***	***2,35***
Rendements (tonnes/hectares)	5,4	5,4

Il fallait stocker et traiter les données ; il fallait poursuivre l'amélioration de C_1 ; ceci justifia une réflexion instrumentale sur les outils informatiques d'accompagnement à introduire chez le gestionnaire du canal.

4.1.3. Une phase logicielle.

Information quand tu nous tiens. Tous les bons manuels le disent haut et clair, l'information doit vivre, être accessible, facile à utiliser, sans effort, sans erreur, sans ambiguïté...

"Water managers have to make decisions based on available information. The more and improved information they have, the better decisions they can make. For the processing of incoming data, a communication network, computers and computer models can now be used" <32> [Van Der Krogt, 1993].

"The importance of relevant and opportune information in decision making cannot be overemphasized. Managing irrigation systems is no exception to the rule (...). The generalized use of personal computers with high processing speed and large storage facilities is introducing a revolution in the processing and storage of information" <33> [Sagardoy, 1993].

"In irrigation systems, the ability to make expedient decisions is of critical importance. If data cannot be received and analysed quickly, even important data or information may prove to be useless" <34> [Scheng, 1992].

etc...

Tout ceci est bien clair en apparence, un enchaînement logique s'établit pour la majorité des auteurs entre données, *informatique*, information et décisions. Quelques définitions s'imposent :

"**Donnée** : enregistrement dans un code convenu par un groupe social de la mesure ou du repérage de certains attributs d'un objet ou d'un événement (par exemple, taille, coût, date...)

Information : est information pour un être vivant (ou un automate) tout signal, tout message, toute perception qui produit un effet sur son comportement ou sur son état cognitif (par exemple, en modifiant la représentation qu'il se fait d'un phénomène).
Signification de l'information : effet produit par la réception de l'information sur son destinataire.
Contenu informationnel d'un ensemble de données pour un individu spécifique : information extraite par cet individu de l'ensemble de données qu'il perçoit. On parle d'information signifiante par opposition au bruit qui est l'ensemble des données dénuées de signification pour cet individu" [Mélèse, 1995]

Force est de constater que le contenu informationnel des données hydrauliques transmises aux acteurs cibles du système à travers les tableaux de bord était bien réel. Plus qu'une série de débits individuels, c'est une nouvelle représentation du canal qui avait été créée pour le gestionnaire et à laquelle il était exposé en temps réel, chaque jour ; il s'appropria cette représentation et la fit partager à ses visiteurs : agriculteurs en quête d'explication, supérieurs hiérarchiques en quête de vérification ; de la même façon, la réception d'un message transmis par ses opérateurs de terrain était porteuse d'une information bien plus riche que les données brutes enregistrées sur le message : élément de dialogue, d'autorité, de contrôle...

Jusque là, pas mal d'information avec finalement très peu d'informatique et encore moins de modèle formalisé de type "recherche opérationnelle" : de simples calculs de débits pouvant être effectués avec une calculatrice de poche programmable, ayant en mémoire les caractéristiques des ouvrages. Toutefois un minimum de rationalisation du stockage des données fut jugé nécessaire, notamment pour extraire de l'information des séries de données (calcul de volumes, tendances...). Ce travail devait être accompli en gardant en ligne de mire l'utilisation potentielle des données pour des applications plus ambitieuses comme l'introduction du modèle de simulation hydraulique en outil d'aide à la décision au niveau N_1... L'architecture requise était donc clairement modulaire : classiquement, la base de données devait constituer le coeur de l'outil sur lequel devaient pouvoir se greffer -à la demande- des modules de calcul destinés à rendre plus "efficaces" les fonctions d'OBSERVATION, de COMMANDE et d'EVALUATION du niveau N_1. Ci-après, les grandes lignes des développements informatiques dont ces quelques réflexions ont forcé l'accouchement.

4.1.3.1.Cahier des charges.

La méthode MERISE permet de distinguer quatre étapes d'intervention : (1) une étape "conceptuelle" pour représenter l'activité de l'organisme traité et formaliser son système d'information indépendamment de son organisation ; (2) une étape "organisation" pour préciser les postes de travail, les sites de traitements et de manipulation de données ; (3) une étape "logique" pour définir les moyens informatiques à mettre à la disposition des postes de travail (aspect externe des moyens informatiques sous forme de masques d'écran...) ; (4) une étape "physique" pour effectuer les développements informatiques qui implique des choix logiciels et de la programmation. Pour chaque étape, le travail s'effectue en réalisant des modèles de communication, de traitement et de données.

On peut considérer que l'analyse présentée au paragraphe 4.1.2.1. permet d'amener l'intervention jusqu'au niveau logique. Le niveau conceptuel fut abordé d'une part à partir de la représentation du système de pilotage (niveaux, pilotes, fonctions) et d'autre part à partir des choix de messages, données et traitements à prendre en compte. Il s'agit là d'une démarche un peu différente de l'approche MERISE classique, puisque l'architecture de départ permet de dépasser l'existant pour faire des propositions nouvelles sur le système de pilotage. C'est en effet le rôle de cette représentation initiale, non normative (on verra qu'elle intègre en fait des éléments organisationnels spécifiques), de pouvoir servir de support tout aussi bien à l'existant, à des ajustements de l'existant ou à des modifications plus radicales. Si l'on avait par exemple décidé de rester in statu quo ante, sans réanimer le rôle de pilotage du niveau N_1, l'architecture utilisée restait valide mais les messages, données et traitements retenus pour N1 auraient été grandement allégés. On aurait pu également préconiser une modification de l'architecture : supprimer un pilote au niveau N2, en rajouter un au niveau N1... *Les*

choix organisationnels sont ainsi réalisés de façon implicite au niveau de l'architecture de départ : "l'acteur hébergé" par le niveau N_1 a été identifié comme étant le gestionnaire du canal et "l'acteur hébergé" par le niveau N_2, les work supervisors. Le choix des postes de travail et des lieux de traitement en découlent : ordinateur avec base de données principale et tableau de bord dans le bureau du gestionnaire du canal ; base de données partielle papier et tableau de bord dans les bureaux des work supervisors.

Les modèles logiques et physiques des communications, explicités durant la phase d'amorçage décrite au paragraphe 4.1.2.2., découlaient sans grandes difficultés du modèle conceptuel; la définition des formats papier sur lesquels devaient être consignées et transmises les données ainsi que les protocoles de collecte et de transmission furent ainsi définis et testés après de longs débats mais sans rencontrer de problèmes majeurs. Le modèle logique des données était établi pour partie (la question du codage des ouvrages avait dû être abordée pour définir les formats des messages), celui des traitements restait à stabiliser. Sur ces deux aspects : données et traitements, le déroulement des étapes logiques et physiques fut en fait très participatif et marqué par une approche "prototype" apparaissant largement brouillonne avec le recul. Les choix logiques et physiques se sont croisés dès le départ pour des raisons de disponibilités de logiciels de développement et de connaissance informatique des utilisateurs potentiels.

Au niveau logique, le logiciel à développer fut donc décrit comme un outil modulaire classique : (1) une base de données transparente (possibilité d'accès direct par l'utilisateur), (2) une série de modules d'entrée des données (directement déduits des messages reçus), (3) une série de modules de traitements (COMMANDE, OBSERVATION, EVALUATION) ; une fonctionnalité jugée importante était la possibilité de rajouter ou de soustraire des modules d'entrée de données ou de traitements aisément, avec ajustement correspondant des menus ; cette dernière opération devant être suffisamment simple pour pouvoir être réalisée par un utilisateur moyen ; l'objectif réel et ambitieux était que chaque utilisateur puisse profiter d'une base de données et de quelques modules "standards" pour pouvoir développer lui même ses propres modules en fonction de ses besoins et habitudes de gestion.

Au niveau physique (informatique), très peu d'acquis à faire fructifier chez les utilisateurs, ce qui reste le cas de la très vaste majorité des "clients potentiels" de ce type d'intervention : la classe de logiciels la plus largement diffusée est indiscutablement celle des tableurs et tout particulièrement Lotus au Sri-Lanka ; quelques traitements de texte et, mises à part quelques versions de dBase, très peu de Système de gestion de base de données (SGBD)... quelques langages de programmation : Fortran, Basic peu utilisés. Après une phase de familiarisation à l'informatique du gestionnaire du canal, réalisée en entrant les données sur tableur Lotus, il fut décidé de développer l'outil autour d'une base de données dBase III+ et de prévoir l'écriture de l'essentiel des modules en langage dBase, sauf pour des modules typiquement graphiques (Lotus) ou faisant intervenir des traitements complexes (RBMC) ou déjà programmés, pour lesquels une solution "d'interfaçage" simple avec le noyau dBase devait être trouvée. Ces choix informatiques sont certes peu passionnants mais loin d'être anodins. L'utilisation d'outils logiciels déjà disponibles chez le futur utilisateur représente la seule vraie échappatoire au "syndrôme boîte noire" et permet un développement de type prototype relativement interactif.

4.1.3.2.IMIS.

Pompeusement baptisé IMIS (Irrigation Management Information System) le logiciel, ou plus exactement la longue série de ses prototypes, se stabilisa sous des traits décrits en détail dans [IMIS, 1994]. Sa configuration relativement générique permit de l'utiliser pour des travaux de recherche et d'amélioration de gestion sur d'autres sites que Kirindi-Oya, au Sri-Lanka et au Pakistan. Ses principales caractéristiques sont mentionnées ci-après.

°Structure.

Un court programme principal écrit en Turbo PASCAL, permet d'activer la série de menus et de modules retenus pour une configuration donnée du logiciel ; le langage Turbo rend en effet possible sans problème de programmation l'appel d'exécutables (dBase, Lotus, routines PASCAL...) ou d'écrans de texte de façon séquentielle. Cette séquence d'écrans (menus, aide) et de modules associés aux choix spécifiés dans les menus peut être définie par l'utilisateur dans un fichier texte de configuration où il écrit explicitement et de façon hiérarchisée la liste des noms des modules et des écrans qu'il a selectionnés pour "sa" version de IMIS. Les modules sont stockés dans un répertoire "EXE", les écrans dans un répertoire "OPT", certains fichiers de calcul intermédiaires dans un répertoire "WKD" et les bases de données dans un répertoire "DAT".

Cette structure a le mérite de la clarté et d'une certaine simplicité. Lors de l'installation d'une configuration de IMIS sur un nouveau canal, seules les bases de données du répertoire "DAT" doivent être renseignées avec les caractéristiques du canal considéré ; à quelques exceptions près, améliorables, les modules et menus "standards" des répertoires "EXE" et "OPT" sont en effet génériques et peuvent être utilisés pour un canal quelconque. Si un utilisateur souhaite insérer un nouveau module, il peut se lancer dans la mise au point sous le répertoire "EXE" sans affecter le fonctionnement des modules standards. Personnaliser des écrans est une opération élémentaire, effectuée sous éditeur de texte.

Tableau 10. IMIS : Structure"

Générique : *Spécifique :*

IMIS

EXE	Modules		
OPT	Ecrans		
WKD	Fichiers de calcul		
DAT	Bases de données	<----	Données

°Bases de données.

Les bases de données sont dérivées du modèle conceptuel et sont donc essentiellement de deux types :
(1) Des bases de données dites "permanentes" qui correspondent aux objets "ouvrages" et "accessoires", variant peu au cours d'une saison d'irrigation (neuf fichiers de données en configuration standard).
(2) Des bases de données dites "trajectoires" qui correspondent aux objets "variables hydrauliques", "indicateurs"... et toutes données indexées sous forme de série temporelle (onze fichiers de données en configuration standard).

Notons au passage que le codage des ouvrages n'est pas sans poser quelques problèmes : il faut en effet pouvoir identifier un ouvrage en fonction de son appartenance à une unité de gestion (par exemple un groupe d'ouvrages gérés par une même personne), à une unité de collecte de données (par exemple un groupe d'ouvrages pour lesquels les relevés de mesures hydrauliques sont effectués par une même personne) ou à une unité hydraulique homogène (un canal complet ou une portion "connexe" de canal). Il est nécessaire de se référer au manuel pour connaître les diverses options logicielles choisies après le test et l'utilisation de IMIS sur quelques canaux au Sri-Lanka et au Pakistan [IMIS, 1994].

°Modules.

Deux types très classiques de modules :
(1) Des modules d'entrée de données ayant des masques de saisie aussi proches que possible des messages papier communiqués et permettant corrections et vérifications avant validation.
(2) Des modules de traitements assez divers pour faire des calculs, recherches et affichages numériques ou graphiques de variables hydrauliques sélectivement (OBSERVATION), calculer des indicateurs (EVALUATION), préparer des fichiers d'entrée destinés au modèle RBMC pour permettre de calculer des ouvertures de vannes (COMMANDE)...

L'architecture des premiers menus, reprenant les différentes tâches du pilote N1 est donnée ci-dessous.

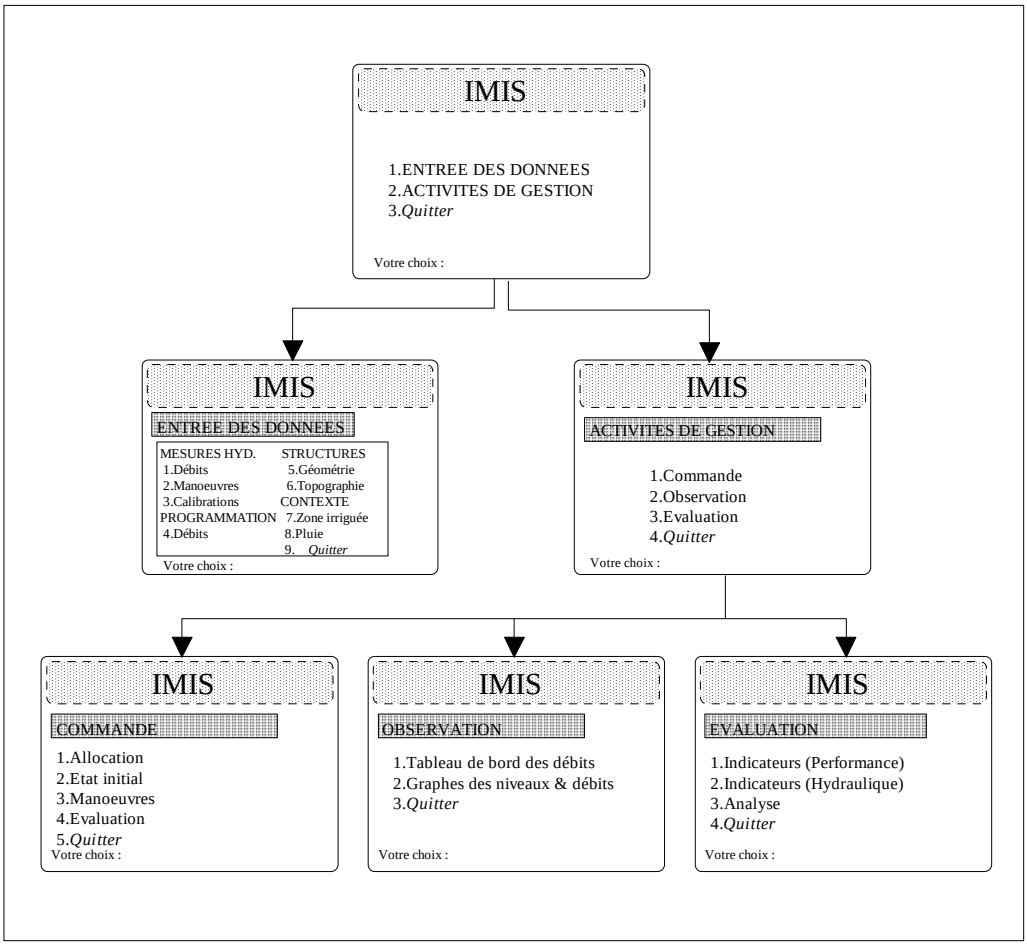


Figure 30. IMIS : Premiers menus

Au niveau logique, les problèmes hydrauliques soulevés par les traitements retenus étaient de difficulté très inégale ; l'essentiel des méthodes utilisées furent répertoriées dans une série de fiches techniques [ITIS, 1994b].

*Les traitements de type "*OBSERVATION*"* impliquaient le calcul de variables hydrauliques : débits aux ouvrages, débits d'infiltration, coefficients de rugosité (Strickler). Retenons que mettre au point des procédures de calcul de débit aux points clés d'un canal (essentiellement les régulateurs et les prises) avec une précision raisonnable (10%) est un passage obligé et difficile. Des formules analytiques comprenant des coefficients de calage sont disponibles dans la littérature pour la majorité des ouvrages standards ; ces formules sont généralement précises dans des domaines de fonctionnement particulier

des ouvrages (fonctionnement noyé où le niveau aval influence le débit transitant à travers l'ouvrage ou dénoyé où ce niveau n'a pas d'influence) ; pour des ouvrages singuliers ou ayant une gamme de fonctionnement étendue il faut utiliser un jeu de formules et traiter des problèmes de continuité ; on peut également chercher à établir des lois de régression entre le débit et les données mesurées (hauteurs d'eau, ouvertures de vanne) ; dans tous les cas une étude sérieuse de la sensibilité des procédures de calcul aux données d'entrée est nécessaire. Le jeu de formules mis au point par le Cemagref pour développer RBMC s'avéra à ce stade une aide précieuse.

L'estimation de l'infiltration et de la rugosité nécessite de disposer de mesures fiables dans des phases où le canal est en régime permanent (dérivées des variables hydrauliques par rapport au temps nulles). Cette dernière notion est un des mythes les plus fascinants de la gestion des canaux à surface libre. La plupart d'entre eux sont conçus pour fonctionner selon ce régime et leurs gestionnaires sont de fait persuadés que cette hypothèse de conception est grosso modo vérifiée en pratique ; il s'avère cependant que les temps d'ajustement et de retour à l'équilibre après perturbation de ces systèmes sont tels que bien des canaux pourraient faire mentir les gestionnaires si on leur demandait de raconter leur vie. Typiquement, l'étude des données accumulées sur la première saison (quatre mois) de pilotage à Kirindi-Oya fit apparaître seulement une ou deux phases de court régime permanent (un à deux jours) sur l'ensemble des biefs... [Male, 1992] ; sur ce point la collecte systématique de données fut porteuse d'informations nouvelles.

Les traitements de type COMMANDE ont été briévement évoqués plus haut. L'objectif de mise au point et de coordination des manoeuvres de vannes pour satisfaire un programme de distribution implique une bonne connaissance des phénomènes hydrauliques de propagation, de stockage... Les premiers outils furent constitués par la mise au point de tables précisant les volumes de stockage et les temps de propagation dans les différents biefs selon différents régimes de fonctionnement en débit de base et hauteur d'eau dans ces biefs. L'insertion de ces tables au sein de procédures formalisées faisant intervenir RBMC fut prévue dans IMIS, mais très peu utilisée. L'objet n'est pas ici de détailler les traitements effectués par le modèle de simulation hydraulique (on peut se référer aux manuels du logiciel dérivé de RBMC à la suite du projet Kirindi-Oya : SIC, [Cemagref, 1993]) ; rappelons simplement que des résultats précis en matière de description du fonctionnement du canal ne peuvent être obtenus que si le modèle est correctement calé ; ceci implique, en sus d'une description précise de la topographie et de la géomérie, des valeurs robustes des coefficients de calage pour les formules de calcul de débits aux ouvrages, de l'infiltration et de la rugosité (Cf. donc point précédent).

Les traitements de type EVALUATION présentent un intérêt conceptuel certain ; il s'agit de porter un regard critique sur la façon dont des décisions ont été prises à travers les conséquences qu'elles ont eues. Dans un premier temps l'examen d'indicateurs de performance permet de se forger une opinion (fluctuation des niveaux sur une semaine, des débits, volumes...). Pour faire un lien plus explicite entre indicateurs et décisions, un outil de simulation peut ici encore constituer un instrument intéressant. Ceci revenait en l'occurrence à prévoir dans IMIS une option pour extraire de la base de données les manoeuvres de vannes effectuées durant une période et les injecter automatiquement dans RBMC pour obtenir une vision "continue" des débits et niveaux le long du canal durant cette période ; cette option fut réalisée et permit des simulations qui auraient été jugées presque "irréalisables" avec l'outil RBMC seul, en raison de la lourdeur des entrées de données (typiquement plus de deux cents ouvertures de vannes à entrer pour la simulation d'une semaine de "vie" du canal).

Au niveau physique les problèmes de programmation soulevés lors de l'écriture des modules étaient essentiellement dus aux échanges de données entre différentes applications. Typiquement, pour un module devant permettre de visualiser l'évolution des niveaux d'eau à un groupe d'ouvrages durant une période spécifiée il faut développer un écran de saisie de ces paramètres (ouvrages ? période ?), une routine de recherche des données pertinentes dans les bases de données qui mette en forme un fichier contenant ces données et un module graphique qui lise ce dernier fichier puis présente les résultats. Cette démarche, facilitée par la disponibilité de quelques routines de recherche standardisées est en principe à la portée d'un utilisateur moyen connaissant le langage de programmation dBase ; passer d'un module

permettant d'observer des niveaux à un autre permettant d'observer des débits ou des volumes doit être possible en quelques heures de travail.

Telle fut la philosophie de développement de IMIS... En pratique, le développement de ces modules resta souvent plus qu'interactif et le premier gestionnaire de canal avec lequel fut élaboré IMIS à Kirindi-Oya ne développa aucun nouveau module seul. Néanmoins, à l'autre extrême, sur un autre canal, un ingénieur plus aguerri en informatique (en l'occurrence le premier interlocuteur de l'équipe RBMC, mentionné plus haut) s'inspira de la plate forme IMIS pour reprendre toute la démarche de développement et mettre au point son propre outil à base de simples fichiers ASCII et de modules Fortran...

4.1.4. Une méta-phase.

La dynamique d'amélioration mise en route sur le périmètre de Kirindi-Oya était intéressante mais partielle comme on le verra au paragraphe 5.1. Les données remises en circulation s'étaient avérées signifiantes pour les acteurs du périmètre qui les manipulaient et la réanimation d'une partie du système de pilotage avait pu être obtenue sans avoir à traiter de carences techniques ou institutionnelles graves. La problématique de la performance avait été traitée de façon extrêmement simple : (1) un indicateur externe relié à l'objectif stratégique de consommation d'eau (volume consommé mensuel puis saisonnier par zone du canal), un indicateur externe relié à l'objectif stratégique d'ordre social chez les colons (indicateur qualitatif de satisfaction recueilli lors d'intéractions structurées par les tableaux de bord) ; (2) quelques indicateurs internes liés aux séries de débits aux prises et de niveaux aux régulateurs... Les avancées réalisées sur l'amélioration de l'une des décisions de pilotage, "les plans de manoeuvres sur les ouvrages", avaient eu lieu sans introduction de véritable outil "d'aide à la décision" (l'utilisation du logiciel de simulation hydraulique était restée académique durant toutes les phases de l'intervention décrites précédemment). Néanmoins, les résultats étaient indéniables : un gisement simple "d'amélioration potentielle" avait été mis à jour et les différents acteurs partageaient désormais une représentation commune de leur système qui leur permettait de raisonner et justifier un éventuel approfondissement des logiques de décision :

"The following are the major problems in the management of a main canal system (assuming the managers knows the physical system properly) :
1. Difficulty in obtaining information on current gate settings at each gated structure along the main canal.
2. Difficulty in obtaining information on current water levels at each control point along the main canal and also at the heads of offtake canals.
3. Difficulty in sending on time operational instructions to operators.
4. Difficulty in assessing consequent variation in water levels due to any gate operation in magnitude and time. You have to face this problem even if you solve 1,2 and 3.
5. Even if you overcome all these problems, there is the difficulty of proposing a new set of gate settings for each structure with the time of operation to maintain main canal water levels up to a satisfactory level with a minimum number of operations.
Problems 1,2 and 3 can be solved by introducing a proper data collection, transmission and feedback system. Problem 4 can be overcome by using a properly calibrated simulation model and the last problem can be overcome only by improving the same model to simulate different operational scenarios within the time frame available to the manager.
Even without solving Problems 4 and 5, management may be remarkably improved by achieving possible solutions to Problems 1, 2 and 3" <35> [Wijesekera, 1994].

... Discours nouveau, la boucle était bouclée. Cette vision du processus d'amélioration et les étapes pratiques de la démarche suivie à Kirindi-Oya furent discutées lors d'un séminaire organisé au niveau national par le département d'irrigation [Hacq, 1993] puis reçurent une validation "institutionnelle" à travers la mise en oeuvre d'un programme d'ensemble, piloté par le département, visant à les disséminer sur de nouveaux périmètres tests [Samarasekera, 1994].

4.2. Représentation du système de pilotage

Après l'avoir critiquée en introduction, il est grand temps de s'essayer à la pratique théorisée... Comme annoncé, la défense de la thèse présentée va être menée à travers l'élaboration d'une démarche d'intervention. La problématique de l'intervention, évoquée ci-dessous dès le paragraphe 4.2.1. et largement débattue par la suite dans le paragraphe 4.3., sera naturellement inscrite dans une perspective d'amélioration des capacités du système "traité" à poursuivre ses *objectifs stratégiques*. Dans ce cadre et pour la clarté des développements ultérieurs, il est bon de définir dès à présent trois notions importantes :

La notion de "*système de production fonctionnel*" qui permettra de juger de la capacité d'un système à poursuivre ses objectifs stratégiques, la notion de "*fonctionnement finalisé*" qui permettra de juger de l'utilisation effective de cette capacité et la notion centrale de "*système de pilotage*" qui permettra de faire le lien entre fonctionnalité et fonctionnement.

Ces notions, qui découlent d'ailleurs pour l'essentiel des concepts introduits au chapitre 3, vont être au coeur des arguments présentés dans la suite de ce chapitre.

1. Système de production fonctionnel

Si aucune des trois dimensions, (1) structure organisationnelle (selon laquelle les décisions de pilotage sont distribuées entre acteurs), (2) décisions de pilotage et (3) processus de production, n'est limitée par les deux autres dans l'expression de ses potentialités de fonctionnement selon un mode visant la poursuite d'un objectif stratégique donné, on parlera d'un système de production "fonctionnel" par rapport à cet objectif stratégique.

2. Fonctionnement finalisé

Si le système de production est fonctionnel par rapport à un jeu d'objectifs stratégiques, il est possible de finaliser son fonctionnement pour satisfaire ces objectifs stratégiques en les déployant à travers un système de pilotage.

3. Système de pilotage

Le système de pilotage est créé par "l'immersion" des trois dimensions explicatives (décisions de pilotage, structure organisationnelle, processus de production,) dans un ensemble de communications finalisées (commandes, boucles de régulation, échanges pour négociation, contrats...) et de tableaux de bord qui permettent alors de relier les décisions de pilotage (distribuées entre acteurs selon la structure organisationnelle) au processus de production.

4.2.1. Réalités, représentations.

Complexité, mouvance, atypie, interaction forte entre l'observant et l'observé... Les mises en garde des auteurs du monde de la gestion sont révélatrices des difficultés à justifier la mise en oeuvre de démarches aux accents normatifs dans les organisations. Cette ambiguïté de regard sur les appels au rationnel externe pour faire évoluer des statu quo internes doit être sans doute interprétée comme un aveu de non "contrôlabilité" des expériences ou interventions menées sur les organisations. Le modèle expérimental hérité des sciences physiques, garantissant un minimum de "reproductibilité" et d'intentionalité dans l'observation des actes du manipulateur et de leurs conséquences ne paraît pas pouvoir être considéré comme approprié.

Quelle est en fait la problématique de l'intervention ?

Face à un système où s'entrecroisent et interfèrent des faisceaux de rationalités portés par des machines, des hommes et des institutions, il s'agit de peser sur tel ou tel composant pour infléchir durablement et dans un sens si possible prédéterminé le signal de sortie global ; le terme "peser" devant être envisagé avec une signification très forte puisqu'il implique, finalement, une adaptation ou modulation du comportement des acteurs du système en réponse à la perturbation créée. Pour poursuivre dans la voie des grandes dichotomies, on aperçoit à nouveau derrière ce "programme d'action" les deux grands types d'attitudes possibles :

(1) Appliquer un savoir au système : considérer que le système est "compréhensible ici et maintenant" et que l'amélioration globale passe par une découverte fine et réaliste de ses rouages qu'on peut ensuite modifier de façon objective.

(2) Appliquer un savoir au savoir contenu dans le système : considérer qu'on ne peut qu'accompagner le système dans son évolution et donc s'attacher en priorité à créer un contexte de diagnostic, d'explicitation et de résolution de certaines classes de problèmes par les acteurs concernés plus que des solutions à des problèmes identifiés de façon externe (*qui de toute façon vont évoluer*).

L'un des apports majeurs de "l'approche japonaise" (Kaizen) de la gestion des systèmes de production est sans nul doute d'avoir fait durablement infléchir la tendance vers le type (2). Selon cette approche, la marche vers l'amélioration consiste à instiller dans l'organisation un esprit de remise en cause permanente des résultats, de traque systématique des dysfonctionnements par les acteurs eux-mêmes plus qu'un souci d'appliquer à la lettre des procédures "optimales" préétablies.

"Qu'il s'agisse de faire face à un problème (que ce soit de qualité, de consommation matière ou de modification du plan de fabrication) ou qu'il s'agisse d'imaginer les moyens de s'améliorer, rien ne remplacera jamais la 'conduite interne de l'action', c'est-à-dire la capacité des personnes qui travaillent dans l'atelier à analyser leur situation, trouver des solutions, imaginer des plans d'action. C'est la conduite interne de l'activité, ancrée dans leur savoir contextuel, leur intelligence de la situation et leur compétence, qui est le vecteur local du progrès et peut facilement conduire à modifier la définition même de la performance (même si les objectifs restent identiques)" [Zarifian, 1995].

Dans tous les cas, "penser le système" pour intervenir et agir sur lui suppose de passer par l'intermédiaire d'une *représentation opératoire* [Sallier, 1991] ; selon des termes empruntés à [Roy, 1992], on peut considérer que les deux types d'attitude précédents entraînent le recours à des représentations de natures différentes :

(1) Représentations plutôt "réalistes" basées sur des expertises fines particulières (essentiellement dans l'un des trois domaines de référence : décisions de pilotage, processus de production ou structure organisationnelle) ;

(2) Représentations plutôt "constructivistes" visant à mettre à jour le cadre d'action finalisé des acteurs pour leur permettre d'expliciter *leurs propres représentations* puis, par un processus d'apprentissage collectif (ou organisationnel), d'arriver à une connaissance partagée du fonctionnement de leur système.

Ce second mode de représentation amène naturellement à projeter le système de pilotage sur le devant de la scène et en faire le support principal de la représentation, au sens défini au paragraphe 3.4.1.1. Vecteur des objectifs stratégiques dans le quotidien des acteurs, on a vu en effet que le système de pilotage définit leur contexte décisionnel et est un moyen privilégié de "peser" sur la nature et l'ampleur des ajustements que ceux-ci mettent en oeuvre pour moduler leur contribution à la poursuite de ces objectifs. Encore faut-il éviter de retomber dans la logique de "l'expert réaliste" et bien donner à la représentation constructiviste sa vraie signification : selon une attitude de type (2), il s'agit donc moins de proposer un cadre normatif figeant un système de pilotage "optimal" que de mettre au point un mode de représentation qui puisse être compris et utilisé par les acteurs du système au cours d'une intervention ("outils" pour la représentation).

L'enjeu sous-jacent à la manipulation de représentations est sans doute de taille :

"Nous faisons l'hypothèse que, dans l'organisation, une partie des conflits peut être analysée comme conflits de représentation, qu'une part du pouvoir peut s'interpréter comme pouvoir de représentation (et ceci d'autant plus que les communications se développent), qu'une 'violence symbolique' se diffuse qui consiste à imposer une représentation sans justifier les valeurs et les rapports de force qui la sous-tendent, enfin, que de nombreux événements qui marquent l'histoire d'une organisation résultent pour beaucoup de conflits entre les représentations proposées ou imposées par des acteurs internes et externes. Nous constatons d'autre part que les théoriciens et les spécialistes prennent volontiers comme représentation de l'organisation celle qui permet le mieux de soutenir et de développer leur technique propre, et que les praticiens rejettent souvent la problématique même de la représentation en la qualifiant de théorique et d'idéologique" [Mélèse, 1995].

"Les principales fonctions de pilotage, la coordination et l'équilibration, se réalisent au moyen de représentations portées par les acteurs. Ces représentations portent sur la performance (création de valeur par le système d'activités de l'entreprise) et constituent des théories de l'action. La coordination se réalise par l'héritage ou la projection de représentations communes. L'équilibration se réalise par maintien, actualisation ou abandon de représentations dans le temps" [Lorino, 1995].

La difficulté de mise en oeuvre d'une attitude de type (2) est à la hauteur de l'enjeu, car, placer la problématique du pilotage au niveau de l'apprentissage organisationnel et de l'émergence de représentations partagées revient à braquer le projecteur sur les acteurs et à faire le pari de leur investissement individuel dans des problèmes collectifs :

"Les acteurs doivent accepter leur nouveau rôle dans un contexte d'apprentissage organisationnel : ils sont des interprètes, des auteurs de représentations. Ils doivent participer au diagnostic collectif, choisir des théories et s'engager sur elles. Naguère, ils devaient engager leur crédibilité opérationnelle sur la réalisation de plans d'action décidés par d'autres qu'eux. Ils prenaient un risque opératoire : celui de ne pas réussir dans l'action. On leur demande désormais de déterminer eux-mêmes des modes d'action pertinents par rapport à une certaine vision stratégique. Au risque d'échouer dans l'action, ils ajoutent le risque d'échouer dans l'analyse" [Lorino, 1995].

4.2.2. Décisions, activités et processus.

L'attitude constructiviste conduit ainsi à adopter un point de vue d'architecte en quête de briques élémentaires, de matériaux de base pouvant être présentés à un futur propriétaire pour qu'il puisse tout à la fois expliquer en quoi sa demeure actuelle n'est pas fonctionnelle et décrire le logis de ses rêves. Au fil des chapitres précédents on a exprimé quelques-unes des qualités requises par la représentation à obtenir, ce qui peut orienter (d'une façon évidemment assez arbitraire) vers la sélection de "matériaux de base" appropriés à l'expression de ces qualités.

4.2.2.1.Architecture.

°Concepts retenus.

(1) La représentation doit pouvoir être intelligible et appropriée par tous, quelle que soit la structure organisationnelle du périmètre considéré ; la méthode ABM identifie le concept d'**activité** qui permet de coller d'assez près aux traitements effectués dans une organisation et peut être assez aisément partagé. Dans le cas de Kirindi-Oya on a ainsi traité de l'activité "produire de l'eau maîtrisée pour les prises du canal principal".

(2) La représentation doit être systémique, au sens où une activité doit pouvoir être elle-même décomposée en activités reliées par des liens de nature similaire quel que soit le niveau de décomposition considéré ; l'explicitation d'une activité en une **composante pilote** et une (ou des) **composante(s) pilotée(s),** pouvant être à leur tour considérées comme composantes pilotes etc..., utilisée par l'approche AMS remplit cette exigence (Cf. figure 31). Dans le cas de Kirindi-Oya l'activité "produire de l'eau maîtrisée pour les prises du canal principal" fut explicitée selon cette décomposition.

(3) La représentation doit permettre d'organiser les activités de différents niveaux dans une logique de production d'outputs et de création de valeur ; pour répondre à ce besoin, on a identifié le concept de **processus** mis en exergue par de nombreux auteurs, par exemple Shingo (Cf. figure 32). Dans le cas de Kirindi-Oya l'activité traitée fait partie du "processus de production d'eau maîtrisée en différents points du réseau" qui comprend d'autres activités comme produire de l'eau maîtrisée au barrage, au sein des exploitations agricoles...

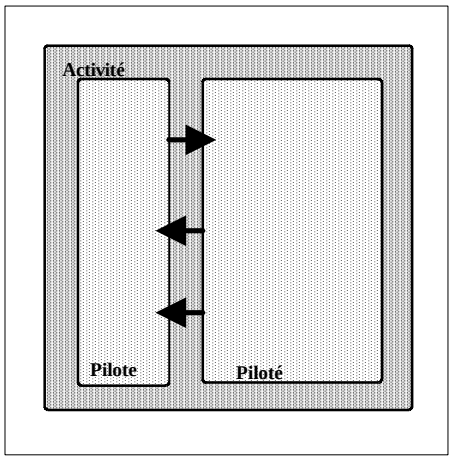


Figure 31. Activités, composantes pilotes et composantes pilotées

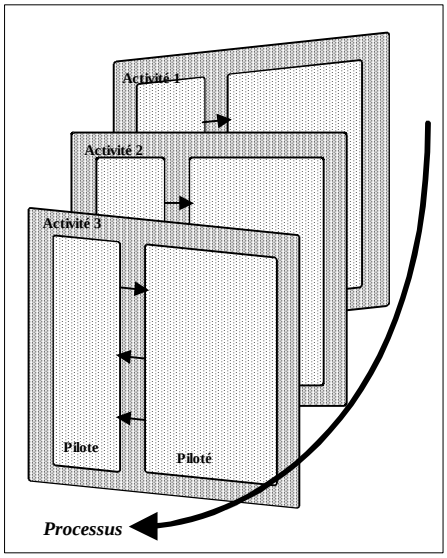


Figure 32. Activités, processus

°Application des concepts retenus au jeu de décisions de pilotage de l'irrigation.

Le choix des activités à considérer est étroitement lié à l'objectif des interventions susceptibles d'utiliser la représentation ; dans cas présent : améliorer le système de production d'eau maîtrisée.
On retiendra donc naturellement les activités dont les composantes pilotes sont en charge des décisions de pilotage sous-tendant la logique de production d'eau maîtrisée.

Les classes d'activités découlant de ce critère de choix sont répertoriées ci-dessous selon les deux catégories d'acteurs : fournisseur et producteur-client, mais pourraient l'être de la même façon dans un cadre atelier/atelier. On rajoutera aux trois décisions explicitées au chapitre 3 une dernière classe de décisions portant sur la réalisation opérationnelle des manoeuvres ; on a rencontré ce type de décision "au contact du système physique" dans le cas de Kirindi-Oya (niveau 2) et il trouve une place légitime dans la table ci-dessous qui traite de toutes les activités.

Tableau 11. Décisions de pilotage et activités sur un périmètre irrigué

Classes de <u>décisions</u> de pilotage (irrigation) :	**Classes d'<u>activités</u> génériques associées :**	**Classes de <u>décisions</u> de pilotage (industrie) :**
Allocation saisonnière (AS)	*Fournisseur* : Produire de l'eau maîtrisée, bien économique. *Producteur-client* : Irriguer des assolements.	Plan de production (à partir de prévisions de commandes)
Programmation des irrigations (PI)	*Fournisseur* : Produire de l'eau maîtrisée pour des clients agriculteurs. *Producteur-client* : Gérer le bilan hydrique de cultures irriguées.	Plan de production détaillé et pré-ordonnancement (à partir de commandes)
Plan de manoeuvre des ouvrages (PM)	*Fournisseur* : Produire de l'eau maîtrisée aux différents points d'un réseau. *Producteur-client* : Appliquer des doses sur des parcelles.	Ordonnancement (processus de fabrication)
Manoeuvre des ouvrages (MO)	*Fournisseur* : Manoeuvrer des ouvrages hydrauliques. *Producteur-client* : Utiliser du matériel d'irrigation à la parcelle.	Opérations

*La définition de la composante pilote d'une activité apparaît clairement : il s'agit d'un couple de type [**décision de pilotage**, **acteur(s) pilote(s)**].*

Cette clarification permet désormais de faire converger les définitions de structure organisationnelle et de décisions de pilotage vers celle, plus intégrée, d'architecture des composantes pilotes, donc du système de pilotage. Cette architecture résulte, comme suggéré dans les définitions liminaires du paragraphe 4.2., de la distribution de décisions de pilotage de différents niveaux (AS, PI, PM, MO) entre les acteurs du système selon la structure organisationnelle de ce dernier.

On notera que les quatre niveaux de décisions retenus définissent quatre classes d'activités génériques qui sont conceptuellement imbriquées au sens systémique précédemment indiqué :

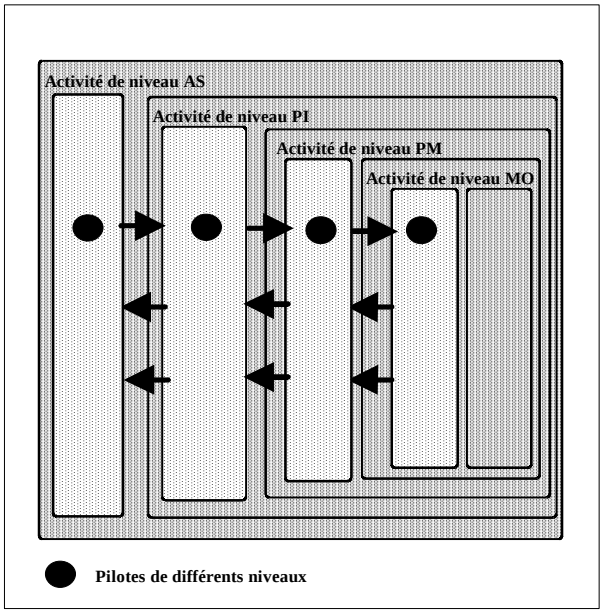


Figure 33. Les quatre niveaux de la chaîne de pilotage sur un périmètre irrigué

On notera ensuite que la composante pilote d'une activité peut être reliée à plusieurs composantes pilotées (donc plusieurs activités), constituant tout ou partie d'un processus ; le type d'*architecture* qui en découle sera désormais représenté de façon simplifiée par une projection, comme illustré ci-dessous (les pilotes sont toujours matérialisés par des points) :

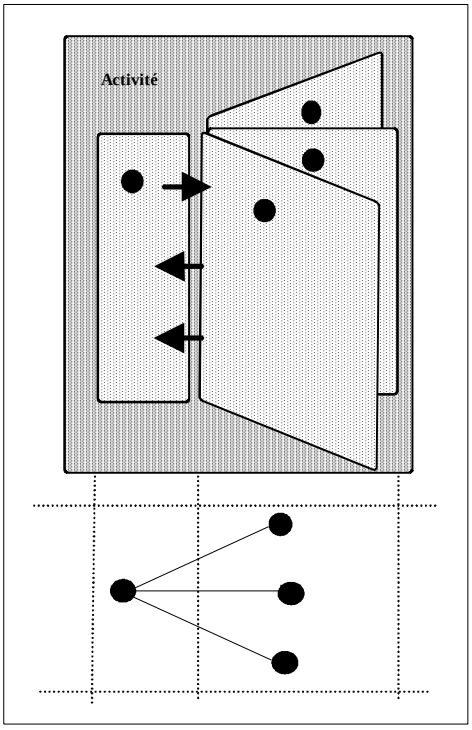
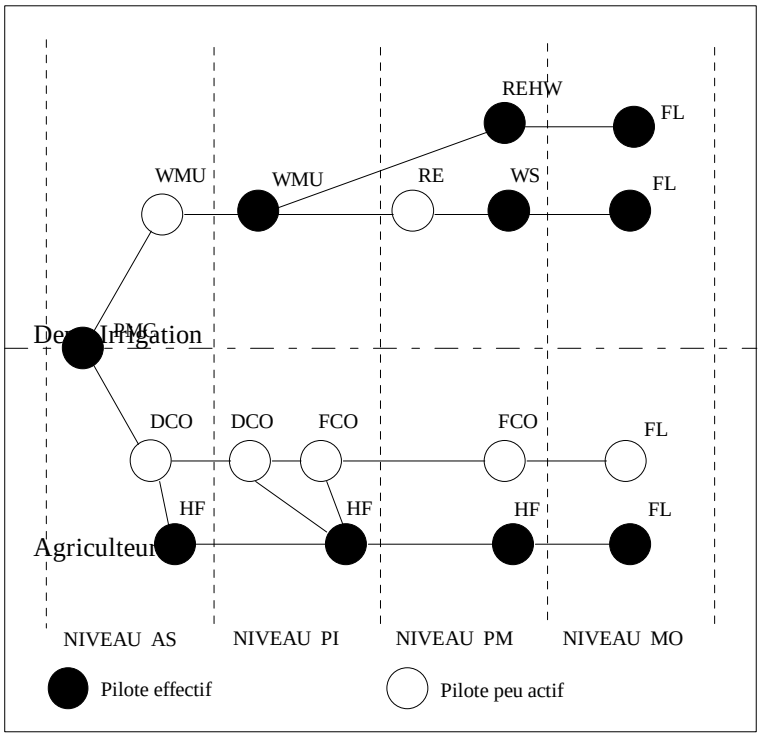


Figure 34. Schéma simplifié d'une chaîne de pilotage

En résumé, les décisions de pilotage appartenant aux quatre grandes classes AS, PI, PM, MO sont hébergées par des composantes pilotes. La structure organisationnelle du périmètre considéré se

traduit par l'identité des acteurs jouant le rôle de pilotes (agence publique, privée, agriculteurs, collège de décideurs...) et la hiérarchie institutionnelle établie entre eux (qui pilote qui) ; ces informations peuvent être condensées sur des graphes du type de celui de la figure 34.

A titre d'illustration, une architecture sommaire du système de pilotage de la production d'eau maîtrisée à Kirindi-Oya en 1991 est présentée ci-dessous. Les deux branches correspondent aux deux classes d'acteurs en présence, le département d'irrigation et les agriculteurs ; le pilote le plus élevé dans la hiérarchie est un collège mixte (PMC) comprenant des représentants des deux classes d'acteurs et donc en charge de l'activité intégrée "produire de l'eau maîtrisée pour certaines zones et certaines cultures du périmètre". On verra au chapitre 5 que ce collège est le siège d'enjeux de pouvoir importants; en 1991 le département d'irrigation y occupe une position dominante car les représentants des agriculteurs de "l'ancien système" Ellagala ont tendance à boycotter les réunions et ceux des agriculteurs du "nouveau système" sont encore mal organisés pour faire entendre leur voix.



PMC : Project management committee
WMU : Water management unit
RE : Resident engineer (right bank, left bank ou Ellagala)
REHW : Resident engineer headWorks
WS : Work supervisor
DCO : Distributory channel organization
FCO : Field channel organization
HF : Head of farm
FL : Field laborer

Figure 35. Chaîne de pilotage à Kirindi-Oya

La branche fournisseur est constituée par les pilotes du département d'irrigation :

Pilote AS : L'ingénieur en charge de l'allocation au département d'irrigation (WMU) ne peut pas moduler les décisions prises par le PMC en fonction des conditions climatiques observées durant les premier mois de la saison (Cf. paragraphe 5.1.).

Pilotes PI : Le même ingénieur (WMU) établit également un programme d'irrigation pour toute la saison en fonction des cultures prévues. Les ingénieurs en charge des canaux rive droite, rive gauche et du système Ellagala ne peuvent en principe moduler ce programme qu'après accord de WMU (par exemple en fonction des conditions climatiques -pluies- ou de circonstances inhabituelles -problèmes de maintenance-). En pratique, ils passent outre et ont tout de même un rôle de pilotes PI (non représenté sur la figure 35).

Pilotes PM : Les ingénieurs en charge des canaux rive droite, rive gauche et du système Ellagala ont un rôle de pilote très effacé. Le personnel de terrain (coordonné par les work supervisors) pilote les ouvrages en fonction de logiques locales.

Pilotes MO : Le personnel de terrain réalise les manoeuvres.

La branche producteur-client se décline sur les organisations d'agriculteurs par canaux secondaires et tertiaires et jusqu'au niveau de chaque exploitation ; elle comprend peu de pilotes collectifs effectifs (ou bien instrumentés) à Kirindi-Oya :

Pilotes AS : Les organisations sur les secondaires (DCO) ne peuvent qu'accepter l'assolement prévu (ou ne rien cultiver). Les chefs d'exploitation décident de cultiver ou pas.

Pilotes PI : Les organisations sur les secondaires peuvent moduler marginalement les dates prévues pour le démarrage (repousser un peu) et la fin (avancer un peu) de la saison d'irrigation. Les organisations sur les canaux tertiaires (FCO) peuvent fixer des tours d'eau entre les exploitations mais ne le font que rarement en pratique. Chaque agriculteur (HF) ne peut qu'accepter le débit prévu/disponible à sa prise (ou ne pas irriguer) ; il en dispose à sa guise sur ses parcelles.

Pilotes PM : Les organisations sur les tertiaires devraient donc assurer la cohérence des manoeuvres sur un tertiaire mais le font peu. Les chefs d'exploitation ont à piloter un parc de matériel d'irrigation de faible technicité au niveau des parcelles (irrigation gravitaire en casiers).

Pilotes MO : Les ouvriers agricoles (FL) ont peu de tâches de pilotage.

L'architecture précédente, seule, ne permet pas de mettre en oeuvre une vraie démarche de diagnostic ; comme on va en débattre plus bas, il faut l'enrichir d'un examen des communications, traitements et données qui la font "vivre", en un mot s'intéresser à son *instrumentation*.

4.2.2.2.Vision naïve d'un pilote.

°Fonctions et communications finalisées.

Au sein de l'architecture précédemment décrite, les pilotes sont en charge des décisions de pilotage. Comment remplissent-ils leur rôle ? On proposera ici une représentation assez caricaturale (voire simpliste) des traitements effectués par un pilote, articulée autour des trois fonctions introduites au paragraphe 4.1.2.1., dans le cas de Kirindi-Oya : une fonction de COMMANDE, une fonction d'OBSERVATION et une fonction d'EVALUATION.

Les traitements de la fonction de **COMMANDE** ont pour objet l'émission de *directives de pilotage* (commandes) à l'intention des composantes pilotées. On retiendra une partie "boucle ouverte" qui comprend des traitements traduisant les directives provenant des pilotes supérieurs en directives pour les composantes pilotées et une partie "boucle fermée" qui comprend des traitements de régulation des composantes pilotées.

Les traitements de la fonction d'**OBSERVATION** ont pour objet la préparation d'informations spécifiques sur l'état des composantes pilotées : *variables de contrôle* au regard *d'objectifs de performance internes ou de régulation*[46]. Ces traitements qui peuvent s'appuyer sur la mise en place de tableaux de bord ou être partiellement "programmés", permettent la mise en oeuvre des traitements utilisés pour la fonction de COMMANDE. Ils assurent éventuellement la transmission d'information pour contrôle à un pilote supérieur (reporting).

[46] Exemple technique: un niveau d'eau ou un débit de consigne.

La traitements de la fonction d'**EVALUATION** ont pour objet la préparation d'informations spécifiques sur l'état des composantes pilotées : *variables d'évaluation* au regard (1) *d'objectifs de performance internes intégrés sur la période d'évaluation considérée*[47] ou (2) *d'objectifs de performance externes*[48]. Ces traitements, qui s'appuient sur la mise en place de tableaux de bord, permettent d'introduire l'apprentissage par la remise en cause des traitements utilisés par la fonction de COMMANDE. Ils assurent éventuellement la transmission d'information pour évaluation à un pilote supérieur (reporting).

Avec des notations explicitées ci-après, les traitements effectués par un pilote peuvent être exprimés comme suit :

$$u^* = \text{COMMANDE}_{(ev-evo)}\ [J(y-yo), C(u)],\ u \text{ dans } U$$
$$CP\ [X, u, t]=0$$
$$ev = \text{EVALUATION}\ [X]$$
$$y = \text{OBSERVATION}\ [X]$$

u : commande
u* : commande choisie par le pilote
evo : valeur(s) objectif des variable(s) d'évaluation
ev : variable(s) d'évaluation(s)
yo : valeur(s) objectif des variable(s) de contrôle
y : variable(s) d'état des composantes pilotées utilisée(s) comme variable(s) de contrôle

U : ensemble des commandes admissibles
J : critère de contrôle
C : coût des commandes (sens très général)
CP : "équation d'évolution" des composantes pilotées
X : état complet des composantes pilotées
t : temps

Les traitements principaux restent ceux liés à l'accomplissement de la fonction de COMMANDE que l'on peut noter de façon abrégée u*= Com [y, yo, u]. Pour les mener à bien il est nécessaire d'avoir un minimum de connaissances sur le fonctionnement dynamique des composantes pilotées (CP), sur l'état de ces composantes (OBSERVATION) et sur la performance des commandes précédemment transmises (EVALUATION) ; ces traitements (boucle ouverte ou fermée) relèvent alors d'un arbitrage plus ou moins formalisé entre le coût perçu des commandes envisagées et les effets attendus de ces commandes (termes de l'arbitrage pris tous deux dans un sens très général).

[47] Exemple technique: un indice de fluctuation des niveaux d'eau sur une période.
[48] Exemple technique: le volume d'eau livré si un objectif stratégique est de maîtriser la consommation.

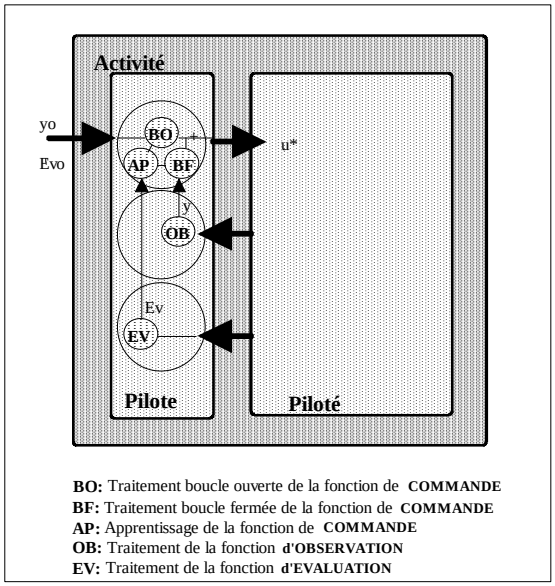


Figure 36. Fonctions du pilote et communications finalisées

Les formalisations précédentes ont pour intérêt principal de fournir un jeu de notations cohérent pour expliciter les types de variables (u, y, yo, ev, evo) manipulées par un pilote et échangées par celui-ci avec son environnement extérieur. Il est intéressant d'expliciter ces dernières à chaque fois que l'on étudie un pilote particulier, ce qui fut fait dans le cas de Kirindi-Oya à travers l'analyse des messages échangés (Cf. figure 27 ; u : manoeuvres de vannes ; y, yo : niveaux d'eau ou débits ; ev, evo : volumes...).

°Traitements et données.

Il n'est évidemment pas possible de détailler plus avant et de façon générique le contenu des traitements effectués par un pilote (affiliés aux fonctions de COMMANDE, OBSERVATION et EVALUATION) et les données élémentaires qui leur sont associées. On sait qu'à ce stade, le scénario d'explicitation proposé par la méthode MERISE peut constituer une trame utile ; on sait également que le monde de la décision et des rationalités est un tabernacle méthodologique dont les vivants piliers laissent échapper des théories de validité parfois confuse, ce qui tend à prévenir derechef contre toute velléité d'attitude "réaliste".

Dans le cadre d'une représentation de type "constructiviste" il appartient aux acteurs eux-mêmes d'expliciter le contexte de leurs traitements décisionnels et de formaliser, autant que faire se peut, l'utilisation qu'ils font de l'information contenue dans les messages (retravaillée par OBSERVATION et EVALUATION-tableaux de bord), de certaines images de références, de leur expertise, de processus de négociation (dans le cas de décisions collégiales ou de communications de "processus" détaillées au paragraphe suivant)... L'explicitation de l'architecture du système de pilotage et des trois fonctions de base remplies par chaque pilote (ainsi que les communications qui leur sont associées) permet d'approcher ce contexte décisionnel des acteurs, le cadre dans lequel s'exprime leur "rationalité limitée" au sens de Simon [Simon, 1977]. Ce jeu de "briques", certes également limité, doit ainsi permettre de faire émerger les représentations actuelles ou souhaitées des pilotes et rendre possible leur confrontation puis leur éventuelle coordination.

4.2.2.3.Ensemble des communications finalisées.

"La tendance naturelle des systèmes fermés est à la décroissance du degré de couplage, à l'auto-organisation, à la fragmentation en sous-systèmes qui s'isolent progressivement les uns des autres pour chercher, chacun, une zone de stabilité les mettant à l'abri des perturbations extérieures. A l'opposé, la tendance instinctive de toute intervention rationalisatrice sur un système (qu'elle soit inspirée par l'organisation, l'informatique, etc.) est de tout coupler à tout, bref d'intégrer le système. L'apport de la cybernétique consiste à montrer qu'il faut rechercher un équilibre entre ces deux tendances pour établir un degré de couplage admissible" [Mélèse, 1991]

Sans discuter pour l'heure de la cohérence des résultats obtenus ni, à l'instar de Mélèse, de l'inflation des communications qui va en résulter, il faut compléter le travail de représentation engagé en précisant comment "connecter" les composantes pilotes décrites en 4.2.2.2. au sein de l'architecture présentée en 4.2.2.1. Comme esquissé sur la figure 34, ces errements conduisent tout droit au tridimensionnel puisqu'il faut prolonger l'architecture hiérarchique bidimensionnelle par un axe fonctionnel où figurent les trois couches de communications connectant les composantes pilotes : communications de COMMANDE, déjà explicitées dans l'architecture, communications d'OBSERVATION et communications d'EVALUATION qui nourrissent les premières d'informations en retour. La figure 37 illustre cet ensemble de communications sur l'architecture simple à deux niveaux de la figure 34.

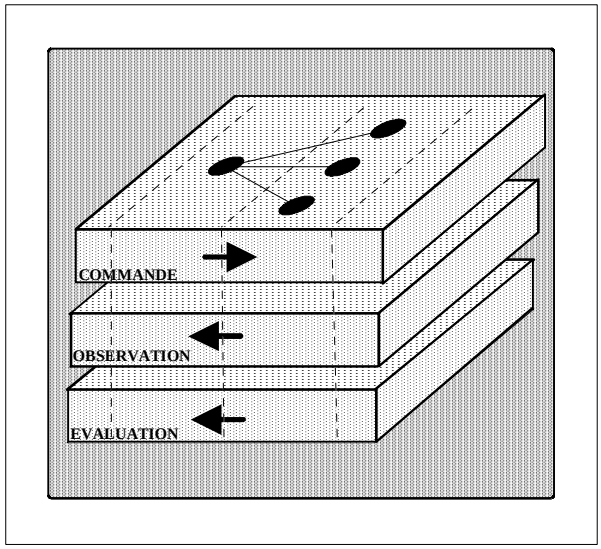


Figure 37. Chaîne de pilotage et fonctions du pilote

Cette dernière étape de la représentation permet de soulever une intéressante question subsidiaire : en sus des **communications fonctionnelles de pilotage** établies *entre pilotes et pilotés*, existe-t-il des communications de nature non hiérarchique *entre pilotes d'un même niveau* ?

Cette interrogation permet (enfin) de donner tout son sens au concept de processus mentionné en 4.2.2.1. La structure systémique hiérarchisée traitée jusqu'à présent à travers des chaînes de pilotage correspond au déploiement d'objectifs sur des activités. A des niveaux inférieurs, la différentiation des activités fait que les objectifs stratégiques ne portent généralement plus sur une activité mais sur une série d'entre elles. Ce type de séquence d'activités est alors un processus au sens de Pall cité par Lorino : "Organisation rationnelle de personnes, matières, énergie, équipement et procédés en activités conçues pour produire un résultat final spécifié" [Pall, 1987] et surtout, au sens de Shingo.

A titre d'exemple une politique d'économie d'eau peut porter au niveau PM sur les activités suivantes : (produire de l'eau maîtrisée en sortie de barrage), (produire de l'eau maîtrisée aux prises du réseau de canaux), (appliquer de l'eau sur les parcelles), (réutiliser de l'eau de drainage), qui appartiennent au processus de "production d'eau maîtrisée en différents points du réseau" et peuvent être

pilotées par des acteurs de même niveau sans rapports de nature hiérarchique (acteurs producteurs d'eau maîtrisée et acteurs producteurs de biens agricoles).

En considérant les activités de tous les acteurs potentiellement à l'oeuvre sur la zone d'un périmètre (banques, agro-industries, agriculture non irriguée, matériel agricole, éleveurs... et tout autre utilisateur des ressources mobilisées : eau, travail, terres irrigables, liquidités...), on peut d'ailleurs plonger les activités liées à l'irrigation dans les grands processus créateurs de valeur aux différents niveaux retenus :

Niveau (AS)-activités économiques sur la zone d'un périmètre, par exemple : *processus de production de richesses sur la zone du périmètre à l'échelle saisonnière* (mobilisation des différents systèmes de production de biens économiques),... Pour les acteurs de l'irrigation ce processus requiert de PARTICIPER à une "coordination d'allocation".
Niveau (PI)-activités de production d'un bien économique, par exemple : *processus de production des cultures irriguées du périmètre* (mobilisation des systèmes de production des différents intrants pour les"assembler" au sein d'un itinéraire cultural),... Pour les acteurs de l'irrigation ce processus requiert de PARTICIPER à une "coordination de rendez-vous".
Niveau (PM)-activités de production d'un intrant, par exemple : *processus de production d'eau maîtrisée en différents points d'un réseau* (mobilisation de l'ensemble des équipements nécessaires à la production de cet intrant),... Pour les acteurs de l'irrigation ce processus requiert de REALISER une "coordination de gamme".
Niveau (MO)-activités opérationnelles, par exemple : *processus de manoeuvre d'un ouvrage hydraulique* (mobilisation d'outils particuliers),... Pour les acteurs de l'irrigation ce processus requiert de REALISER une "coordination d'opérations élémentaires".

...et tout sous-processus afférant plus particulièrement aux problèmes de production d'eau maîtrisée : (AS) processus d'allocation saisonnière de l'eau d'un barrage entre divers utilisateurs ; (PI) processus de traitement des commandes d'eau maîtrisée, processus de reprogrammation des irrigations en cas de pluie ; (PM) processus opérationnel de mise en eau d'un canal ; (MO) processus d'ouverture d'une vanne...

Il est essentiel de remarquer que les activités de niveaux AS et PI s'inscrivent dans des processus dépassant le cadre de la production d'eau maîtrisée (économie de la zone, agriculture irriguée)[49] alors qu'en revanche, aux niveaux PM et MO, les classes d'activités génériques retenues constituent à elles seules les processus pertinents. Il faut donc resituer les activités génériques du tableau 11 dans leur véritable contexte de performance.

[49] Ces processus comprennent donc d'autres activités (où interviennent d'autres pilotes, etc) en sus des activités concernant la production d'eau maîtrisée. Ces dernières, que l'on étudie ici, sont en quelque sorte la "trace" de la chaîne de pilotage "eau maîtrisée" sur ces processus.

Tableau 12. Activités et processus

Classes de <u>décisions</u> de pilotage (irrigation) :	**Classes d'<u>activités</u> génériques associées :**	**<u>Processus</u> globaux dont les activités font partie :**
Allocation saisonnière (AS)	*Fournisseur* : Produire de l'eau maîtrisée, bien économique. *Producteur-client* : Irriguer des assolements.	*Processus de production de richesses sur la zone d'un périmètre à l'échelle saisonnière.* **[plus large que production d'eau maîtrisée]**
Programmation des irrigations (PI)	*Fournisseur* : Produire de l'eau maîtrisée pour des clients agriculteurs. *Producteur-client* : Gérer le bilan hydrique de cultures irriguées.	*Processus de production des cultures irriguées d'un périmètre-assemblage d'intrants.***[plus large que production d'eau maîtrisée]**
Plan de manoeuvre des ouvrages (PM)	*Fournisseur* : Produire de l'eau maîtrisée aux différents points d'un réseau. *Producteur-client* : Appliquer des doses sur des parcelles.	*Processus de production d'eau maîtrisée aux différents points d'un périmètre.* **[production d'eau maîtrisée]**
Manoeuvre des ouvrages (MO)	*Fournisseur* : Manoeuvrer des ouvrages hydrauliques. *Producteur-client* : Utiliser du matériel d'irrigation à la parcelle.	*Processus de manoeuvre d'ouvrages.* **[production d'eau maîtrisée]**

Les activités d'un même processus (ou sous-processus) ne sont évidemment pas toujours coordonnées par un pilote supérieur commun[50]. Pour suppléer à cette absence ou impossibilité éventuelle de coordination par pilotage (ou en complément si elle existe), une forme de coordination *plus ou moins formalisée* s'établira très souvent par communication directe, non hiérarchique, entre les pilotes de ces activités. Ces communications entre activités d'un même processus seront prises en compte sous le nom de **communications fonctionnelles de processus**. Elles permettent donc de resituer les pilotes de différents niveaux dans les différents processus créateurs de valeur, comme illustré ci-après sur l'exemple de Kirindi-Oya (où ces communications étaient par ailleurs presque inexistantes).

[50] Si elles le sont, le type de représentation retenu permet alors d'identifier le couple (composante pilote coordinatrice, activités pilotées constituant le processus) à une activité.

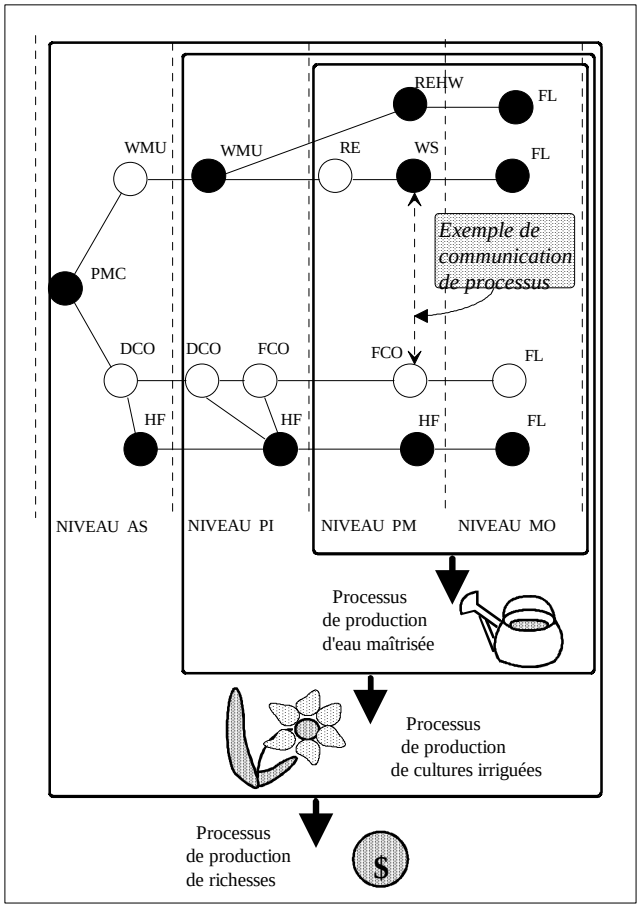


Figure 38. Périmètre irrigué et processus créateurs de valeur

Ces communications s'établissent dans les couches fonctionnelles d'OBSERVATION (information de processus utile pour certains traitements de pilotage) et d'EVALUATION (information de processus utile pour remettre en cause certains traitements de pilotage). Elles peuvent être de plusieurs types :

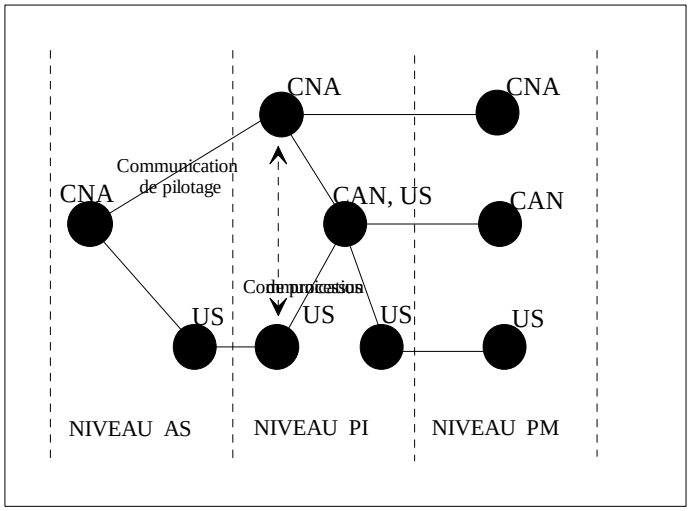
(a) Interactions de type "contrat" par lesquelles les deux acteurs se mettent d'accord *au préalable* sur des traitements à effectuer en routine ; par exemple pour les commandes et livraison d'eau maîtrisée (boucle ouverte)...

(b) Interactions de type "contrat d'assurance" ou "procédures exceptionnelles" par lesquelles les deux acteurs se mettent d'accord *au préalable* sur des traitements à effectuer face à des scénarios possibles ; par exemple : règle d'allocation d'eau minimum en cas de sécheresse exceptionnelle ; règle de réduction du débit à une prise secondaire en cas de pluie, après demande des usagers de la zone affectée (boucle fermée codifiée)...

(c) Interactions non codifiées de type "négociation" ou simple "échange d'information" ; par exemple : demande non prévue d'ajustement du débit à la livraison ; informations transmises sur l'état de maintenance d'un canal avant mise en eau (boucle fermée "ouverte")...

Le cadre des interactions (a) et (b) peut éventuellement avoir été défini par un pilote supérieur commun qui délègue leur mise en oeuvre décentralisée par souci de réactivité.

Une illustration complémentaire est fournie par un exemple au niveau PI, très grossièrement inspiré d'un périmètre mexicain à neuf pilotes : le processus de traitement des commandes d'eau entraîne des communications d'OBSERVATION codifiées (transmission des desiderata, facturation, paiement) et une communication d'EVALUATION "ouverte" (plaintes éventuelles) entre une agence d'irrigation (CNA) et les usagers (US). On a également représenté un pilote à deux acteurs [aiguadier (CAN) et usager (US)] au niveau PI pour indiquer que la décision finale de programmation est prise sur la base du traitement des commandes d'eau mais au cours d'une dernière vraie négociation "sur la prise".



CNA : Comision nacional del agua
CAN : CANaleros
US : USarios

Figure 39. Exemple de communications fonctionnelles de pilotage et de processus

On mentionnera pour terminer que les communications fonctionnelles de processus n'avaient pas été explicitement traitées dans la première représentation de l'activité "produire de l'eau maîtrisée aux prises du canal principal" à Kirindi-Oya. Des communications de ce type existaient néanmoins en OBSERVATION (échanges entre les aiguadiers et les agriculteurs en cas de pluie ou de problèmes sur un canal) et furent établies en EVALUATION à travers le forum de discussion créé par l'installation des tableaux de bord (ce qui fut d'autant plus bénéfique qu'il s'agissait là de l'interface clé du processus de production d'eau maîtrisée).

4.2.3. Ce que dit et ne dit pas la représentation.

Les représentations obtenues selon les principes qui viennent d'être précisés ne prétendent pas être aussi exhaustive que les représentations mises au point en industrie avec des méthodes de type GRAI ou ABM. Elles sont frustes mais peuvent raisonnablement jouer le rôle de "point d'ancrage management" qui leur est assigné. On insistera une dernière fois sur le fait que le choix des briques élémentaires qui permettent de les construire est porteur de biais importants. Ces biais s'expliquent néanmoins par la volonté de pouvoir "lire" dans les représentations obtenues et de faire évoluer les options choisies dans le système considéré face à trois types de questions qui s'avèrent conditionner pour une part importante sa fonctionnalité (Cf. exemples du paragraphe 3.3.3.) :

(1) Structure hiérarchisée des chaînes de pilotage
(2) Coordination des activités en processus
(3) Rôle de l'information et de la mesure

***Question (1)* :** L'articulation systémique entre les quatre niveaux AS, PI, PM et MO est suffisamment claire pour inciter toute intervention recentrée sur un niveau à tracer la carte des communications avec les autres niveaux et à vérifier la cohérence des modifications proposées dans ce cadre global. Trop d'interventions, essentiellement dans le domaine de l'aide à la décision, présument de l'ajustement automatique des autres niveaux à une "nouvelle donne" décisionnelle créée par l'introduction d'un outil à un niveau donné. Cette hypothèse peut s'avérer inexacte comme constaté sur quelques exemples au paragraphe 3.3.3.2. ; si un niveau inférieur est faible, une intervention sur un

pilote supérieur n'aura que peu d'impact (goulot de pilotage). Cette mise en garde joue dans les deux sens : les objectifs utilisés par un niveau donné lui sont transmis sous forme de commandes par un pilote supérieur ($yo_i=u^*_{i-1}$; $u^*_i=Com[y_i,yo_i,u_i]$; $yo_{i+1}=u^*_i$), il convient d'examiner leur validité avant de perfectionner leur traitement au niveau considéré ; et ce d'autant plus finement que le retour d'information sur la couche EVALUATION utilisé par le pilote supérieur est faible.

***Question (2)* :** C'est un point clé du déploiement de la performance. Le point délicat consiste à prendre en compte de façon performante l'interface de gestion entre les deux acteurs du périmètre, qui coupe le processus de création de valeur principal à l'échelle du périmètre ("processus de production de cultures irriguées").

Dans une configuration de type fournisseur/producteur-client, ce point doit être traité au niveau PI par une définition très claire, *a priori*, des produits échangés, du service fourni par le producteur d'eau maîtrisée et du réglement des contentieux : tolérances sur les caractéristiques des produits, clarté des procédures exceptionnelles... Le manque de flexibilité créé par des limitations intrinsèques des systèmes de production en présence ou du dispositif de coordination entre les deux acteurs pour la production d'un intrant aussi important que l'eau maîtrisée doit ainsi être pallié par une grande fiabilité et une grande prédictibilité des échanges à l'interface : l'incertitude doit être chassée du processus autant que faire se peut (boucle ouverte et boucle fermée codifiée). L'amélioration de la réactivité passe également par un travail sur les communications de processus au niveau PM : marges de négociation pour modifier les produits à la livraison, forum d'évaluation (boucle fermée "ouverte")...

Dans une configuration atelier/atelier, la coordination du processus est en principe effectuée par un pilote supérieur et le problème se pose en terme de contrôle de processus global ; la coordination directe du processus peut s'avérer tout aussi difficile à mettre en place que la coordination des acteurs de ce processus, en raison des aléas affectant l'atelier de production d'eau maîtrisée et les ateliers de production de biens agricoles. On se retrouve alors dans un mode de fonctionnement "décentralisé" proche du cas précédent où la performance ne peut naître que d'un dosage délicat de fiabilité et de prédictibilité des échanges garanties *a priori* et de réactivité additionnelle assurée par des mécanismes de communications de processus relativement "ouverts".

"L'objectif de la gestion par processus est clair : il s'agit d'inciter chaque activité -et donc les acteurs concernés- à se replacer dans cet enchaînement en portant l'attention sur la performance globale du processus et donc sur la qualité des interactions entre activités, interactions qui se trouvent formalisées et gérées en tant que telles" [Zarifian, 1995].

Ce dernier objectif est évidemment d'autant plus difficile à atteindre, dans les deux configurations, que les dispositifs de coordination entre activités sont moins performants. Ce qui peut être le cas à l'interface clé du périmètre irrigué, notamment en raison de difficultés intrinsèques spécifiques :

(a) Spécificités du processus de production d'eau maîtrisée : aléas d'approvisionnement ; maîtrise difficile des temps de fabrication et des stocks d'en cours ou de produits finis ; difficulté de mettre en place des boucles fermées "ouvertes" avec des producteurs-clients individuels puisque la nature "en réseau réparti" du processus de production introduit un fort degré d'interdépendance.

(b) Spécificités du processus de production de bien agricoles : aléas de besoin en eau maîtrisée.

A ces difficultés vient également s'ajouter un manque de vision des besoins de l'interface, qui fait que l'on est souvent loin d'une attitude "intégratrice" visant à harmoniser son fonctionnement, comme celle en vigueur chez Toyota et rapportée dans [Woomack, 1992] : "Le dilemme du 'make or buy' qui agitait tant les entreprises de production en série, sembla particulièrement incongrue aux yeux des responsables de Toyota, lorsqu'ils se posèrent la question de l'achat des éléments constitutifs de leurs véhicules. La vraie question , pour eux, était de savoir comment l'assembleur et ses fournisseurs pourraient travailler en collaboration suffisamment étroite afin de réduire les coûts, améliorer la qualité, quel que soit leur degré de lien juridique".

***Question (3)* :** Information, le retour. "Un agent économique fonde ses jugements et ses choix, à un instant donné, sur un petit nombre de critères, en privilégiant les critères numériques" [Riveline, 1991].

"On pourrait caricaturer (à peine) de nombreuses situations où, sous couvert d'étude et de mise en place de systèmes d'information, on a en fait travaillé sur le recueil, le traitement, la communication, le contrôle d'ensemble de données et sur une instrumentation de plus en plus performante ; mais tout ce travail coûteux et lourd a laissé passer entre les mailles de son filet, *l'information*, c'est-à-dire tout ce qui a un sens pour chacun" [Mélèse, 1991].

"L'information ne joue pas un rôle décisif dans la décision. Elle passe derrière l'intuition et l'affectif. Après la décision on reconstruit les motifs pour leur donner une apparence rationnelle" [Jarrosson, 1994].

etc...

Information, données, mesure se conjuguent selon des modes faits d'ambiguïté et de mise en garde, et pourtant... si l'illusion du quantitatif souverain régissant des fonctionnements d'automate n'est plus de mise, une connaissance minimale du système piloté et des processus reste indispensable au pilote ne serait-ce que pour influencer indirectement la représentation qu'il s'en fait. Le propre de la représentation qui a été suggérée est de classer les flux d'information entre pilotes en deux types (pilotage, processus) et trois couches fonctionnelles (COMMANDE, OBSERVATION, EVALUATION). Ce faisant, les flux se trouvent placés dans la perspective constructiviste adoptée et on peut s'attacher à analyser faiblesses et redondances dans un cadre finalisé. Le parti pris de faire l'économie de ce type d'analyse est à l'origine d'insuffisances triviales de certaines interventions (informations manquantes ou trop peu précises pour l'OBSERVATION, pas de mesures fiables pour un retour d'EVALUATION sur tableaux de bord ou à une interface de processus...).

En résumé..., pour défendre le point d'ancrage choisi (système de pilotage) et donc, en principe, une partie de la thèse énoncée :

L'interdépendance forte des pilotes à l'oeuvre sur un périmètre irrigué due notamment à la hiérarchie de la chaîne de pilotage de production d'eau maîtrisée et à <u>la</u> <u>présence</u> <u>d'une</u> <u>interface</u> <u>intrinséquement</u> <u>difficile</u> (producteur d'eau maîtrisée/producteur de biens agricoles), qui coupe le processus de création de valeur à l'échelle du périmètre est un premier argument pour justifier le choix du système de pilotage comme point d'ancrage ; il est très difficile de mener des interventions *pertinentes* sans examen d'une représentation globale de ce système de pilotage.

4.3. Théoriser une prestation thérapeutique

Un enjeu, des partenaires, un cheval de Troie pressenti[51], un point d'ancrage, une démarche pour intervenir... que faire de ce déballage ? Tout d'abord, une double mise en garde sur la nécessité de se donner les moyens d'accéder à une "explicitation authentique" des comportements (rôle perturbateur du cheval de Troie) et de ne pas se limiter aux discours convenus que les acteurs du système estiment appropriés face aux différents types d'intervenants (paragraphe 4.3.1.). Ensuite, une tentative de formalisation de la "démarche" proposée pour les interventions visant à améliorer la gestion de l'eau dans les périmètres irrigués (paragraphes 4.3.2. et 4.3.3.). S'ils sont énoncés en des termes génériques, les éléments de cette démarche se nourrissent à l'évidence de la description de l'intervention technique particulière de Kirindi-Oya, discutée au paragraphe 4.1., complémentée par quelques autres expériences de terrain qui seront en partie évoquées au chapitre 5. Ils s'appuieront pour une part importante sur l'outil de représentation du système de pilotage mis au point au paragraphe 4.2., utilisé pour mettre en oeuvre des principes simples de ré-ingénierie.

Il faut ici rappeler que le terme de ré-ingénierie, déjà employé à plusieurs reprises et quelque peu débattu au paragraphe 3.4., fait référence à la méthode de mise en oeuvre d'un processus

[51] Le logiciel RBMC dans le cas de l'intervention à Kirindi-Oya.

d'amélioration de la performance en entreprise, récemment popularisée sous le nom de "Reengineering" [Hammer, 1993]. Cette méthode reprend pour une bonne part des éléments déjà pratiqués de valorisation de réflexions communes, très participatives, entre les employés d'une même entreprise sur la signification réelle de leurs tâches quotidiennes et la contribution de ces tâches à la création de valeur. Comme on l'a mentionné plus haut, les auteurs de la méthode présentent néanmoins comme novateur son caractère nécessairement "fondamental, radical et spectaculaire" et le fait qu'elle s'articule sur des thèmes comme "la priorité aux processus, l'ambition, l'infraction aux règles établies, l'exploitation créative des technologies de l'information"...

On a vu qu'un recentrage de la réflexion autour de la notion de processus et de la création de valeur est très profitable, voire essentiel, à la mise en oeuvre d'améliorations dans le système de production d'eau maîtrisée d'un périmètre irrigué. On retiendra de plus qu'une attitude "frondeuse" face à l'acquis peut être source de jouvence dans des organisations comme les périmètres irrigués, rigidifiées par des choix techniques souvent dogmatiques et l'absence de concurrence directe.

Ces quelques remarques sont un complément justificatif succinct, préparant un acte d'allégeance, dans l'esprit plus que dans la forme, aux tenants du "Reegineering"...

4.3.1. A propos de la prestation

4.3.1.1.Motivation et authenticité du discours.

Point de médications pertinentes sans la mise au point (à un stade de l'intervention) d'une représentation *partagée* par les acteurs en présence du système de pilotage dans lequel ils sont "immergés" ; soit ; ce qui précède se voulait une argumentation permettant de justifier ce volet (choix du point d'ancrage) ; cette représentation doit donc être mise à jour, mais... peut-elle l'être vraiment par simple interaction entre l'intervenant et les acteurs du système autour du jeu de meccano (briques élémentaires) qui fut présenté au paragraphe 4.2.2. ?

En d'autres termes, une intervention de même nature sur le système de pilotage aurait-elle pu être enclenchée à Kirindi-Oya sans l'effet d'annonce véhiculé initialement par le modèle mathématique de simulation hydraulique ? Question non triviale : quel fut le véritable Cheval de Troie : RBMC, la représentation formalisée du système de pilotage, le premier tableau de bord ? IMIS peut -il jouer ce rôle ?... Silence dans la salle.

Cette interrogation entre en résonance avec l'une des thématiques de recherche du Centre de gestion scientifique de l'Ecole des mines de Paris (CGS). Fondés sur l'analyse d'un nombre important d'interventions en entreprise visant pour la plupart à introduire un outil formalisé de recherche opérationnelle (RO), les éléments d'une "théorie de l'intervention" ont été peu à peu dégagés. Le constat conjugué de la non appropriation d'un certain nombre d'outils formalisés initialement proposés et des conséquences non négligeables que leur introduction avortée avait néanmoins entraînées dans l'organisation d'accueil a conduit à déplacer progressivement l'intérêt des chercheurs depuis les outils vers l'étude des comportements des acteurs face à l'introduction de ces outils. Ce déplacement a conduit à privilégier le pouvoir "révélateur" des outils de la RO face à leur rôle initial de solution réaliste à un problème posé. Le terme retenu pour caractériser le nouveau rôle dévolu à l'outil dans ce cadre d'interaction est celui de "mythe rationnel". "Face aux perturbations induites par l'apparition du mythe, chaque acteur concerné est conduit d'une part à donner sa propre représentation du processus organisationnel dans lequel il est impliqué, d'autre part à mettre en oeuvre tous les moyens que sa situation lui fournit pour renforcer ou au contraire s'opposer au mythe qui sous-tend le modèle. C'est le propre d'un mythe d'engendrer de telles réactions. Mais si le mythe s'appuie sur des concepts aussi vagues que ceux concernant l'amélioration de la participation, la délégation de responsabilité, la circulation de l'information, l'amélioration de la qualité, le processus de connaissance qu'il peut induire n'aura que des effets limités : au mieux, il permettra de mieux cerner les idées mentales des différents agents de l'organisation, mais avec le risque qu'elles soient sans rapport avec leurs jugements et leur comportement. Au contraire, le mythe véhiculé par la rationalité de type formalisée (RO) et concrétisé par des outils formalisés construit des comportements spécifiques. La

confrontation entre ces comportements spécifiques et les comportements réels peut être conduite terme à terme" [Molet, 1983].

Cette analyse permet en effet de mieux apprécier le rôle tout à la fois "légitimant" pour les intervenants et perturbateur pour les acteurs du système, d'un outil comme RBMC qui donne un éclairage rationnel à l'activité "produire de l'eau maîtrisée pour les prises du canal principal". L'apport du modèle mathématique dans ce cadre d'interprétation apparaît assez clairement avec le recul ; ce rôle fut d'ailleurs d'autant plus efficace que les intervenants présentèrent initialement l'utilisation de l'outil comme l'objectif réel et avoué de l'intervention, sans arrière-pensée méthodologique. Cela étant, une fois la phase de perturbation obtenue, l'expérience de Kirindi-Oya enseigne qu'il faut s'engouffrer sans tarder dans les brèches révélées par cette perturbation, les expliciter et les lire avec un parti pris indispensable d'action sur le système. C'est sans doute alors le rôle du "point d'ancrage" : l'explicitation (avec et par les acteurs) d'une représentation du système de pilotage, que de capitaliser l'information dévoilée par l'interaction avec le modèle rationnel, en la structurant pour préparer à l'action ; phase critique de l'intervention, objet principal de cette défense de thèse, où il faut pouvoir "rebondir" dans la bonne direction pour jeter l'ancre au bon mouillage...

4.3.1.2.Partenaires et enjeux.

Reprenons encore un peu plus à l'amont : Pourquoi s'intéresser à un système ; quelle est la légitimité première de l'intervenant et la justification de son ingérence dans les affaires internes d'une organisation ?

"En pratique, pour qu'un problème managérial soit effectivement pris en charge, il faut une marque d'insatisfaction, un jugement sur quelque chose à modifier et un enjeu dont un acteur se sente porteur. (...) [Roy, 1992].

"*L'analyse pour qui et par qui* ? Cette formulation amène immédiatement des questions : le *pour qui* ? ne devrait-il pas être remplacé par *pour quoi* ? c'est-à-dire, dans quel but ? Est-ce judicieux de personnaliser ainsi, alors qu'il est clair d'annoncer, par exemple, que telle analyse a pour but d'améliorer l'efficacité du service des achats ou de perfectionner le système informatique ?

Certes, c'est plus commode, mais ces buts, ces objectifs organisationnels et managériaux n'effacent jamais les projets et les désirs de chaque personne qui se pose la question *pour qui* ? et qui considère parfois l'énoncé de ces buts comme une dérobade ou un alibi. En fait, derrière chaque *quoi*, il y a un ou plusieurs *qui*, car tous les concepts et tous les systèmes qui parsèment les organisations médiatisent des relations entre des individus : on trouve toujours quelqu'un, dirigeant, cadre, actionnaire, consommateur, ouvrier..., en amont et en aval" [Mélèse, 1991].

Ce point élargit l'interrogation du paragraphe précédent pour soulever l'épineuse question des rapports entre l'intervenant, un éventuel promoteur de l'intervention à l'intérieur du système "en thérapie" et les autres acteurs de ce système ; ils conditionnent pour une bonne part le déroulement de l'intervention. Il faut non seulement réfléchir au type d'interaction qui doit s'instaurer pour que l'intervenant puisse accéder à une représentation pertinente du système de pilotage mais également se demander si l'origine de l'intervention doit aussi être prise en compte pour comprendre et définir ce mode d'interaction.

Consultants, chercheurs, bailleurs de fonds... le tour d'horizon des "acteurs du changement" amorcé au paragraphe 3.3.2. pourrait entraîner trop loin si on le voulait exhaustif et révélateur des biais introduits par "l'image" que chaque type d'intervenant véhicule inévitablement auprès des différents acteurs du système où il intervient. Au-delà des mises en garde évidentes face à des démarches purement exogènes (suscitées par exemple par des bailleurs de fonds), où les interventions échappent parfois totalement à certains des acteurs auxquels elles sont destinées, il faut cependant reconnaître que dans la majorité des cas la présence "d'agents catalyseurs" est nécessaire pour faire évoluer un système.

Le domaine de l'irrigation, où la majeure partie du champ d'action et donc des interventions se situe en pays en voie de développement est particulièrement sensible à ces biais introduits par l'étiquette institutionnelle du catalyseur. On ne peut encore une fois qu'effleurer ce problème puisqu'il renvoie alors

à la très vaste problématique des conditions d'efficacité et des enjeux de l'aide au développement, qui prend des formes très variées et a des implications sur le comportement des acteurs parfois insoupçonnées. "Les nouveaux experts, encore porteurs du pouvoir financier et de la neutralité exterritoriale, capteront toutes les attentions autour de leur personne. Cette mobilisation des énergies les persuadera qu'ils ont la capacité de mettre en mouvement de vraies réformes. Mais on sait d'expérience qu'en leur absence, entre deux séjours, les choses ne progresseront guère. Cette méthode risque d'ouvrir l'ère des voyages éclairs. De plus en plus ignorants des réalités locales, ils auront une lecture naïve des attitudes qu'ils rencontrent. Séduits par la focalisation que crée leur seule présence, ils mettront du temps à découvrir les dynamiques sous-jacentes et les insuffisances de leur rôle" [Henry, 1995]. L'expert serait-il un anti-mythe rationnel qui s'ignore ?-flatteur- (pour l'aspect rationnel).

4.3.2. Diagnostic en deux temps

4.3.2.1.Indicateurs de non-fonctionnalité

°Objectifs stratégiques et activités critiques.

L'intervention est enclenchée et les acteurs "irrigation" sont amenés à dévoiler leurs représentations du système de pilotage, répondant à la question : "**Que faisons-nous ?**". Sur lesquels de ces pilotes l'attention de l'intervenant doit-elle se focaliser ?

Reprenant l'analyse du paragraphe 3.2., la liste des objectifs stratégiques retenus sur lesquels peut se focaliser l'enjeu de l'intervention est relativement limitée :

-Durabilité.
-Productivité des ressources rares.
-Rentabilité "sociale" de l'agriculture irriguée.
-Rentabilité "économique" de l'entreprise périmètre irrigué.

Ces objectifs stratégiques renvoient essentiellement aux processus de niveaux AS (production de richesses sur la zone d'un périmètre à l'échelle saisonnière) et PI (production des cultures irriguées d'un périmètre) -Cf. tableau 11. Comme suggéré au paragraphe 3.2.2. et du fait de l'étendue des processus concernés, leur déploiement déborde le simple domaine de la production d'eau maîtrisée ; on s'est néanmoins volontairement limité dans tout ce qui précède aux actes de pilotage relatifs à ce domaine (mis en oeuvre par les acteurs "irrigation" dans le cadre de configurations fournisseur/producteur-client ou atelier/atelier) : c'est donc sur cette *chaîne de pilotage spécifique*, toujours nommée sans ambiguïté "système de pilotage" que le déploiement sera discuté.

On peut ainsi effectuer un déploiement "thématique" liminaire qui conduit à recentrer les objectifs stratégiques en trois "facteurs-clés de succès" qui sont les thèmes majeurs des interventions actuelles sur la *production d'eau maîtrisée* :

Environnement :	Diminuer les impacts négatifs sur l'environnement et la santé de la production d'eau maîtrisée (Cf. durabilité).
Productivité :	Diminuer la quantité d'eau maîtrisée à mettre en production pour irriguer dans un contexte et avec des résultats donnés (Cf. productivité des ressources).
Qualité :	Augmenter la fiabilité et la flexibilité des systèmes de production d'eau maîtrisée. (Cf. rentabilité sociale et économique)

A l'évidence, au sein du domaine de la production d'eau maîtrisée, le déploiement de ces facteurs-clés de succès déborde le seul volet *technique* ; dans le contexte des "focalisations restrictives" que l'on s'est fixé, le propos va être recentré une dernière fois, non du fait de contraintes méthodologiques mais par volonté de limiter le champ de l'illustration.

Attention, focalisation restrictive numéro quatre !
L'amélioration de la production d'eau maîtrisée porte sur des objectifs stratégiques devant être déployés tout à la fois selon un mode économique et un mode technique. Les exemples utilisés pour illustrer la démarche d'amélioration proposée font en majorité référence au **déploiement technique**.

Ce faisant et comme cela avait été fait pour des raisons de circonstances dans le cas de Kirindi-Oya, on donnera peut-être parfois la regrettable impression d'éluder un volet économique pourtant fourni : politiques de tarification de l'eau, diminution des coûts de production, équilibrage des balances d'exploitation, modes de recouvrement des redevances auprès des usagers,... Ces préoccupations ne sont pas ignorées, elles entrent bien évidemment dans le cadre du déploiement d'une interprétation performance tel qu'il est évoqué ci-après ; elles ne seront simplement pas développées.

Comme suggéré par [Lorino, 1991], à qui est empruntée la démarche de contrôle stratégique mise en oeuvre dans ce paragraphe, chaque objectif stratégique (FCS) peut être caractérisé sous la forme d'un (ou des) indicateur(s) de performance externe(s) qualifiant un output du système de production.

Tableau 13. Facteurs-clés de succès et indicateurs de performance externes

FCS	Outputs	Indicateurs
Environnement	Ecosystème "périmètre irrigué"	Qualité de l'eau, des sols, extension de maladies "hydriques"...
Productivité	Stock d'eau mobilisé	m3/ha et kg/m3
Qualité	Produits livrés	Satisfaction des usagers

L'étape suivante d'une démarche de contrôle stratégique conduit à placer l'intervention dans la perspective de l'amélioration de l'un des FCS, puis à identifier l'ensemble des activités dites "critiques" du système de production qui sont susceptibles d'avoir une influence forte sur les indicateurs de performance associés à ce FCS. L'intervention portera alors en priorité sur ces activités. Le cas du périmètre irrigué s'avère singulièrement simple à décrypter puisque les trois FCS explicités renvoient à deux processus imbriqués (niveau AS pour *environnement* et *productivité* : "production de richesses sur la zone d'un périmètre irrigué" ; niveau PI pour *qualité* : "production des cultures irriguées d'un périmètre") et sont dépendants de jeu d'activités critiques "irrigation" relativement similaires. Les principales décisions "critiques" effectuées par les pilotes de ces activités sont mentionnées ci-après.

Tableau 14. Facteurs-clés de succès et activités critiques (° : Activité importante.°° : Activité critique).

Niveaux	Composantes pilotes des activités (décisions de pilotage-irrigation)	FCS		
		Environnement	*Productivité*	*Qualité*
AS	-Faire un plan d'allocation de l'eau pour une saison sur les diverses zones d'un périmètre.	°°	°°	
	-Faire un plan d'allocation d'eau pour une saison sur une exploitation agricole.	°°	°	
PI	-Faire un programme d'irrigation pour les diverses zones irriguées d'un périmètre à diverses échelles de temps.	°	°°	°°
	-Faire un programme d'irrigation pour les diverses zones irriguées d'une exploitation agricole à diverses échelles de temps.	°	°°	°
PM	-Faire un plan de manoeuvre des ouvrages hydrauliques sur le système de production d'eau maîtrisée collectif.			
	>approvisionnement	°	°°	°°
	>réseau primaire	°°	°°	°°
	>réseau de drainage	°°		
	-Faire un plan de mise en oeuvre des matériels d'irrigation sur une exploitation agricole.	°°	°°	°
MO	-Manoeuvrer des ouvrages hydrauliques.	°°	°°	°°
	-Mettre en oeuvre du matériel d'irrigation	°°	°°	°°

Ceci renforce le point de vue adopté qui privilégie une analyse globale du système de pilotage de la production d'eau maîtrisée, il n'est pas réaliste de se limiter *a priori* à des analyses partielles pour mener des interventions visant à améliorer l'un des principaux facteurs-clés de succès à considérer (volet technique) sur les périmètres irrigués ; il est quasi obligatoire de faire intervenir des acteurs des quatre niveaux de décision de pilotage. L'analyse précédente permet tout au plus d'apporter un surcroît d'attention sur certains niveaux d'activité et leurs composantes pilotes en fonction du FCS considéré.

°Faiblesses du système de pilotage.

La poursuite de l'intervention passe par la cartographie du système de pilotage ; à l'aide de la boîte à outils présentée au paragraphe 4.2. une représentation globale des communications finalisées reliant les différents pilotes au processus de production doit être approchée par l'explicitation des différentes représentations (locales ou globales) qu'en ont ces acteurs. Pour ce faire :

(1) On identifiera les pilotes "irrigation" du système selon les quatre niveaux d'activité.

(2) On recherchera les communications fonctionnelles en place en menant avec chaque pilote "critique" une analyse fruste de type MERISE (communications, traitements, données).

(3) On partagera une synthèse des représentations obtenues avec tous les pilotes.

La mise en oeuvre de ces trois étapes est très loin d'être triviale.

Difficulté majeure ! Si l'identification des pilotes d'une branche "producteur d'eau maîtrisée" est généralement abordable, celle de pilotes représentatifs sur une branche "producteur de biens agricoles" peut s'avérer très difficile si les acteurs de cette branche sont hétérogènes et entretiennent un contact d'interface peu formalisé avec le fournisseur d'eau maîtrisée.

De plus, une réelle mise à plat par un acteur de sa représentation du système de pilotage est délicate à générer ; son obtention peut impliquer la déstabilisation préalable de cet acteur par un outil formalisé mettant en cause ses pratiques de pilotage...

Cette phase "d'état des lieux" projeté sur le point d'ancrage doit néanmoins permettre d'aborder la question de la fonctionnalité du système de production par rapport au facteur-clé de succès retenu. Il est difficile d'être exhaustif sur l'ensemble des faiblesses du système de pilotage qui peuvent être révélés au vu des représentations livrées par les acteurs, puis de leur synthèse. Mélèse se livre à un exercice équivalent pour l'application de la méthode AMS et la liste des symptômes qui suit est en partie inspirée de ses conclusions.

Au niveau d'une activité critique.

Impossibilité de définir des variables de commande, de contrôle et d'évaluation : l'acteur n'est pas un pilote.

Impossibilité de définir des variables de commande et de contrôle : le système piloté (dont le processus de production) est peut-être difficilement commandable.

Impossibilité de définir des variables de contrôle : le pilote n'utilise pas de procédures de routine pour réguler le système piloté, les moyens décisionnels à sa disposition peuvent être questionnés.

Incohérence entre les variables de commande et les variables de contrôle : il est impossible au pilote de réguler, les moyens décisionnels à sa disposition peuvent être questionnés.

Les informations sur les activités pilotées sont insuffisantes : le système piloté (dont le processus de production) est peut-être difficilement observable.

Impossibilité de définir des variables d'évaluation : il n'y a pas de déploiement de l'objectif stratégique, le système piloté (dont le processus de production) est peut-être difficilement mobilisable (inadapté) au vu de cet objectif stratégique.

Au niveau du pilotage global.

Impossibilité d'identifier le pilote d'une activité : un niveau de décision est sans pilote. Pourquoi ?

Mauvaise hiérarchie des niveaux de pilotage : incompatibilité entre hiérarchie de décision et structure organisationnelle ; les jeux de pouvoir entre pilotes ou le manque de coordination entre les deux classes d'acteurs peuvent entraîner la remise en cause de commandes décidées à un niveau d'activité supérieur par un niveau d'activité inférieur, provoquant une rupture de la chaîne de pilotage.

Abondance de communications redondantes ou non finalisées : le réseau d'information est contraignant pour l'évolution et l'adaptation ; l'information est devenue un but en soit, non le pilotage.

Déséquilibre entre la part "décisionnelle" et la part "programmée" : certains actes qui pourraient être modélisés et programmés ne le sont pas et font l'objet de décisions dépassant la capacité des responsables ; certains actes sont surprogrammés, perdant ainsi de la variété et restreignant les possibilités d'adaptation et d'évolution (cette situation peut être rencontrée après l'introduction d'un outil d'aide à la décision à un niveau particulier sans souci de l'insérer dans une logique de pilotage globale).

Au niveau des processus.

Pas de communications fonctionnelles de processus à un niveau de pilotage : Pourquoi ? Le déficit de coordination à ce niveau est-il pris en compte clairement à un niveau supérieur ? Les différents pilotes à l'oeuvre dans le processus n'ont sans doute pas perçu un intérêt commun à mettre en place des communications de processus-ou n'en ont pas les moyens techniques-.

etc.

De telles "faiblesses" sont en fait des indicateurs (ou symptômes) de "non-fonctionnalité" potentielle du système de production ; avant d'aller plus loin dans la réanimation de son système de pilotage (suppression des symptômes et remise en route d'une dynamique de performance), il convient d'étudier leurs causes pour déterminer si le système est réellement non-fonctionnel et si une intervention ciblée sur l'une des "trois dimensions explicatives", machines, hommes ou institutions est pertinente et requise.

4.3.2.2.Causes de non-fonctionnalité

Cette phase de l'analyse, qui débute en fait dès les enquêtes locales précédentes (à travers certaines remarques des acteurs sur leur propre représentation du système de pilotage), est l'une des plus délicates et des plus ouvertes. Les acteurs se voient proposer une réflexion commune de type:"**Pourquoi faisons-nous ce que nous faisons ?**", ancrée sur une représentation raisonnablement partagée du système de pilotage existant. Le but avoué de cet exercice, qui se doit d'être participatif au sens "ré-ingénierie" (c'est-à-dire sans a priori sur le caractère "inéluctable" des contraintes de l'existant), est de remonter des symptômes de non-fonctionnalité à "leurs causes". Cette étape ambitieuse peut être partiellement structurée grâce aux dimensions explicatives en recherchant ces causes en priorité dans des problèmes de processus de production ("utilisation" des machines), de décisions de pilotage ("utilisation" des hommes) ou de structure organisationnelle ("utilisation" des institutions), selon les symptômes considérés. Les causes peuvent évidemment être multiples et corrélées ; il est difficile d'être précis en ce qui concerne les méthodes d'investigation... On ne peut que conseiller de mettre en oeuvre une analyse causale "japonaise", de type arborescent (causes, causes des causes...) et de ne pas négliger la perspective historique, même récente, pour comprendre l'état présent des périmètres.

° *Problèmes de "machines"* : Le système est non-fonctionnel car limité dans l'exercice de ses potentialités par un processus de production inadapté aux objectifs stratégiques poursuivis. Ce type de causes peut être à l'origine de symptômes de non-commandabilité ou de non-observabilité. Malgré des compétences suffisantes, les pilotes de niveau PM et MO ne peuvent pas déployer autant qu'ils le souhaiteraient, ou qu'il leur est demandé de le faire, des objectifs stratégiques car le système physique ne le permet pas. Il y a **déficit technologique**.

° *Problèmes "d'hommes"* : Le système est non-fonctionnel car limité dans l'exercice de ses potentialités par des moyens décisionnels inadaptés aux objectifs stratégiques poursuivis. Le déploiement est freiné par une insuffisance des capacités des pilotes (de tout niveau) à appréhender et comprendre le fonctionnement du système et à traduire les objectifs qu'ils reçoivent de pilotes supérieurs en variables de commande et de contrôle. Il y a **déficit de connaissance**.

° *Problèmes "d'institution"* : Le système est non-fonctionnel car limité dans l'exercice de ses potentialités par une structure organisationnelle inadaptée aux objectifs stratégiques poursuivis. Les pilotes sont contraints dans leurs latitudes décisionnelles, leurs motivations, l'expression de leur autorité vis-à-vis de pilotes inférieurs par la configuration organisationnelle et les règles explicites et implicites qu'elle sécrète. Il y a **déficit de cohérence structurelle**.

Ce cadre de diagnostic simplifié doit donc permettre de faire apparaître des points de blocage à partir des indicateurs de non-fonctionnalité fournis par l'analyse du système de pilotage. La tâche est souvent peu évidente.

Difficulté majeure ! Dans un contexte fortement multiacteur et multiobjectif, les causes de non-fonctionnalité expliquant l'état "d'équilibre" dysfonctionnel atteint par un système peuvent être multiples et corrélées.

° *Corrélations des causes* : Perry cite l'exemple des évolutions divergentes des systèmes du Penjab indiens et pakistanais ; alors que du côté Indien, le système Warabandi, déjà évoqué, continue à fonctionner de façon satisfaisante et que les périmètres peuvent de ce fait être considérés comme

"fonctionnels", de nombreuses études [Murray-Rust, 1993b] révèlent la dérive des périmètres pakistanais, initialement dans des conditions équivalentes, vers la "non-fonctionnalité".

"The following sequence of events seems to be common :

-Maintenance standards declined, and siltation of the distributary canals increased ;

-Distributaries were no longer able to carry their design discharges, and reduced flows led to more severe siltation problems ;

-The combination of reduced inflows, and raised bed levels (due to siltation) caused grossly inequitable water allocation among the ungated minors, designed to draw proportional shares while the parent channel was running at fully supply level ;

-Efforts to 'modernize' and rehabilitate the systems sometimes incorporated amendments to the original authorized area, which upset the simple proportionality approach to distribution-exacerbated by unauthorized efforts of farmers to modify structures to improve their own situation.

At this point, while the water rights and responsabilities remained as in the Indian case, the infrastructure was no longer capable of providing the design service, water allocations were inconsistent with water rights and the irrigation agency was not fulfilling its assigned responsabilities" <36> [Perry, 1995a].

Les hommes ont perdu la maîtrise du processus physique qui ne correspond plus à la représentation qu'ils en ont et pour laquelle des consignes opérationnelles avaient été établies ; cette perte de contrôle progressive semble avoir été enclenchée par une phase de "flou" institutionnel où l'agence d'irrigation n'a plus pu jouer son rôle de "gardienne" de l'intégrité du système physique. Quelle est la cause à traiter ? Changer seulement les machines (réhabilitation) peut ramener au début du processus de dégradation sans garantir que celui-ci ne s'enclenchera pas à nouveau ; aider seulement les hommes à mieux comprendre le contexte opérationnel créé par l'évolution de l'infrastructure risque d'être sans lendemain si les objectifs qui leur sont assignés par leur hiérarchie et sur lesquels ils seront jugés ne varient pas ; une refonte des institutions semble être dans ce cas incontournable, en l'occurence donner les moyens à l'agence d'irrigation de reprendre en main le système pour forcer un retour à la fonctionnalité par un ajustement concerté des machines et des hommes... Bonne connaissance du contexte socioculturel, politique et de l'historique des périmètres recommandée...

° *Facteurs externes* : L'évolution de facteurs externes difficilement maîtrisables peut engager un périmètre sur la voie de la non-fonctionnalité ; la fragmentation des exploitations agricoles due aux partages par transmission d'héritage ; une évolution des marchés ou de la politique d'importation d'un état qui entraîne la nécessité de changer de cultures par rapport aux prévisions utilisées pour la conception (passage du riz à d'autres spéculations) ; diminution de l'allocation globale en eau... intrusion du politique, d'enjeux historiques et de pouvoir...

Ces causes débordent le cadre de l'irrigation et ne pourront être traitées en "interne" ; la voie réaliste à suivre (pour des interventions au niveau du périmètre) semble alors de les considérer comme de nouvelles contraintes -ce qui suppose de les mettre à jour et de les comprendre- et de réviser les objectifs du système en conséquence pour pouvoir définir des conditions nouvelles de fonctionnalité.

° *Systèmes "quasi-fonctionnels*" : Le cas le plus favorable est celui des périmètres proches de la fonctionnalité[52] où les symptômes décelés sur le système de pilotage peuvent être traités directement, après un léger "coup de pouce" institutionnel que la simple décision de commanditer une intervention est parfois déjà à même de procurer. Le traitement consiste alors à travailler, avec les acteurs, directement sur la "réanimation" du système de pilotage (paragraphe 4.3.3.2.).

Il faut noter que la distinction entre indicateurs et causes de non-fonctionnalité, "symptômes et maladies", n'apparaît pas très clairement dans la littérature, ce qui n'est pas sans engendrer quelques débats stériles sur la performance des systèmes. Par exemple, deux types de choix techniques ne peuvent être objectivement comparés au vu des performances des systèmes où on observe leur mise en oeuvre (par rapport à des objectifs stratégiques donnés) que si ces derniers sont fonctionnels -en excluant le cas où un choix technique farfelu engendrerait nécessairement la non-fonctionnalité- ; en course, une bonne voiture mal pilotée peut se retrouver derrière une voiture moyenne aux possibilités

[52] On pourrait employer le qualificatif de "fonctionnel non finalisé" pour utiliser les définitions liminaires du paragraphe 4.2.

pleinement exploitées, ce qui n'indique rien sur la performance des options techniques mais simplement que le premier couple (voiture, pilote) n'est pas fonctionnel. De même, il n'est pas souhaitable de proposer des mesures pour améliorer la performance d'un système avant de s'être assuré d'un minimum de fonctionnalité ; on ne définit pas le programme d'entraînement d'un athlète en fonction de ses résultats lorsqu'il est malade. Sans doute que des efforts locaux pour améliorer le pilotage technique de canaux du Penjab pakistanais entreraient dans cette catégorie.

Une formalisation "hybride", combinant indicateurs et causes est proposée dans [Murray-Rust, 1993a] :

"Five basic questions are posed to enable a rapid assessment of the capacity of an irrigation system's managers to improve performance, and to provide guidance for developing an appropriate strategy to bring about improvements :

(1) System design : is the physical infrastructure capable of being managed to meet the overall system objectives ?
(2) System operation : are the planning, operational and maintenance inputs adequate to achieve a water delivery pattern that supports fulfilment of the overall objectives ?
(3) Data collection : are sufficient data being collected to determine wether targets and objectives are being met ?
(4) Management framework : are available data used as part of a systematic process of control for operational performance and evaluation to assess outcomes and impacts ?
(5) The will to manage : is the organization, and are individual managers, sufficiently motivated to improve system performance ?". <37>

Les questions, (1) (2) et (5) reprennent pour l'essentiel les trois dimensions explicatives utilisées précédemment ; (3) et (4) sont plus l'expression, l'indication, d'une fonctionnalité résultant d'un bon équilibre entre ces trois aspects. Ce type d'audit, qui ne s'appuie pas sur une représentation concrète de la "mécanique" du système de production et propose donc de s'attaquer à des causes de non-fonctionnalité sans les avoir mises en perspective en les articulant entre elles à travers leurs conséquences sur le système, remplit dans une certaine mesure ses objectifs ("rapid assessment") mais ne prépare pas à l'action.

4.3.3. Traitement

4.3.3.1.Vers une représentation fonctionnelle partagée.

Sans représentation fonctionnelle partagée, point de salut. "Until these management problems have been solved it is better to invest in new irrigation systems rather than existing ones. At least one gets something for the money" <38> [Seckler, 1994].

L'esprit ré-ingénierie du diagnostic causal doit être maintenu pour cette phase du traitement : "**Comment faire mieux, différemment ?**", pour maîtriser les facteurs de cause de façon globale. Cette phase conduit dans tous les cas à repenser le système de pilotage en fonction des trois dimensions explicatives pour définir de nouvelles représentations possibles, acceptables (et, in fine, acceptées) par tous les acteurs ; en un mot : rendre le système fonctionnel par rapport à ses objectifs stratégiques. Ces représentations peuvent donc impliquer d'envisager des changements plus ou moins importants selon toutes les dimensions explicatives : machines, hommes et institutions, en fonction des facteurs de cause mis à jour lors du diagnostic.

Quelques illustrations, bien que tout ceci reste bien sûr assez théorique et ne puisse prendre du relief que dans le cadre d'interventions particulières :

° *Changements de machines*, exemples : Réhabilitation de vannes pour permettre leur motorisation et rendre par exemple possible la mise en place d'algorithmes de régulation plus "réactifs" qu'une gestion manuelle (recherche de flexibilité) ; installer des ouvrages facilement commandables (partiteurs de débits...) dans des contextes où une gestion sophistiquée s'est avérée contre-productive (recherche d'équité)...

° *Changements d'hommes*, exemples : Amélioration des compétences des pilotes par une ouverture à des disciplines nouvelles (techniques : automatique, informatique ; sociales : négociation,

communication) ; utilisation éventuelle de techniques de simulation pour faire connaître et mesurer l'impact de logiques de production différentes de celles en vigueur ; introduction ou remise en cause d'un outil d'aide à la décision...

° *Changements d'institutions*, exemples : Etablissement d'un cadre légal et promulgation de fondements juridiques pour les associations d'agriculteurs pour permettre des réglements négociés, une gestion commune de la ressource ou d'une partie des périmètres ; refonte de la structure d'une agence publique d'irrigation ou simple réaffectation des responsabilités sur un périmètre...

Dans la recherche de la fonctionnalité, on conçoit aisément que diverses options puissent se présenter : hypothèse de rééquilibrage des dimensions explicatives par "le haut" (tirer le maximum des points forts du système) ou par "le bas" (adapter le fonctionnement aux points faibles) ; les choix résulteront des moyens pouvant être engagés et de l'échelle de temps des interventions (sur le cours terme, des changements radicaux ne pourront être envisagés et on se contentera vraisemblablement d'ajustements vers une fonctionnalité moyenne). C'est en ce sens que "l'esprit ré-ingénierie" peut jouer à plein ; face à un ensemble d'éléments et de possibilités d'évolution, il faut remettre en cause des types de fonctionnement pour exhumer une nouvelle représentation du système de pilotage susceptible de s'appuyer sur un système de production fonctionnant mieux pour satisfaire des objectifs stratégiques donnés. Sans cet esprit de réel questionnement des habitudes et des acquis, des contraintes qui s'opposent à la fonctionnalité du système actuel et qui doivent être levées pour la mise en place du nouveau, les progrès risquent d'être réalisés à la marge et de manière peu durable.

Il faut ici souligner que le progrès passe pour partie par l'existence et la possibilité de mettre à jour des "solutions alternatives", pouvant être envisagées pour aiguiller la démarche de ré-ingénierie et provoquer des changements sur les dimensions explicatives ; ceci est un présupposé fort.

Difficulté majeure ! Le manque de typologie claire des innovations ou voies de l'amélioration déjà existantes et prouvées (solutions sur étagères) fait que l'étape de ré-ingénierie, comme les précédentes, est loin d'être évidente...

4.3.3.2.Réanimer le système de pilotage.

Dès lors qu'une représentation du système de pilotage s'appuyant sur un système de production fonctionnel peut être obtenue par les acteurs, une approche purement instrumentale permet d'aller plus loin en matière de pilotage. Dans tous les cas (changements marginaux ou importants), il s'agit bien de corriger et de "mettre au propre" un système de pilotage cohérent "collant" à la représentation agréée par l'ensemble des acteurs et se donner ainsi les moyens de finaliser le fonctionnement du système.

On peut dès lors "redescendre" au niveau de chaque activité et s'appuyer sur des méthodes éprouvées d'instrumentation des systèmes de pilotage en entreprise. Les choix à effectuer portent, finalement, sur la définition d'un système d'information sous les aspects conjoints déjà longuement évoqués : communications, traitements -notamment tableaux de bord- et données.

On retiendra quelques points essentiels à prendre en compte lors de la discussion de ces choix:

(a) Cohérence totale des informations formalisées avec les besoins formalisés des décisions (nature, précision, fréquences d'acquisition, accessibilité).

(b) Traitement soigné du "reporting" institutionnel et de coordination.

(c) Définition des tableaux de bord (prise en compte de dimensions multiples : techniques et économiques ; internes -performance/régulation- et externes -performance/FCS- pour permettre le contrôle, l'apprentissage et l'innovation).

(d) Système de pilotage évolutif pour pousser la performance.

(e) Fiabilité des mesures et transmission.

La discussion et la définition de ces choix constituent en fait la première étape de la démarche à engager pour instrumenter le nouveau système de pilotage dans l'une des activités ciblées par

l'intervention. A titre d'illustration, l'expérience acquise lors des interventions ayant amené à instrumenter une activité PM à l'aide d'IMIS (notamment celle de Kirindi-Oya) a permis de dégager neuf étapes importantes dans le déroulement de cette démarche (l'étape (1) correspondant donc à la définition des choix (a)..(e) précédents) :

(1) Agrément avec le(s) pilote(s) de l'activité sur les *grands choix instrumentaux* ; premier prototype de l'outil informatique éventuel (Cf. (a)..(e)).

(2) Obtention des *données "permanentes"* du système piloté permettant le calcul des indicateurs retenus (exemple de Kirindi-Oya pour le pilotage technique du canal principal : géométrie des ouvrages, topographie, formules de calcul de débit...) et la mise en place opérationnelle des éléments du système de pilotage (lieux d'implantation d'instruments de mesure, des tableaux de bord...).

(3) *Formation* de certains personnels à la collecte, la transmission de données, à l'entrée éventuelle de celles-ci dans une base de données informatique, au calcul et interprétation des indicateurs.

(4) Mise en place opérationnelle du *système de mesure, transmission et entrée des données*, poursuite de la formation.

(5) Premières *analyses de données sur tableaux de bord* : connaître l'état des composantes pilotées (y) ; premiers calculs d'indicateurs (ev).

(6) Comparaison des variables de contrôle (y) aux *objectifs de régulation* (yo) ; analyse du réalisme et de la validité de ces objectifs .

(7) Travail sur le *contrôle* à partir de la connaissance de l'état des composantes pilotées (boucle fermée pour ramener y vers yo).

(8) Travail sur la *commande* au sens large à partir de la comparaison des indicateurs (ev) aux objectifs de performance externes (evo) (étude des procédures de boucle ouverte et de boucle fermée).

(9) *Evaluation de la démarche* d'introduction du nouveau système de pilotage (remise en cause de tous les outils introduits sous forme de prototypes : pour la gestion des communications, traitements et données).

4.3.4. Six points sur ordonnance

A l'heure de boucler l'exposé de cette avalanche de préceptes thérapeutiques (cadre général de l'intervention au paragraphe 4.3.1., diagnostic au paragraphe 4.3.2. et traitement au paragraphe 4.3.3.), il est légitime de se hasarder à un essai de récapitulation. On adoptera pour ce faire le point de vue de l'intervenant.

Inutile de préciser que c'est sans illusion excessive quant au bien fondé du cadre normatif en six points retenu que l'on déclinera la démarche d'intervention, présentée plus haut comme essentiellement non normative.

A	**Mettre l'intervention en perspective**
°	*Légitimité* de l'intervention et de l'intervenant (autres interventions concurrentes ? Historique...).
°	Les enjeux et *motivations* initiales.
B	**Avoir une vision globale du périmètre et fixer les premières orientations de l'intervention**
°	Première représentation du *système de pilotage global* par l'intervenant (interviews, documents...). °Identification de tous les pilotes en charge des grandes décisions de pilotage (AS, PI, PM, MO). °Première grille (bidim...) de la structure organisationnelle et des processus.
°	Première identification de *facteurs-clés de succès* du périmètre (affichés par le management ; consensus des acteurs sur un problème particulier).
°	Identification des *activités critiques "à problème"* (activité ayant motivé l'intervention ; symptômes de non-fonctionnalité décelés au niveau global dans la première représentation : essentiellement incohérence dans la hiérarchie de pilotage ; activité nécessitant un surcroît d'attention d'après les FCS identifiés).
C	**Explorer les zones "à problème" de l'organisation**
°	Précision de la (ou des) *décision(s) de pilotage(s)* en question dans les activités critiques "à problème".
°	Précision du (ou des) *pilote(s)* en charge.
°	Déstabilisation du (ou des) pilotes en charge par affichage d'un *"mythe rationnel"* remettant en cause ses (leurs) pratiques de pilotage.
°	Mise à plat de la *représentation du système de pilotage* de ce (ou ces) pilotes. °Place hiérarchique dans la structure organisationnelle et dans les processus. °Logique de la (ou des) prise(s) de décision de pilotage (COMMANDE, OBSERVATION, EVALUATION). °Approche MERISE fruste (communication, traitements, données). [Si possible, extension de la représentation de ce (ces) pilote(s) aux autres décisions de pilotage (point de vue local sur le système global)].
°	Explicitation des *symptômes de non-fonctionnalité potentielle* ; premières causes.
D	**Etendre l'analyse à toute la chaîne de pilotage de la gestion de l'eau**
°	Précision des *autres pilotes* en charge des autres types de décision de pilotage (AS, PI, PM, MO).
°	Partage de la *représentation du système de pilotage global* existant obtenu après la première analyse et le travail sur les activités critiques "à problème" avec ces autres pilotes ; poursuite de l'analyse globale. °Mise à plat "sans déstabilisation" de la représentation de ces autres pilotes (structure, logique, MERISE). °Mise en évidence d'autres symptômes de non-fonctionnalité ; premières causes. °Synthèse avec tous les pilotes sur la représentation. °Synthèse avec tous les pilotes sur les facteurs-clés de succès. °Synthèse avec tous les pilotes sur les symptômes de non-fonctionnalité potentielle.

E	**Faciliter la "ré-ingénierie" du système de pilotage**
°	Discussion avec tous les pilotes des *causes de non-fonctionnalité*. °Quelles causes aux symptômes (machines, hommes, institutions). °Quels moyens d'action réalistes pour rendre le système fonctionnel (hypothèses basses, hautes).
°	Discussion avec tous les pilotes d'une *nouvelle représentation du système de pilotage global*. °Mise en cohérence d'une représentation partagée du futur système de pilotage. °Décision sur le (ou les) pilote(s) cible(s) d'une intervention instrumentale. °Plan d'action et revue des expertises nécessaires pour rendre le système fonctionnel.

F	**Forcer la fonctionnalité et réanimer le système de pilotage**
°	Mise en place (non détaillée ici) du *travail sur les dimensions explicatives* (experts).
°	*Travail instrumental sur le système de pilotage* avec les pilotes cibles (Cf. 9 étapes importantes). °Grands choix instrumentaux. °Données permanentes. °Formation. °Système de mesure, transmission et archivage des données. °Analyse de données sur tableaux de bord. °Validation des objectifs de régulation. °Travail sur le contrôle. °Travail sur toute la commande. °Validation des outils.
°	Mise en cohérence minimale du *déploiement des facteurs-clés de succès* auprès des autres pilotes des quatre niveaux (tableaux de bord pour suivi d'indicateurs de performance internes et externes).

(La marque . fait référence aux étapes "difficulté majeure" signalées plus haut).

En résumé..., pour défendre la démarche choisie (ré-ingénierie) et donc, en principe, une partie de la thèse énoncée :

La démarche d'intervention s'organise autour d'une série d'étapes permettant la ré-ingénierie du système de pilotage :

Système de pilotage 1 / Représentation
[Diagnostic]
Faiblesses
[Diagnostic]
Causes
[Traitement]
Représentation / Système de pilotage 2

Force est de constater que l'absence de démarche structurée permettant de relier symptômes et causes de non-fonctionnalité entraîne souvent des traitements visant à corriger techniquement et localement des faiblesses ayant des causes plus profondes et plus globales.

Le choix de la représentation du système de pilotage comme point d'ancrage permet de constituer une trame "opératoire" pour l'intervention :

(a) Diagnostic mettant en évidence des symptômes de non-fonctionnalité relativement *intégrateurs* à travers l'analyse d'une représentation partagée de l'existant.
(b) Traitements s'appuyant sur un objectif de *fonctionnement finalisé* de l'organisation traitée à travers la mise au point d'une représentation partagée fonctionnelle.

La relative pauvreté des méthodes "réalistes" disponibles pour établir des liens entre faiblesses, causes et remèdes justifie l'adoption d'une démarche "ouverte" d'amélioration, n'excluant aucune option thérapeutique a priori. Malgré ses insuffisances et son halo mérité d'effet de mode, l'esprit "ré-ingénierie" fournit un cadre adéquat, sinon des outils précis, pour explorer ces liens et mettre en place des traitements de façon participative avec les acteurs en présence ; il est très difficile de mener des interventions *durables* sans traiter les vraies causes des faiblesses du système de pilotage, donc sans se donner les moyens d'une forme de "ré-ingénierie" de ce système.

4.4. Objection

Après réflexion et au vu du paragraphe 4.3., la phase de diagnostic de l'intervention décrite au paragraphe 4.1. (intervention au niveau PM sur le canal principal rive droite de Kirindi-Oya) n'apparaît-elle pas un peu limitée ? On a notamment du mal à y retrouver l'impératif d'analyse globale des quatre niveaux de processus pourtant défendu par la suite... On aurait tort de s'acharner : cette intervention fut de fait partielle et ne doit sa durabilité (pas son succès initial) qu'à la poursuite conjointe d'efforts à un deuxième niveau de processus, le niveau AS.

Si elle s'est à l'évidence nourrie des acquis de l'expérience "RBMC", la défense de thèse présentée sur un plan relativement théorique dans les paragraphes 4.2. et 4.3. se voulait en fait plus large et sur bien des points "autonome" par rapport à l'étude de cas (que soit pardonné le manque d'illustrations concrètes qui en résulta parfois). Le chapitre 5 va justement permettre d'illustrer un peu mieux certaines des idées énoncées, grâce à une relecture rapide mais globale de l'expérience de Kirindi-Oya et à l'évocation de quelques autres interventions.

...Exempli gratia et douche froide en pays chauds.

Chapitre 5

A L'EPREUVE DE QUELQUES FAITS

Résumé

Si la théorie développée permet souvent d'expliquer a posteriori les insuffisances de la pratique, on ne peut bien sûr y voir la preuve qu'elle est à même d'en garantir a priori le succès. Ce dernier est conditionné par la volonté et la capacité d'un intervenant externe et des acteurs internes d'une organisation à confronter leurs représentations du système de pilotage, avec un objectif de progrès. A l'examen de quelques cas, on constate que c'est un préalable rarement réalisé au départ d'une intervention ; il faut donc y travailler au cours de son déroulement...

5.1. Les leçons d'une guérison-Sri-Lanka.

5.1.1. Où la globalité n'est pas un vain mot.

Comme va le montrer ce qui suit, le résultat enregistré par le gestionnaire du canal rive droite de Kirindi-Oya durant la saison Maha 1991/92 en matière d'économie d'eau fut remarquable à plus d'un titre... Alors que la décision de cultiver la moitié de la superficie irrigable par le canal rive droite avait été prise par le PMC aux dates habituelles, ce même PMC autorisa très tardivement la mise en culture de la deuxième moitié, entraînant une prolongation de la saison d'irrigation bien au-delà des limites de la saison Maha traditionnelle (mai au lieu de février/mars) et empiétant de ce fait sur le début de la saison sèche Yala. Une partie de l'eau du réservoir habituellement allouée à la culture du riz sur les "zones anciennes" de Ellagala pendant Yala fut ainsi consommée par des retardataires de la saison Maha précédente appartenant aux "nouvelles zones". Les conséquences de ce débordement de la saison Maha furent désastreuses (Cf. chronologie des faits dans [IIMI, 1993]).

Lorsque le PMC se réunit en mars 1992 pour décider de l'allocation d'eau durant Yala 1992, une partie des agriculteurs de Ellagala (dépendant de l'un des cinq petits réservoirs) avaient déjà commencé à irriguer pour préparer leurs parcelles. Le département d'irrigation présenta l'état très préoccupant des réserves en eau disponibles pour la saison (en sus de la mise en culture tardive durant Maha les pluies de printemps étaient anormalement basses) et recommanda de limiter la superficie irriguée à Ellagala durant Yala. En fait, au grand mécontentement des agriculteurs des zones anciennes, le PMC décida d'autoriser la mise en route de l'irrigation à partir d'un seul des quatre réservoirs restants (ne pouvant que prendre acte du départ non concerté de l'irrigation sur le premier). Une nouvelle réunion eut lieu en avril où, au vu de la confirmation de très faibles précipitations, le département d'irrigation annonça que non seulement toute nouvelle extension des terres irriguées devait être exclue mais qu'en plus, la fin de la saison sur les terres déjà mises en eau risquait d'être problématique. Contestant la véracité des chiffres présentés par le département d'irrigation quant au volume d'eau réellement encore disponible dans le réservoir de Lunuganwehera, les agriculteurs continuèrent à revendiquer leur "droit" à une culture de riz durant Yala et organisèrent une manifestation le 1er mai, à la suite de la réunion du PMC. Ceci entraîna la convocation d'une réunion supplémentaire où les agriculteurs exigèrent à nouveau que de l'eau leur soit allouée pour mettre en culture toutes les terres de Ellagala. Le département d'irrigation céda cette fois sous la pression à la condition de pouvoir organiser des réunions de proximité dans toutes les zones non encore mises en eau pour mettre une dernière fois en garde contre les risques d'échec de la saison.

Les pluies ne vinrent pas, les réserves de Lunuganwehera arrivèrent à épuisement et à l'exception des quelques francs-tireurs qui avaient débuté la saison très tôt sans attendre le feu vert, la quasi-totalité des agriculteurs de Ellagala perdirent leur récolte.

Un premier coup très rude avait été porté à la crédibilité et l'efficacité de la prise de décision de pilotage d'allocation saisonnière, avec des conséquences immédiates et graves pour les frondeurs.

Une deuxième situation de crise eut lieu au démarrage de la saison Maha 1992/93.

Dans un souci d'économie d'eau, pour prévenir une nouvelle saison Yala catastrophique pour Ellagala, le département d'irrigation avait convaincu le PMC en juillet de limiter les superficies irriguées en riz durant Maha 1992/93 sur les nouvelles zones (un tiers de la superficie irrigable) et de promouvoir la culture d'autres spéculations, moins consommatrices d'eau. La mise en application de cette décision provoqua cette fois une vague de protestation chez les agriculteurs des zones nouvelles. Insatisfaits à la suite de plusieurs réunions, ils portèrent leurs revendications devant les politiques (jusqu'au ministre) et obtinrent le 20 décembre un renversement de décision : toutes les terres pourraient bien être cultivées en riz à condition que la préparation des sols puisse être effectuée avec la pluie et que la distribution d'eau pour le riz ne soit pas dommageable aux autres cultures déjà en terre. Cette décision fut (ou voulut être) interprétée par les agriculteurs comme un accord inconditionnel pour la culture du riz et après quelques échauffourées avec les agents de terrain du département d'irrigation durant une semaine de tension très vive sur le périmètre, ils obtinrent satisfaction. Des lâchures d'eau importantes permirent la préparation des casiers pour la culture du riz et les parcelles isolées où des cultures ne tolérant pas la saturation totale des sols en eau avaient été plantées furent perdues.

Des pluies satisfaisantes permirent de conduire la saison à terme, avec succès, mais en entamant à nouveau l'allocation nécessaire pour une saison Yala complète à Ellagala...

Qu'advint-il des messages, données et tableaux de bord du canal rive droite durant cette période troublée ? Ils fonctionnèrent à merveille durant Maha 1991/92, n'eurent pas à être utilisés pendant Yala 92 (pas d'allocation pour les zones nouvelles) et furent effectivement mis à l'épreuve au début de Maha 1992/93. Les difficultés encourues par le département d'irrigation en décembre 92 pour faire appliquer les décisions d'allocation qui excluaient de la zone "officiellement" irrigable toute la partie amont du canal rive droite firent que les visites terrain des agents dans cette partie du canal devinrent périlleuses. Le système de pilotage continua de fait à fonctionner sur la partie aval, mais l'ingénieur du canal rive rive droite n'eut plus les moyens de vérifier l'état du canal sur sa partie amont et donc de prévenir des prélévements d'eau non autorisés sur ce tronçon. Le système était en pleine phase de "non-fonctionnalité" et la poursuite d'objectifs stratégiques alors bien illusoire.

Ce cas d'illustration très extrême resitue bien le débat dans le cadre d'une *analyse globale* de la gestion de l'eau sur le périmètre. L'intervention au niveau PM, pertinente à court terme, ne pouvait être durable qu'en s'inscrivant au sein d'un ajustement d'ensemble du système vers la fonctionnalité qui passait en l'occurrence par un traitement sérieux des causes institutionnelles qui contraignaient le niveau de décision AS. Le système traversa cette crise et de nouvelles bases plus saines furent élaborées pour ce niveau (paragraphe 5.1.2) ; le système de pilotage mis en place au niveau PM se révéla assez solide pour survivre à ces turbulences et retrouver un contexte nécessaire de relative fonctionnalité au cours des saisons qui suivirent (ce qui se traduisit par un maintien de la consommation d'eau au niveau de la performance de Maha 91/92 et donc en rupture avec toutes les années précédentes).

5.1.2. Ré-ingénierie dans la douleur

Il n'est pas nécessaire d'expliciter plus avant les symptômes de non-fonctionnalité du système de pilotage au niveau AS... leurs causes étaient en fait corrélées : des institutions insuffisantes et à leur service, des décisions de pilotage de qualité médiocre.

En partie due au flou institutionnel entourant les attributions réelles du PMC et des moyens à sa disposition pour faire appliquer ses décisions, une situation de blocage s'était perpétuée quant à l'amélioration de la qualité du processus décisionnel. Le département d'irrigation campait sur des

positions relativement conservatrices hésitant à intégrer explicitement une dimension de risque étayée par un examen des chroniques hydrologiques d'approvisionnement du réservoir de Lunuganwehera ; Les représentants des agriculteurs, gérant des enjeux de pouvoir exacerbés par le clivage "zones nouvelles" / "zones anciennes", n'étaient pas disposés au compromis ni à travailler pour mettre au point un processus de décision consensuel. Comment appliquer de louables principes de ré-ingénierie dans un contexte aussi peu propice à la mise en oeuvre d'une politique d'entreprise ?

Il fut de fait très difficile de dépassionner le débat. L'accumulation d'incidents graves contribua néanmoins à faire évoluer les représentations des différents partenaires sur le système. Le département d'irrigation avait pris conscience assez tôt de la situation pathétique de certains colons (vivant dans des conditions extrêmement difficiles) et de la nécessité d'un rééquilibrage des priorités d'allocation en leur faveur ; la décision d'une culture tardive durant Maha 1991/92 fut sans doute un premier signe d'inflexion en ce sens ; conscients de cette évolution, mais souhaitant s'y opposer autant que faire se pouvait, les agriculteurs de Ellagala boycottèrent tout d'abord l'organe institutionnel d'où pouvait venir le mal, le PMC, puis adoptèrent une attitude jusqu'au-boutiste durant Yala 1992 pour proclamer leur droits ; les colons contre attaquèrent en décembre 1992 et l'échec combiné de la saison Yala avec la démonstration de violence des colons rendit aux yeux de tous une certaine forme d'évolution inévitable.

Un travail de mise à plat du processus de décision technique d'allocation fut enclenché par un comité de réflexion où l'IIMI fut représenté ; des données hydrologiques furent examinées et diverses règles d'allocation proposées suivant le type de saison (Maha "humide", Maha "sèche", Yala "normale"...) et quatre zones d'allocation (trois zones sur les terres nouvelles, plus Ellagala) aux droits plus clairement établis par un principe de rotation ; s'ensuivit un va-et-vient des propositions d'allocation entre le comité, le PMC et des interlocuteurs directs chez les agriculteurs pendant Yala 1992 et Maha 1992/93. Un système d'allocation parvint à se stabiliser sans être réellement mis à l'épreuve en raison de conditions pluviométriques plus favorables au cours des saisons postérieures à la crise. La légitimité institutionnelle du PMC sortit en partie renforcée de cet exercice ; les politiques qui s'étaient prêtés au jeu des "raccourcis décisionnels" et auxquels les protagonistes avaient fait appel en 92/93 sont désormais moins enclins à s'immiscer à nouveau dans un imbroglio dont les enjeux techniques sont mieux perçus et mieux acceptés par les acteurs.

Au niveau du système de pilotage (niveau AS), les nouvelles règles impliquent un effort d'OBSERVATION sur les pluies et la progression des cultures dans les premières zones irriguées pour procéder à un éventuel réajustement des décisions d'allocation en fonction de l'évolution de la saison (Maha) et un effort d'EVALUATION des performances différencié sur les quatre zones.

Il est relativement clair, a posteriori, qu'un effort de rationalisation du processus d'allocation enclenché avant la crise n'aurait pu être mené à bien. Une tentative en ce sens d'introduction d'un petit logiciel auprès du département d'irrigation avait d'ailleurs été classée sans suite. La cause principale de non-fonctionnalité était avant tout institutionnelle et résultait de l'absence de reconnaissance du rôle du PMC par les acteurs. La crise força à un changement de représentation et tout "modus vivendi" acceptable parut difficile à mettre en oeuvre sans un retour à plus de respect pour ce dernier. Alors seulement put s'enclencher avec un relatif succès un retour vers la fonctionnalité, accompagné par un travail sur la décision de pilotage de niveau AS et une mise en cohérence du système de pilotage.

5.1.3. Crises et mythes rationnels.

Force est de constater que, dans l'exemple précédent, le rôle perturbateur de "révélateur des comportements" des acteurs, dévolu dans l'argumentaire du chapitre 4 au "mythe rationnel", fut rempli par la conjonction de conditions défavorables qui entraînèrent une situation de crise grave dans le système. Ce cas de figure n'est pas à souhaiter pour la moyenne des interventions[53]...

[53] Même s'il est vrai que, du point de vue de l'intervenant, une situation de crise fournit souvent des leviers d'action d'une efficacité sans équivalent, voire parfois irremplaçables pour dénouer des situations de blocage exacerbées.

On a, au fil du chapitre 4, conservé une question ouverte quant aux outils les plus appropriés pour engendrer un déséquilibre suffisant chez les acteurs les amenant à se "dévoiler" et à livrer leur propre représentation du système de pilotage. Un outil formalisé d'aide à la décision (fonction de COMMANDE) pour le pilote d'une activité donnée peut jouer ce rôle, comme cela fut le cas avec RBMC. L'expérience complète de Kirindi-Oya ne permet pas de conclure quant au potentiel d'un outil comme IMIS, limité à ses seules fonctionnalités d'appui à l'OBSERVATION et à l'EVALUATION, à susciter les mêmes remises en cause et accéder pleinement au titre de "mythe rationnel".

Brièvement, quelques autres terrains.

5.2. Les leçons d'une rechute-Pakistan

5.2.1. Difficile contexte.

Le cas du Penjab pakistanais a été évoqué à de nombreuses reprises tout au long du texte. Ces allusions répétées sont dues en partie au fait qu'une intervention de nature voisine de celle de Kirindi-Oya fut tentée par l'IIMI en 1993 sur un canal principal situé dans le sud de cette région du Pakistan, à proximité de la frontière indienne et du désert du Cholistan : le Branch Canal de Fordwah (Fordwah BC). L'implantation de l'IIMI au Pakistan est à peu près aussi ancienne qu'au Sri-Lanka, néanmoins le niveau de confiance et de collaboration établi par les chercheurs de l'IIMI avec les ingénieurs pakistanais est reconnu comme beaucoup moins élévé qu'avec leurs homologues sri-lankais[54]. Le lancement d'une intervention au Pakistan n'implique pas nécessairement que l'intervenant soit investi d'une légitimité suffisamment forte pour permettre aux acteurs qu'il côtoie de mettre en balance durablement ses recommandations avec les valeurs, méthodes et attitudes véhiculées par la représentation "officielle" du pilotage de l'irrigation.

Selon la hiérarchie du département d'irrigation pakistanais, l'unité administrative correspondant à la gestion d'un canal principal et de la zone irriguée qu'il dessert est la "Division" ; l'ingénieur en charge d'une telle Division a rang "d' Executive Engineer" (XEN) ; il supervise des "Subdivisional Engineers" (SDO) en charge de sous-unités administratives appelées "Sub-Divisions"; de ces derniers dépendent enfin des chefs de "Sections" appelés "Sub-engineers". L'intervention fut ciblée sur l'unité administrative aval du canal Fordwah BC : la Sub-Division de Chishtian (Chishtian SD).

Le contexte climatique, technique, sociologique... du périmètre pakistanais diffère sur bien des points de celui du périmètre sri-lankais (Cf. le bref récapitulatif de leurs caractéristiques respectives donné dans le tableau 15).

Comme signalé précédemment, le système de canaux du Penjab pakistanais a connu une dérive graduelle vers la non-fonctionnalité par rapport à l'objectif stratégique d'équité (catégorie "*qualité*" de notre classification) qui demeure officiellement la clé de voûte du système. Perte de maîtrise de la dynamique d'évolution du système physique (sédimentation due à une maintenance insuffisante), pression démographique forte, changements politiques majeurs depuis la conception du système durant la période coloniale britannique (rapport de force inversé entre intérêts locaux et administration centrale), changement du statut social de l'ingénieur d'irrigation... sont quelques-uns des facteurs de cause qui font que la mise en cohérence de l'objectif stratégique et du management du système sont aujourd'hui difficiles. La situation s'est en outre aggravée en raison de la salinisation de certaines terres, directement liée à des problèmes de gestion de l'eau : engorgement chronique de certaines dépressions qui conduit à une accumulation de sels résiduels lorsque l'eau stagnante s'évapore ; utilisation d'eau de pompage parfois chargée en sels pour suppléer les déficiences de l'alimentation par canaux [Kuper, 1993], [Kijne, 1995]. Un nouvel objectif stratégique a donc vu le jour, beaucoup moins ancré dans les

[54] Remarque concernant la période évoquée, la situation étant bien sûr en évolution.

pratiques du département d'irrigation que l'équité : la gestion de la salinité (catégorie "environnement" de notre classification).

Tableau 15. Kirindi-Oya RB et Chishtian SD

1.Location	**Kirindi-Oya RB** Sud Est du Sri-Lanka	**Chishtian SD** Sud du Penjab pakistanais
2.Climat		
°Pluie annuelle	*1000mm*	*200 mm*
°Température moyenne	*26-28 °C*	*25-45 °C*
°Evapotranspiration	*2100 mm*	*2400 mm*
3.Type de sol	*Limono sableux*	*Limons*
4.Saisons de culture		
°Saison d'été	*mi-Avril/mi-Octobre (Yala)*	*mi-Avril/mi-Octobre (Kharif)*
°Saison d'hiver	*mi-Octobre/mi-Mars (Maha)*	*mi-Octobre/mi-Avril (Rabi)*
5.Cultures principales		
°Saison d'été	*Riz, piment,arachide*	*Coton, canne à sucre, riz*
°Saison d'hiver	*Riz*	*Blé, fourrages*
6.Intensité culturale	*120 %*	*120-150 %*
7.Système de production d'eau maîtrisée		
°Année de construction	*1986*	*1927*
°Agence d'irrigation	*Sri-Lanka Irrigation Dept.*	*Punjab Irrigation Dept.*
°Unités administratives	*4 "Tracts"*	*4 "Sections"*
°Personnel	*1 Résident Engineer* *1 Additional Engineer* *4 Technical Assistant* *4 Work Supervisors* *16 Field Laborers*	*1 Sub div. Engineer* *4 Sub Engineer* *10 Field Laborers*
°Superficie irrigable	*3700 ha*	*67 700 ha*
°Approvisionnement	*Par barrage réservoir.*	*Par dérivation sur fleuve régulé.*
°Canal principal		
-longueur	*30 km*	*52 km*
-capacité	*13 m3/s*	*33 m3/s*
-prises	*44*	*28*
-régulateurs	*19*	*6*
-logique PI	*Partage d'un débit constant pendant des durées correspondant aux besoins (suivant culture et stade cultural) entre les agriculteurs des tertiaires et à des moments fixés par des rotations entre les tertiaires et parfois les secondaires.*	*Partage d'un débit constant et continu correspondant à une répartition de l'eau au prorata des surfaces irrigables entre les agriculteurs des tertiaires (arrêts épisodiques dus à des rotations entre les secondaires en cas d'approvisionnement limité).*
-logique PM	*Logique de régulation locale puis globale ; boucle ouverte globale fruste.*	*Logique de régulation locale aux régulateurs ; pas de boucle ouverte.*

5.2.2. La tentation d'une intervention partielle...

Avoir une vision globale d'un périmètre du Penjab pakistanais oblige à isoler un tronçon hydraulique d'un système totalement interconnecté (plusieurs millions d'hectares...). La subdivision de Chishtian est ainsi reliée au reste du système par un point de transfert de responsabilité administrative correspondant à un ouvrage de régulation sur le canal Fordwah BC. On comprendra que le degré de contrôle du pilote PM (le SDO) sur l'approvisionnement de son système est très limité et que celui-ci est en fait avant tout dépendant de la qualité du travail des pilotes PM amont... jusqu'aux barrages sur le

Jhelum et l'Indus. La variabilité du débit en tête du système est un handicap indiscutable pour la mise en oeuvre de toute politique d'amélioration de la gestion de l'eau par le SDO de Chishtian. A l'examen de son mode de gestion, les indicateurs de non-fonctionnalité mis à jour furent nombreux : activité de pilote PI très difficile à représenter (rôle également dévolu au SDO, tenant compte d'un système de contraintes fort imposé au niveau de la division par le XEN), pas de régulation aux niveaux PI et PM, objectifs stratégiques d'équité et de gestion de la salinité non déployés aux niveaux PI et PM,... La représentation du système de pilotage était réduite à sa plus simple expression.

Les causes de non-fonctionnalité étaient dans ce cas imbriquées et renvoyaient à des contraintes institutionnelles fortes : le département n'a plus les moyens ni l'envie de déployer des objectifs de performance (Cf. analyse de Perry rapportée précédemment).

Une intervention locale fut néanmoins tentée au cours de la saison Kharif 1993 sur le modèle de celle conduite à Kirindi-Oya RB, visant à restaurer un contexte de pilotage minimal pour le pilote PM. Les détails de la mise en oeuvre sont fournis dans [Rivière, 1993] ; après un départ difficile, l'intervention connut un succès presque inespéré et à la fin de la première saison les fonctions d'OBSERVATION et d'EVALUATION du pilote PM étaient réanimées, avec tout ce que cela comporte d'investissement terrain : mesure, transmission, tableau de bord, formation à l'informatique (IMIS) pour l'entrée des données et le calcul d'indicateurs nouveaux... Les acquis de l'intervention furent préservés durant la saison suivante sans pouvoir cependant susciter une amélioration de la prise de décision de pilotage PM : la fonction de COMMANDE n'avait pas été réellement sujette à ré-ingénierie ; le nouveau contexte de pilotage en place, exposant pourtant le pilote aux conséquences de son mode de gestion du système qui révélait des écarts importants entre objectifs officiels et réalité ne fut pas suffisant pour enclencher un processus d'amélioration. Le manque relatif de légitimité institutionnelle de l'intervention se traduisit de plus par l'impuissance des intervenants à prévenir des changements de personnel dans la zone pilote (notamment le SDO), ce qui renvoya le processus d'intervention plusieurs mois en arrière...

Y-a-t-il une morale à cette histoire dans le cadre de la grille d'intervention en six étapes présentée à la fin du chapitre 4 ?

A. Mise en *perspective* délicate : problème de légitimité.

B. *Vision globale* partagée mais pas de zone "à problème" explicitement reconnue par les acteurs.

C. *Pilote choisi* difficile à déstabiliser car ne ressentant pas l'intervention comme un enjeu personnel en tant qu'acteur protégé par la logique de son organisation.

D. Extension vraisemblablement insuffisante de la *représentation globale* (maille d'analyse réaliste pour traiter de la décision PI : sans doute la division).

E. *Ré-ingénierie* très partielle du système de pilotage, trop limitée au fonction d'OBSERVATION et d'EVALUATION et sans aborder suffisamment la recherche des causes de non-fonctionnalité.

F. *Réanimation* réussie au regard d'objectifs limités mais pas dans le cadre d'un retour à la *fonctionnalité* qui, seul, aurait pu garantir la mise en route d'une dynamique de performance.

Avec un peu de recul, les contraintes inhérentes au cadre d'interventation permettaient peu d'alternatives aux choix effectués ; mis à part le point D, le "potentiel d'intervention" fut probablement exploité (au niveau considéré de l'organisation et avec le degré d'accès aux causes institutionnelles autorisé) : il était insuffisant pour finaliser le fonctionnement du système.

Les acquis obtenus sur le système de pilotage assurent à ce jour à Chishtian l'alimentation d'une base de données tout à fait intéressante, mais l'approvisionnement en eau de surface des agriculteurs de la zone n'a que peu changé. Dans l'attente d'une déstabilisation plus efficace...

5.3. D'autres patients

L'objet n'est pas ici de jeter un éclairage plus détaillé (au vu des éléments présentés au chapitre 4) sur d'autres cas d'interventions partielles ou sans doute mal mises en perspective, similaires à ceux évoqués au paragraphe 3.3.3. A travers quelques derniers exemples, il s'agit plutôt de renforcer le message des expériences pakistanaise et sri-lankaise et de souligner la nécessité de considérer comme indissociable le couple **information** et **fonctionnement finalisé** si on veut réellement parler de pilotage.

Le système de pilotage a été défini comme "l'immersion" du substrat constitué par une structure organisationnelle, un jeu de décisions de pilotage et un processus de production dans un réseau de communications *finalisées* et de tableaux de bord (Cf. paragraphe 4.2.). Le qualificatif "finalisé" fut ensuite explicité par les notions de communications fonctionnelles de pilotage et de processus. Un problème intéressant mérite dès lors d'être soulevé :
(1) la finalité des communications peut-elle être créée après leur restauration "mécanique" a priori ?
ou, presque à l'inverse,
(2) des communications finalisées et durables découlent-elles exclusivement d'une forme de finalité préalablement explicitée ?

L'enjeu de cette double interrogation est relativement important pour l'action. Certaines interventions misent trop sur le premier volet et privilégient la mise en place de flux d'information en supposant que leur utilisation suivra (paragraphe 5.3.1.) ; d'autres misent trop sur le second et privilégient la sophistication du système de production en supposant que les flux d'information suivront (paragraphe 5.3.2.). Est-il besoin de préciser que la démarche préconisée au chapitre 4 se veut un garde-fou contre la mise en route d'interventions trop déséquilibrées dans un sens ou dans l'autre... Néanmoins, les contraintes qui pèsent inévitablement sur le contexte d'une intervention peuvent rendre l'expression cohérente et authentique de finalités de fonctionnement difficile (Cf. paragraphe 5.2.) ; la remise en route de certains flux d'information ("raisonnables") devient alors une issue presque obligée et un pari souvent défendable sur l'avenir.

Un outil de gestion dont on n'a pas apporté la preuve concrète qu'il peut être "relié" durablement à la vie du système ne fonctionnera pas, alors qu'un flux d'information maîtrisé porte sans doute en lui un potentiel (fût-il minime) d'action en retour sur le système.

5.3.1. MIS[55] sans finalité

La rationalisation d'un système d'information peut ou non impliquer le recours à l'outil informatique ; la critique de Mélèse qui se dirige en priorité vers le premier type est cependant assez générale pour mériter d'être citée :

"Le besoin d'information est le concept à la base de la notion et de la pratique des plans directeurs d'informatisation. Pour résumer la démarche de l'informatique et la thèse qui l'accompagne, celles-ci font l'hypothèse que l'information est en toutes circonstances un objet définissable, que chacun dans l'entreprise a des besoins de tels objets (comme l'homme, de nourriture et la machine, d'énergie) et qu'en répondant au mieux à ces besoins, on améliorera simultanément l'efficacité de l'entreprise et la satisfaction des individus.

Il serait intéressant de montrer comment de nombreux échecs de l'informatique ont leur origine dans ces hypothèses qui présupposent :
-une organisation parfaitement définie dans ses méthodes et dans ses règles,
-les fonctions et les problèmes clairement identifiés,
-les hommes placés dans ces fonctions sans ambiguïté et capables d'exprimer l'ensemble des éléments informationnels nécessaires pour bien réaliser leurs tâches,
-toutes les informations formalisables et codifiables" [Mélèse, 1991].

En bref, présupposer un "fonctionnement parfaitement finalisé" est un préalable qui mérite d'être examiné d'assez près si on l'utilise pour justifier l'injection d'information dans un système.

[55] Management information system.

Apparemment courantes dans l'industrie ("mode" MIS), des expériences récentes du type de celles auxquelles Mélèse fait allusion sont plus rares dans le monde de l'irrigation ; ce dernier souffrirait plutôt d'un relatif déficit en matière de système d'information "moderne" : mis à part l'accès obligé aux variables de contrôle technique sur les grands systèmes régulés des pays développés, on recense peu d'interventions visant en premier lieu à revitaliser des flux d'information de gestion et s'en donnant concrètement les moyens.

Un institut de recherche et développement britannique, Hydraulic Research Wallingford (HR), fait exception et a développé une compétence intéressante en la matière [Bird, 1990]. HR a conduit de nombreuses interventions notamment au Sri-Lanka, en Thaïlande, au Soudan, aux Philippines, au Bangladesh ayant pour objet ou préalable de renforcer de façon pragmatique les communications qualifiées précédemment "d'OBSERVATION" et "d'EVALUATION". L'approche suivie par HR est caractérisée par une implication forte de ses chercheurs dans la définition et la mise en oeuvre des interventions mais en s'appuyant toutefois, autant que faire se peut, sur les moyens physiques existants pour réaliser le réseau de mesure hydraulique. Elle procède d'un constat illustré ci-dessous par Bird :

"Data collection in some form is practiced in most irrigation systems, although there is a tremendous variation in scope ; (...) However, in management terms little use is made of even the most rudimentary data. This may be due to a lack of understanding of the value of such data, and/or the lack of ressources to carry out the analysis.

The existence of a data collection programme of itself is not sufficient to guarantee sustained levels of performance. The data must be a genuine reflection of conditions in the field. If data quality cannot be assured then all data becomes suspect. The result is more confusion rather than clarification and the process of data collection and recording becomes a tedious, empty ritual devoid of practical management value" <39> [Bird, 1990].

A partir de cette situation de collecte rituelle et non finalisée entraînant une perte totale de l'information contenue dans les données, les interventions de HR restaurent une légitimité technique et permettent certains éléments de diagnostic et d'évaluation mais pas toujours de réanimation véritable du pilotage. Les résultats tendent en effet à montrer que si l'objectif de renforcer la capacité d'EVALUATION des gestionnaires est dans la majorité des cas bien atteint, cette étape n'entraîne pas nécessairement un changement durable de la fonction de COMMANDE et est donc alors d'un impact limité sur le pilotage des systèmes considérés.

Il faut signaler qu'à la suite de la série d'expériences évoquée ci-dessus, HR a développé un outil logiciel (INCA) exploitant une base de données et devant permettre de renforcer la fonction de COMMANDE du pilote PI et à terme PM ; de façon assez curieuse, la disponibilité de cet outil a donné lieu à une expérience comme Inginimitiya (mentionnée au paragraphe 3.3.3.2.) qui s'est soldée par un échec en partie dû au fait que la balance avait cette fois penché du côté prescriptif sans se préoccuper de la possibilité de mettre en place les flux de données fiables et réguliers nécessaires au fonctionnement de l'outil, devenu trop exigeant...

On peut citer enfin une intervention menée récemment dans l'Etat du Gujarat en Inde sur le système de Mahi-Kadana. Cette intervention a atteint un remarquable résultat en permettant l'installation d'un MIS sur une zone pilote du périmètre [Murray-Rust, 1994]. Murray-Rust décrit l'impact de cette intervention en des termes très enthousiastes ; l'information générée par le MIS a permis une évaluation quantifiée de la distribution d'eau jusqu'alors impossible et la mise en place d'un système de collecte de données a suscité un surcroît de motivation à différents niveaux de la hiérarchie du département d'irrigation ; aucune analyse claire d'un éventuel impact de l'utilisation de l'information à des fins de pilotage (pour réduire la consommation d'eau ou améliorer l'équité) n'a cependant été publiée jusqu'à présent.

L'information est nécessaire mais il faut "boucler la boucle" et s'assurer qu'elle est bien porteuse d'une finalité de changement et d'amélioration...

5.3.2. Finalité sans MIS

Où l'on peut reparler de HR et de INCA, comme de bien d'autres... Une des recommandations les plus communément retrouvées dans les rapports de consultants, après la proposition de diverses améliorations (bonnes ou mauvaises) est grosso modo la suivante : "Un préalable évident pour que ça marche est qu'il faut améliorer les communications". Pour ne citer qu'un exemple :

"The implementation of the improved operating procedures outlined above to meet the actual irrigation demand more closely, involves a substantial upgrade over the current capacity to monitor and adjust the within-season operation of the system. These include :
-Establishing a capacity for continuous monitoring and feedback of rainfall and ponding levels in rice paddies.
-Establishing a capacity for continuous monitoring and feedback of unregulated streamflows below the Thup Salao reservoir (...)" <40> [Malano, 1993].

Cette recommandation est le plus souvent fondée, mais l'énoncer n'est pas nécessairement suffisant pour convaincre le management du périmètre de s'attaquer à la résolution d'un problème pourtant (présenté comme) aussi trivial.

Déjà mentionné précédemment, le problème de la mise en place et de la fiabilité de chaînes de mesures est bien réel sur les périmètres irrigués ; difficultés techniques pour les mesures hydrauliques (estimation des débits, détermination de pas de temps de mesure adéquats pour prendre en compte la variabilité), doublées de problèmes d'échelle spatiale et d'accessibilité pour toutes les données concernant des variables au niveau des exploitations agricoles individuelles sur les grands périmètres ;...état d'avancement des cultures et besoins en eau sur une zone de cent mille hectares avec une taille moyenne d'exploitation de un hectare ?

Ce constat rend très vite non-opérationnelle et irréaliste toute méthode prescriptive de gestion qui impliquerait une connaissance fine de l'état du système au-delà des axes hydrauliques primaires à un niveau centralisé.

Finaliser une intervention à travers des objectifs d'amélioration et des moyens techniques pour y parvenir est essentiel ; encore faut-il s'assurer que la greffe peut prendre et que les acteurs du système peuvent et veulent assurer la réalisation opérationnelle de l'ensemble des communications finalisées nécessaires pour "la mise en route" du système sur un nouveau mode de recherche de la performance.

5.4. Lendemain de fête

S'il est une leçon à tirer, c'est la modestie face à la réalité de l'intervention ; banal et tellement évident ; le temps de l'intervenant est généralement court, trop court notamment pour engager des démarches de diagnostic monodisciplinaires lourdes. Le point de vue défendu fut que le système de pilotage offre des indicateurs de non-fonctionnalité intégrateurs, "raccourcis" conduisant aux "bons" problèmes et les mettant en perspective.

A l'usage, même avec cet outil, pas mal de difficultés demeurent ! On peut certes garantir les vertus explicatives de la trame proposée dans la plupart des contextes, mais évidemment pas ses vertus opérationnelles...

La tentation d'interventions partielles reste grande, au moins connaît-on peut-être mieux désormais leurs limites.

...Coda.

Chapitre 6

REUSSIR OU SE DONNER UNE MEILLEURE CHANCE D'EVITER L'ECHEC ?

Résumé

Certaines des notions développées précédemment sont presque des évidences dans une perspective rationnelle de gestion d'entreprise (analyse des systèmes de pilotage, formalisation des interventions, méthode participative de l'introduction d'innovations) ; néanmoins, les logiques d'intervention des acteurs externes de l'amélioration sur les périmètres irrigués ont sans doute conduit à trop négliger ces champs de réflexion. Le détour paraît aujourd'hui nécessaire pour faire avancer les vrais acteurs internes des systèmes vers une meilleure compréhension des logiques qui les gouvernent et leur permettre ainsi d'exprimer clairement leurs besoins.

6.1. Quelle portée ?

Quelques mots d'exégèse pour terminer ; initié par un problème concret d'aide à la décision sur un canal principal sri-lankais, le travail présenté s'est assez vite reconnu dans la problèmatique plus vaste du pilotage de la performance sur les périmètres irrigués ; ce glissement fut ensuite interprété comme révélateur d'impératifs relativement génériques posés aux interventions visant à améliorer la gestion de l'eau dans les périmètres irrigués et donc susceptible d'alimenter une réflexion sur ces "interventions", considérées dès lors comme le véritable objet d'étude.

Issue de ce cheminement : une thèse sur *l'intervention dans les périmètres irrigués*, présentant comme un préalable essentiel à l'amélioration, la mise au point très participative d'une représentation globale du système de pilotage.

Parmi les interlocuteurs ayant accumulé le plus d'expérience en matière d'interventions sur le pilotage des organisations et donc les plus à même de contribuer à la critique et l'enrichissement de cette thèse, se trouvent sans nul doute les "acteurs de l'intervention" sur les systèmes de production industriels ; amorcer un dialogue interdisciplinaire a conduit à placer l'argumentaire dans un champ sémantique qui leur soit familier et à mettre ainsi en correspondance la terminologie et la problématique des périmètres irrigués et des entreprises industrielles. Ce travail ne fut qu'ébauché et mérite approfondissement. Il permit néanmoins d'avancer vers "une trame" d'intervention dont les principaux éléments ont un pouvoir explicatif certain sur le manque de pertinence ou de durabilité d'interventions ne les ayant pas suffisamment pris en compte.

Ce faisant, la démarche suivie fut échelonnée de "focalisations restrictives" qui sont rappelées ci-dessous.

Attention, focalisation restrictive numéro un !

L'analogie périmètre irrigué/entreprise industrielle est conduite avec un fort biais en faveur du **système de production** de l'entreprise et n'est donc pas abordée selon une approche globale (pas de véritable analyse des aspects financiers, commerciaux et administratifs).

Attention, focalisation restrictive numéro deux !

Il faut rappeler à ce stade que l'étude se consacre délibérément à l'amélioration de la gestion de l'eau ; l'analogie sera donc poursuivie en considérant exclusivement la **production d'eau maîtrisée** (qu'elle soit réalisée au sein d'un processus à "deux ateliers" ou à "deux entreprises") et donc sans décliner en "termes industriels" la production de biens agricoles irrigués (ce qui impliquerait de considérer d'autres intrants que l'eau maîtrisée, de traiter les problèmes d'itinéraires culturaux...).

Attention, focalisation restrictive numéro trois !
Pas de faux espoirs... Si poser le cadre d'un diagnostic global est un passage obligé auquel il faut satisfaire, aborder de façon "normative" l'explicitation et le traitement de causes liées aux machines, aux hommes et aux institutions est une gageure et on ne peut se risquer très loin sur ce chemin. C'est donc essentiellement une **démarche "ouverte" d'amélioration du système de production d'eau maîtrisée** qui dera déclinée dans la suite.

Attention, focalisation restrictive numéro quatre !
L'amélioration de la production d'eau maîtrisée porte sur des objectifs stratégiques devant être déployés tout à la fois selon un mode économique et un mode technique. Les exemples utilisés pour illustrer la démarche d'amélioration proposée font en majorité référence au **déploiement technique**.

Ces "focalisations" ont permis de recentrer tour à tour l'objet des interventions considérées : la production d'eau maîtrisée (1)(2), la portée des recommandations : perspective constructiviste (3) et enfin le domaine principal d'illustration de la démarche : les aspects techniques -au sein du champ technico-économique- (4). La portée thématique de la thèse s'en trouve diminuée d'autant et ne doit pas prétendre à outrepasser ces limites. Un des aspects les plus limitants concerne la restriction aux interventions sur "la production d'eau maîtrisée" ; l'analyse par processus a montré que de telles interventions devaient impérativement être resituées dans un cadre d'amélioration plus large que la pure gestion de l'eau pour prétendre aborder les niveaux de décision touchant à l'allocation de la ressource et la programmation des irrigations sous l'angle de la performance globale du périmètre ; le mérite de la thèse est d'avoir clairement posé ces limites, sa faiblesse est de s'y être cantonnée.

Pour ce qui est du champ d'applicabilité (dans le cadre thématique désormais précisé), il faut finalement reconnaître qu'un souci constant de généralité n'a pu éliminer certains biais en direction des interventions conduites dans le cadre d'actions de développement (ne serait-ce que par les exemples utilisés pour illustration). Il serait cependant dommage de croire, en raison de ces biais, que les besoins en éclaircissement de la problématique de l'intervention et du pilotage de la performance sur les périmètres sont limités à ce cadre ; si le texte ne la traite qu'imparfaitement, cette problématique (à l'image de son alter ego dans les entreprises industrielles) est de fait très générale et mérite attention en France comme au Sri-Lanka.

Dans la même veine, il faut bien sûr être conscient qu'un échantillon d'intervenants sélectionnés parmi ceux susceptibles de recevoir avec quelque intérêt l'argumentaire de la thèse risque d'avoir un centre de gravité proche du profil d'un chercheur/consultant de type "IIMI" ou organisme de recherche appliquée apparenté. A tort ou à raison, l'ambition affichée en introduction qui traduisait la volonté de garantir un potentiel de dispersion minimum à un tel échantillon (en y conviant notamment les interlocuteurs du monde de l'industrie) reste cependant intacte.

6.2. Inventaire

Rapide panorama des principales définitions, notions et autres formalisations introduites au fil de l'argumentaire.

6.2.1. Une analogie

...Périmètre irrigué ?

"Communauté d'acteurs, avec tous leurs moyens de production, qui utilisent une même ressource en eau, artificiellement mobilisée dans le but de produire des biens agricoles (selon les acteurs : production et/ou valorisation 'd'eau maîtrisée')"... Cette définition permit de relier clairement

la notion de périmètre irrigué à l'identification d'une ressource en eau "partagée". Pour aborder la problématique de la gestion de l'eau de façon opérationnelle et structurer en conséquence une analogie périmètre/entreprise, on s'est limité à une perspective "système de production" (ignorant en cela les volets financiers, commerciaux et administratifs de l'entreprise).

...Systèmes de production, interface

Le système de production principal d'un périmètre irrigué est évidemment le système de production de biens agricoles à l'échelle de ce périmètre. Une vision purement mécaniste du fonctionnement de ce système de production amène à considérer un faisceau de processus de production et/ou de distribution d'intrants (tels que l'eau, les engrais...), devant être "orchestré" pour un assemblage final au sein d'ateliers aval (les parcelles), produisant les biens agricoles.

On s'est donc intéressé à la production d'un intrant particulier : *l'eau* qualifiée de *maîtrisée*. Le processus de production de cet intrant couvre l'ensemble des transformations effectuées sur l'eau depuis la source alimentant le périmètre jusqu'à l'application sur les parcelles. Le mode d'organisation adopté sur les périmètres conduit dans la plupart des cas à mettre en évidence une interface de gestion sur ce processus. A cette interface, l'acteur en charge de l'eau maîtrisée passe d'une logique de producteur à une logique d'utilisateur de cet intrant. L'interface de gestion se situe souvent à un niveau donné de ramification du réseau hydraulique, par exemple au niveau tertiaire.

De façon traditionnelle sur les grands périmètres, l'interface met en présence une agence d'irrigation (acteur "producteur" d'eau maîtrisée) et les agriculteurs, individuels ou regroupés en association (acteur "utilisateur" d'eau maîtrisée). Cette configuration s'apparente en industrie au cas où une entreprise amont (fournisseur) traite avec de multiples entreprises aval (producteurs-clients). Sur l'essentiel des petits périmètres néanmoins, l'acteur producteur est soit agriculteur soit directement mandaté par les agriculteurs ; la configuration de gestion plus intégrée qui en résulte s'apparente alors plutôt à un cas d'entreprise unique avec un atelier amont fournissant de multiples ateliers aval.

...Produit "eau maîtrisée"

La poursuite de l'analogie implique de définir plus précisément le produit "eau maîtrisée", objet de la transaction à l'interface de gestion. Selon une terminologie d'entreprise on peut identifier un produit industriel : l'hydrogramme ou profil de débit au cours du temps.

Ce produit est fourni par un producteur spécialisé, dans des conditions de service variables (catalogue plus ou moins important, latitude dans le choix des moments de livraison) qui dépendent des effets combinés de contraintes techniques de production et des choix de gestion régissant les relations entre les deux acteurs de l'interface.

...Machines, processus

Le processus de fabrication du produit "eau maîtrisée" est non trivial. Sur le segment amont du processus, la matière première est transformée en produit semi-fini non différencié à l'aide d'ouvrages hydrauliques spécialisés ("machines" telles que des vannes, seuils, pompes...) ; une ultime opération sur des machines situées à l'interface de gestion assure de façon simultanée la différenciation du produit semi-fini et la livraison à chaque "producteur-client". Le segment aval se situe chez les "producteurs-clients" et permet d'effectuer les dernières opérations transformant le produit livré "eau maîtrisée" en produit final, utilisé comme intrant dans un itinéraire cultural (au niveau des parcelles).

Les lois régissant la fabrication sont essentiellement celles de l'hydraulique, parfois sous pression (notamment sur le deuxième segment), le plus souvent à surface libre (presque exclusivement, sur le premier segment). La nature des équations sous-jacentes (non-linéarité, retard) fait que les gammes de production sont difficiles à optimiser en fonction des trois critères de performance classiques de l'industrie : "coût" (coût des moyens mis en oeuvre et des approvisionnements en matière première), "délais" (délais de réponse à des besoins exprimés et temps de cycle) et "qualité" (écart entre produits livrés et produits attendus).

...Logique de pilotage

En fonction de la logique de pilotage choisie, un système de production s'oriente vers plus de réactivité face à des demandes aval exprimées (production en "flux tirés") ou plus de planification basée sur des prévisions de cette même demande aval (production en "flux poussés"). Une logique de pilotage est bien évidemment déployée par l'intermédiaire des décisions que prennent les différents pilotes en charge du processus. En ce qui concerne le processus de production d'eau maîtrisée, on peut retenir trois grandes classes de décisions de pilotage :

1. L'allocation saisonnière de la ressource (AS).
2. La programmation intra-saisonnière des irrigations (PI).
3. Les plans de manoeuvre des ouvrages hydrauliques (PM).

La décision (AS) relève de la planification de production et consiste à raisonner en début de saison, en fonction des disponibilités potentielles d'approvisionnement en eau, les surfaces pouvant être mises en culture (et éventuellement les types de cultures). Cette décision prend toute son importance dans des périmètres où la ressource en eau est limitée et où on est parfois amené à gérer un stock de matière première inter-saisonnier voire inter-annuel (réservoir).

La décision (PI) relève également de la planification de production et consiste à fixer des objectifs de production d'eau maîtrisée à un pas de temps plus fin et de façon plus précise ; elle touche donc également à l'ordonnancement dans la mesure où programmer une livraison revient à programmer la dernière opération d'une gamme de production.

La décision (PM) relève de l'ordonnancement au sens strict ; il s'agit de préciser la gamme de production en raisonnant la succession des opérations à effectuer sur les ouvrages hydrauliques pour mener à bien la fabrication des produits devant être livrés. Les flux de matière sont régulés en fonction de prévisions centralisées des besoins (commandes en "boucle ouverte") et en fonction de mesures locales d'écarts de niveaux d'eau ou de débit par rapport à des situations de consigne (commandes en "boucles fermée"). Les deux types d'approche se retrouvent en industrie où l'on utilise assez largement des outils de type "flux poussé" comme la GPAO[56] pour instrumenter l'élaboration des commandes en boucle ouverte et des outils de type "flux tirés" comme les Kanban[57] pour instrumenter l'élaboration des commandes en boucle fermée.

Que conclure de ce bref parallèle entre périmètres irrigués et systèmes de production industriels ? La création de valeur à l'échelle d'un périmètre dépend du "bon" fonctionnement du système de production de biens agricoles à cette échelle. Dans ce dernier est inclus un système de production d'eau maîtrisée principal, fournissant de nombreux sous-systèmes de production de biens agricoles par l'intermédiaire d'une interface de gestion. Cette interface coupe le processus de production d'eau maîtrisée et est donc susceptible de poser des problèmes en matière de coordination de production. Cette dernière remarque a conduit à analyser de façon globale et transversale le pilotage de ce processus.

6.2.2. Une représentation

...Architecture

L'essentiel des avancées réalisées en industrie sur les problèmes de représentation ont été inspirées par la remise en cause des systèmes de contrôle de gestion traditionnels. L'affectation analytique des coûts et les mesures de performance associées ne se satisfont plus du cadre comptable classique et poussent à l'élaboration de représentations qui collent de plus près à la réalité de la production et de la création de valeur dans l'entreprise. On peut retenir deux concepts principaux issus de ces nouvelles lectures de la production : le concept d'*activité* [Lorino, 1991] et le concept de *processus* [Shingo, 1991]. Toute création de valeur par un système de production est associée à un output de ce système créé au sein d'un processus constitué d'une succession d'activités élémentaires.

[56] Rappel : Gestion de production assistée par ordinateur.

[57] Rappel : Méthode de gestion d'origine japonaise permettant la transmission de demandes locales de l'aval vers l'amont entre les postes de travail pour déclencher les opérations de production.

En ce qui concerne la production d'eau maîtrisée, il est donc naturel de chercher à situer les activités dont les pilotes traitent des trois grandes décisions évoquées précédemment (niveaux AS, PI et PM) au sein de processus créateurs de valeur sur le périmètre irrigué. Ceci conduit à mettre en évidence deux types de relations fondamentalement différentes entre les pilotes :

1. Des relations hiérarchiques de type *pilote/piloté* entre pilotes de même niveau ou de niveaux différents (dans ce dernier cas : relations AS/PI et PI/PM).

2. Des relations non hiérarchiques de type *pilote/pilote* (ou coordination de processus) entre pilotes d'un même niveau ; les pilotes de niveau PM sont en charge d'activités qui constituent le processus de production d'eau maîtrisée, ceux de niveau PI et ceux de niveau AS sont en charge d'activités qui s'inscrivent respectivement, avec d'autres, dans le processus de production de biens agricoles et le processus de production de richesses à l'échelle du périmètre.

La figure 40 qui reprend pour l'essentiel la figure 38 permet d'illustrer une dernière fois les notions précédentes en utilisant une architecture à treize pilotes tirée de celle de Kirindi-Oya.

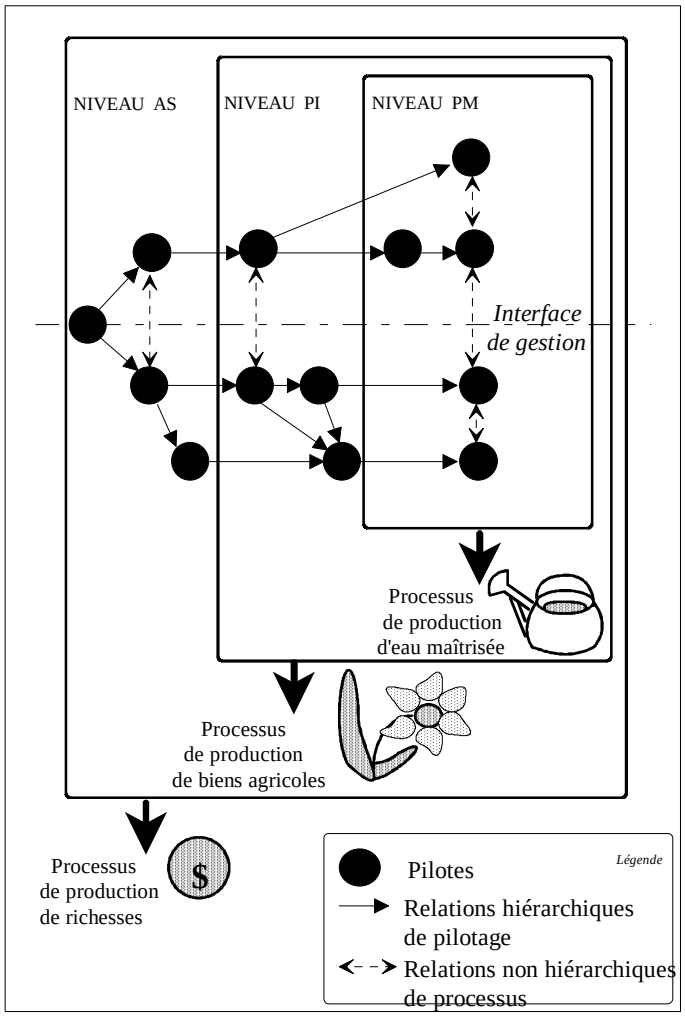


Figure 40. Pilotes, processus, création de valeur

Cette représentation permet ainsi de dresser une carte sommaire des relations entre les divers pilotes impliqués dans la gestion de l'eau sur un périmètre irrigué : agence d'irrigation, association d'agriculteurs, prestataire de service privé... et de situer leurs rôles respectifs à la fois dans la hiérarchie de pilotage et dans les processus créateurs de valeur. Elle peut être notablement précisée en faisant appel à des techniques d'analyse utilisées dans l'industrie (par exemple, en France, l'Analyse modulaire des systèmes [Mélèse, 1991]) pour formaliser plus finement certains aspects génériques des relations de pilotage.

...Instrumentation

Une représentation sommaire du type précédent prend toute sa signification lorsque l'on essaye d'expliciter concrètement la "mécanique" de fonctionnement qui s'établit entre les divers pilotes d'un périmètre particulier. La mise à plat de cette mécanique conduit à "animer" la représentation en y projetant de manière désormais structurée le détail des *communications* échangées par les pilotes, des *traitements* qu'ils effectuent et des *données* qu'ils manipulent (messages, logiciels, tableaux de bord...). Cette étape peut être réalisée dans une perspective classique d'analyse d'un système d'information en faisant appel, là encore, à des techniques éprouvées (par exemple, en France, MERISE [Diviné, 1991]). On doit accorder une attention toute particulière à l'instrumentation des relations non hiérarchiques de processus entre pilotes de même niveau (quelles communications échangées, quelle influence sur les traitements, quelles données stockées ?).

L'explicitation d'une représentation formalisée du système de pilotage de la production d'eau maîtrisée et surtout de l'instrumentation qui y est associée permet donc d'analyser finement la chaîne de pilotage hiérarchique et l'interface de gestion production/utilisation d'eau maîtrisée. Cette représentation constitue en fait un point d'ancrage naturel pour toute intervention visant à améliorer la performance de la gestion de l'eau sur un périmètre irrigué ; on montre de plus que son explicitation peut être considérée comme la première étape d'une "trame" complète d'intervention.

6.2.3. Une démarche

...Point d'ancrage "performance"

On a résolument adopté le point de vue d'un intervenant mandaté pour analyser la performance de la gestion de l'eau dans un périmètre et faire des propositions d'action pour l'améliorer. Parler de la performance d'un système de production, quel qu'il soit, impose de raisonner en terme d'acteurs. On est amené à distinguer les acteurs "clients" du système de production de l'acteur "gestionnaire" ; les premiers sanctionnent la "valeur" (à leurs yeux) des activités du système, le second doit anticiper ces "interprétations valeur", les formuler en terme d'objectifs stratégiques puis les déployer dans son système de production à travers une "interprétation performance". Un système n'est performant qu'au vu de la réalisation d'un objectif stratégique, interprétation par un acteur gestionnaire de la vision d'un acteur client. En matière de gestion de l'eau sur un périmètre on peut identifier différents niveaux d'acteurs clients correspondant aux trois processus principaux de création de valeur mis en évidence précédemment.

1. Processus de production d'eau maîtrisée : dans une configuration de type fournisseur/producteur-client, on a effectivement une classe d'acteurs clients du système de production d'eau maîtrisée (interprétation valeur en terme de qualité totale du produit eau maîtrisée). Dans une configuration atelier/atelier, on ne retrouve pas cette notion (les vrais clients seraient ici les cultures irriguées...).

2. Processus de production de biens agricoles : les acteurs clients sont évidemment les marchés agricoles (interprétation valeur en terme de qualité totale des produits agricoles).

3. Processus de création de richesses à l'échelle du périmètre : les acteurs clients peuvent à ce niveau avoir des visages divers ; on retiendra les actionnaires du périmètre (interprétation valeur en terme de rentabilité) et les pouvoirs réglementaires (interprétation valeur en terme de justice sociale, de durabilité, de productivité des ressources rares...).

On conçoit aisément que les acteurs gestionnaires des niveaux AS, PI et PM aient parfois du mal à déployer l'ensemble des objectifs stratégiques (parfois contradictoires) qui découlent de l'analyse précédente, que ce soit au sein d'une hiérarchie de pilotage ou à travers la coordination des processus. Il n'est en fait pas réaliste d'envisager un tel déploiement sans un système de pilotage cohérent, transparent et bien instrumenté.

On a mentionné que les expériences conduites en milieu industriel pour améliorer la production incitent à être encore plus catégoriques : pour intervenir de façon pertinente et durable, il faut disposer

d'une représentation du système de pilotage comprise et partagée par les différents acteurs [Mélèse, 1995], [Lorino, 1995].

...Trame opératoire

Le temps de l'action est généralement court pour un intervenant. Juger de la "fonctionnalité" d'un système sans avoir immédiatement recours à des approches multidisciplinaires lourdes est en fait l'un des points d'achoppement majeurs de toute phase de diagnostic. Si l'on conçoit bien en effet que l'analyse des *causes de non-fonctionnalité* et des moyens à mettre en oeuvre pour les traiter impliquent des approfondissements importants par champ d'expertise (technique, managérial, institutionnel...), il paraît souhaitable de cibler au préalable ces interventions par l'identification de *symptômes de non-fonctionnalité*, au moyen d'indicateurs simples et intégrateurs.

Un examen "naturaliste" de la mécanique *globale* du système de pilotage permet ce préalable. L'analyse d'une représentation mise au point par l'intervenant et les acteurs (pilotes) concernés selon les grandes lignes dégagées précédemment, permet en effet de vérifier des principes simples de cohérence et d'intégrité de ce système de pilotage ; on peut ainsi mettre en évidence les faiblesses de la mécanique de pilotage qui rendent difficile le déploiement des objectifs stratégiques : interface non instrumentée, pilote non opérationnel, absence de certaines communications... Le point de vue défendu est que ces faiblesses sont en fait des symptômes "intégrateurs" permettant d'aiguiller le diagnostic, à travers leur analyse, vers les causes profondes de non-fonctionnalité du système de production par rapport à la poursuite de ses objectifs stratégiques.

La recherche des causes de non-fonctionnalité doit ensuite être structurée. Trois facteurs explicatifs principaux sont repris sous des formes différentes par la plupart des auteurs ayant proposé des lectures sociologiques des systèmes de production industriels : *les machines, les hommes et les institutions* [Riveline, 1991].

Dans ce cadre très "stylisé", l'analyse causale est alors orientée vers la recherche d'insuffisances du système de production en matière de *technologie de production* (problèmes de machines : par exemple flexibilité limitée due à la nature des ouvrages hydrauliques...), en matière de *décisions de pilotage* (problèmes d'hommes : par exemple pilote n'ayant pas formalisé de méthode pour réguler un canal principal...) ou en matière de *structure organisationnelle* (problèmes d'institutions : par exemple hiérarchie d'une agence d'irrigation incompatible avec la hiérarchie de pilotage...).

La tâche est loin d'être évidente ; dans un contexte fortement multiacteur et multiobjectif, les causes de non-fonctionnalité expliquant l'état d'équilibre "dysfonctionnel" atteint par un système peuvent en effet être multiples et corrélées [Perry, 1995]. L'intérêt de l'analyse proposée repose en fait sur la mise en perspective et en cohérence de ces diverses causes à travers leur influence sur des faiblesses identifiées du système de pilotage.

Le traitement des causes passe enfin par la mise au point d'une nouvelle représentation du système de pilotage, prenant en compte les avancées à réaliser en matière de technologie, de décisions de pilotage et d'organisation pour rendre le système de production fonctionnel par rapport à ses objectifs stratégiques. Créer les conditions d'une cohérence durable de ce système de pilotage "cible" devient en fait l'objectif explicite de l'intervention. Ce travail comprend deux volets principaux : une mise à plat et un traitement poussé "par champ d'expertise" des causes de non-fonctionnalité détectées grâce à l'analyse du système de pilotage initial, suivis de l'instrumentation (désormais potentiellement durable) du nouveau système de pilotage. Tous les "acteurs pilotes" concernés doivent être impliqués aux différents stades de l'intervention pour mettre à jour, discuter et valider les représentations successives du système de pilotage afin d'assurer pertinence et durabilité aux traitements envisagés sur le système de production et à la nouvelle instrumentation du pilotage qui leur est associée.

Pour reprendre un terme à la mode de la gestion en entreprise, le type d'intervention proposé peut finalement être considéré comme une forme de "ré-ingénierie" du système de pilotage.

6.3. L'attrait du "méta"

La formulation "en négatif" retenue pour l'expression de la thèse témoigne enfin d'un certain penchant pour la méta-thérapie. La perspective choisie (trahissant sans nul doute la motivation première de cette thèse) procède ainsi d'une volonté "d'intervention" sur les intervenants à l'oeuvre dans les périmètres irrigués.

A l'image des arguments présentés pour l'adoption d'un regard "constructiviste" au cours d'une intervention auprès des acteurs des périmètres, il faut néanmoins interpréter l'ensemble des recommandations qui émaillent les chapitres quatre et cinq comme une incitation à la réflexion pour l'intervenant plus qu'un quelconque déballage normatif... Toutefois, si l'utilisation de la trame présentée au chapitre quatre n'équivaut pas à une garantie de succès, le point de vue défendu est qu'elle peut prévenir l'échec.

On résumera finalement cette trame par un parcours "d'explicitation" en trois étapes : représentation, symptômes de non-fonctionnalité, causes de non-fonctionnalité, bouclé sur la première étape qui fait office de point d'ancrage.

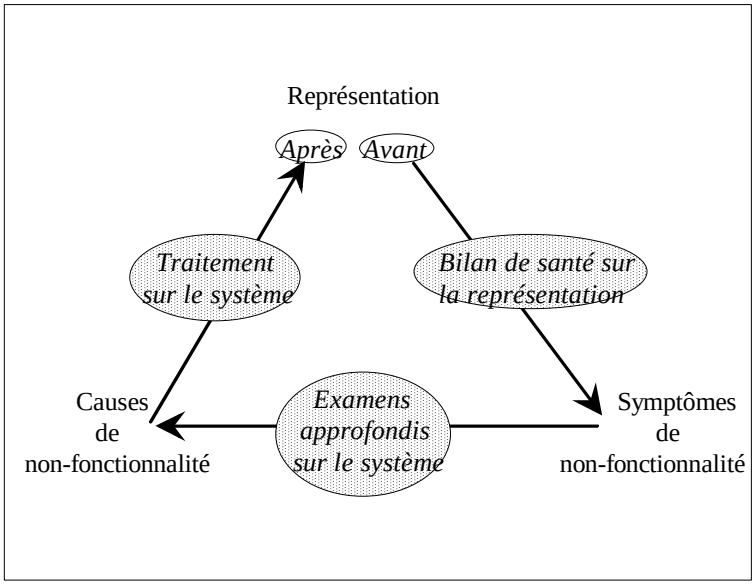


Figure 41. Un parcours triangulaire

L'originalité de cette trame tient donc d'une part à l'objet du point d'ancrage qui se veut avant tout "opératoire" et un support concret à l'action : *le système de pilotage* et d'autre part à la démarche d'intervention qui privilégie un point de vue constructiviste : *établir une représentation partagée de ce système, permettant un fonctionnement finalisé*. La difficulté de mise en oeuvre complète est bien réelle et a été abordée notamment avec les questions liminaires de légitimité de l'intervenant et de méthode "d'intrusion" dans la logique des acteurs du système (outils formalisés jouant le rôle de "mythes rationnels"), puis à travers la mise en évidence de difficultés spécifiques, rappelées ci-après.

Difficulté majeure ! Si l'identification des pilotes d'une branche "producteur d'eau maîtrisée" est généralement abordable, celle de pilotes représentatifs sur une branche "producteur de biens agricoles" peut s'avérer très difficile si les acteurs de cette branche sont hétérogènes et entretiennent un contact d'interface peu formalisé avec le fournisseur d'eau maîtrisée.

Difficulté majeure ! Dans un contexte fortement multiacteur et multiobjectif, les causes de non-fonctionnalité expliquant l'état "d'équilibre" dysfonctionnel atteint par un système peuvent être multiples et corrélées.

Difficulté majeure ! Le manque de typologie claire des innovations ou voies de l'amélioration déjà existantes et prouvées (solutions sur étagères) fait que l'étape de ré-ingénierie, comme les précédentes, est loin d'être évidente...

A ce niveau de description, il faut bien sûr noter que la trame préconisée dépasse le cadre de l'irrigation et s'appuie en fait sur une démarche d'intervention très générale applicable (et appliquée, dans des cadres formels différents) à tout système "finalisable".

Chaque lecteur-intervenant pourra, pour finir, chercher son lieu de villégiature préféré sur les branches du triangle...

Certains auteurs de diagnostics rapides, fondant leurs représentations sur des "check lists" disciplinaires peupleront la première branche : "D'après les normes usuelles, la maintenance des ouvrages est mauvaise".

D'autres, parfois opposés par principe à tout essai de représentation de la complexité, seront hébergés par la deuxième branche où l'évocation de causes reste en fait assez éloignée de l'action : "La maintenance des ouvrages semble problématique, c'est sans doute dû à un manque d'organisation des agriculteurs".

D'autres encore, tirés par une représentation "souhaitable" issue de leur expérience ou de champs de compétence particuliers pousseront à l'action sur la troisième branche : "les agriculteurs ne peuvent pas s'organiser, il faut aller vers un système plus simple à gérer, changeons tous les ouvrages".

Caricatural ?... Certes.

6.4. Rideau

"C'est par la porte qu'on sort ; pourquoi personne ne veut-il utiliser cette sortie ?" Confucius, cité dans [Watzlawick, 1975].

SUITE DE LISTES

Mots clés.

Quelques mots clés, pour la plupart explicitement définis dans le texte (parfois sous forme de citation), sont regroupés ci-après; les définitions retenues correspondent à l'emploi qui est fait des termes associés dans le texte* .

Morphologie:

IRRIGATION
Usage maîtrisé de l'eau, facteur de production, pour produire des biens agricoles.

ORGANISATION
Groupe d'hommes composé de spécialistes travaillant ensemble à une tâche commune. A la différence de la société, la communauté ou la famille, une organisation se définit par son objectif, elle ne se fonde ni sur la nature psychologique de l'être humain ni sur une nécessité biologique.

ENTREPRISE
Groupement humain hiérarchisé qui met en oeuvre des moyens intellectuels, physiques, financiers, pour extraire, transformer, transporter, distribuer des richesses ou produire des services, conformément à des objectifs définis par une direction, personnelle ou collégiale, en faisant intervenir, à des degrés divers, les motivations de profit et d'utilité sociale.

SYSTEME DE PRODUCTION
Sous-système d'un système "entreprise" regroupant l'ensemble des activités de ce système relevant de la production.

PRODUIT
Objet de transaction entre un producteur et un client.

INTERPRETATION VALEUR
Sanction exercée par un client externe sur les fonctionnalités d'un produit; se caractérise dans un cadre classique par une décision d'achat ou une offre de prix.

INTERPRETATION PERFORMANCE
Déploiement, à partir d'une anticipation de l'interprétation valeur des clients, d'une stratégie de production des fonctionnalités d'un produit jugées "prometteuses".

EAU MAITRISEE
Produit fabriqué sur un système hydraulique géré par l'homme.

* Il ne s'agit pas nécessairement de définitions faisant autorité dans la littérature.

PERIMETRE IRRIGUE

Communauté d'acteurs, avec tous leurs moyens de production, qui utilisent une même ressource en eau, artificiellement mobilisée dans le but de produire des biens agricoles (selon les acteurs : production et/ou valorisation "d'eau maîtrisée").

Métabolisme:

REPRESENTATION

Opération cognitive visant à la fois à comprendre et à communiquer une situation perçue complexe.

ACTIVITE

Réalisation coordonnée d'un service.

DECISION DE PILOTAGE

Choix en information incomplète visant à ajuster la performance d'une activité.

ACTEUR PILOTE

Agent décisionnel qui prend des décisions de pilotage.

COMPOSANTE PILOTE D'UNE ACTIVITE

Couple formé de la décision de pilotage principale de l'activité et de l' (des) acteur(s) pilote(s) associé(s).

COMMUNICATION

Lien finalisé entre deux acteurs pilotes.

TRAITEMENT

Opération élémentaire effectuée par un acteur pilote.

DONNEE

Enregistrement dans un code convenu de la mesure ou du repérage de certains attributs d'un objet ou d'un événement.

FONCTION DE COMMANDE

Au sein d'une activité, élaboration (via traitements) et transmission (via communications) de décisions de pilotage.

FONCTION D'OBSERVATION

Au sein d'une activité, recueil, transmission (via communications) et analyse (via traitements) de données en vue de remplir la fonction de commande.

FONCTION D'EVALUATION

Au sein d'une activité, recueil, transmission (via communications) et analyse (via traitements) de données en vue de l'apprentissage de la fonction de commande.

PROCESSUS

Succession d'activités menant à un résultat identifié.

SYSTEME DE PILOTAGE

Ensemble des composantes pilotes des activités d'un système, leur architecture, leur instrumentation.

Ouverture:

FINALISE

Caractère d'un système qui a un but, une fin.

FONCTIONNEL

Caractère d'un système en mesure de créer pleinement les valeurs sur lesquelles on juge son fonctionnement.

RE-INGENIERIE

Attitude d'intervention permettant d'envisager la reconfiguration d'un système autour de ses processus créateurs de valeur.

INTERVENTION

Activité d'un acteur externe interférant avec le fonctionnement d'un système.

Sigles et termes spécifiques.

Bien que souvent explicités en notes de bas de page ou dans le corps du texte, les sigles et les termes spécifiques sont, pour l'essentiel, récapitulés ci-après.

ABM	Activity based management.
AD	Aide à la décision.
AMDEC	Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité.
AMS	Analyse modulaire des systèmes.
AS	Allocation saisonnière (niveau de décision).
ASCE	American society of civil engineers.
ASCII	Codage standard des caractères (informatique).
AV	Analyse de la valeur.
AMIL	Vanne à flotteur, régulation du niveau d'eau amont (nom commercial).
AVIO	Vanne à flotteur, régulation du niveau d'eau aval (nom commercial).
AVIS	Vanne à flotteur, régulation du niveau d'eau aval (nom commercial).
B□AD	Banque asiatique de développement.
BC	Branch canal.
BRL	Companie d'aménagement du Bas-Rhône Languedoc.
CACG	Companie d'aménagement des coteaux de Gascogne.
Cemagref	Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement.
CGS	Centre de gestion scientifique (Ecole des mines de Paris).
CNA	Comicion nationale del agua (Mexique).
CNEE	Coût de non-efficacité des équipements.
COQ	Coût d'obtention de la qualité.
CPC	Coût des performances cachées.
dBase	Système de gestion de bases de données (logiciel, nom commercial).
DCO	Distributory channel organization.
ECOGRAI	Approche systémique d'instrumentation de la mesure technico-économique.
ENSMP	Ecole nationale supérieure des mines de Paris.
ENGREF	Ecole nationale du génie rural des eaux et forêts.
ETP	Evapotranspiration.
FAO	Food and agricultural organization of the United Nations.
FCO	Field channel organization.
FCS	Facteur-clé de succès.
GPAO	Gestion de production assistée par ordinateur.
GRET	Groupe de recherche et d'échanges technologiques.
HR	Hydraulic research Wallingford.
ICID	International commission for irrigation and drainage.
ID	Irrigation department.
IIMI	International irrigation management institute.
ILRI	International institute for land reclamation and improvement.
IMIS	Irrigation management information system.
IMPSA	Irrigation management policy support activity.
INCA	Irrigation network, control and analysis (logiciel).
IPTRID	International program for technology research in irrigation and drainage.
IRRI	International rice research institute.
ITIS	Information techniques for irrigation systems.
JAT	Juste à temps ou "lean production".
JVP	Janatha vimukthi peramuna (mouvement sri-lankais).
Kaizen	Amélioration continue (méthode de gestion).
Kanban	Instrumentation de flux tirés à l'aide d'étiquettes (méthode de gestion).

Kharif	Saison d'été au Pakistan.
Lotus	Feuille de calcul (logiciel, nom commercial).
Maha	Saison humide au Sri-Lanka.
MERISE	Méthode d'analyse et de conception de systèmes d'information.
MIS	Management information system.
MO	Manoeuvres des ouvrages (niveau de décision).
NIA	National irrigation administration (Philippines).
O&M	Operation and maintenance.
ORMVA	Office régional de mise en valeur agricole.
PASCAL	Langage de programmation.
PDM	Planning distribution model (logiciel).
PDP	Plan directeur de production.
PERT	Program evaluation and review technique (méthode de gestion).
PI	Programmation des irrigations (niveau de décision).
PM	Plan de manoeuvres des ouvrages (niveau de décision).
PMC	Project management committee (Sri-Lanka).
PVD	Pays en voie de développement.
PWWR	Public works and water ressources (Egypte).
Rabi	Saison d'hiver au Pakistan.
RBMC	Right bank main canal (canal, Kirindi-Oya).
RBMC	Right bank main canal (logiciel de simulation hydraulique).
RE	Resident engineer (Sri-Lanka).
RFU	Réserve facilement utilisable.
RO	Recherche opérationnelle.
SCP	Société du canal de Provence.
SDO	Subdivisional engineer (Pakistan).
SGBD	Système de gestion de bases de données.
SIC	Simulation of irrigation canal (logiciel).
SLFO	Sri-Lanka field operation.
SPC	Statistical process control.
Strickler	Coefficient représentant la rugosité d'un canal.
TA	Technical assistant (Sri-Lanka).
TPM	Total productive maintenance.
TQC	Total quality control.
Tract	Zone irriguée d'un périmètre (Sri-Lanka).
USAID	United States agency for international development.
VAD	Valeur ajoutée directe.
WAPDA	Water and power development authority (Pakistan).
WMU	Water management unit (Sri-Lanka).
WS	Work supervisor (Sri-Lanka).
XEN	Executive engineer (Pakistan).
Yala	Saison sèche au Sri-Lanka.

Traductions.

Une traduction de la plupart des extraits cités en version originale anglaise dans le texte est proposée ci-après.

<1> En dépit du nombre grandissant de publications sur l'irrigation, il existe assez peu de travaux traitant des périmètres irrigués utilisant les acquis récents des sciences de gestion. Trop souvent ces publications font l'économie de l'approche "management" ou ne s'y réfèrent que marginalement.

<2> L'irrigation consiste en l'ensemble des moyens mis en oeuvre pour augmenter et maîtriser les apports d'eau au sol dans le but d'améliorer la production agricole.

<3> On peut définir l'irrigation comme la mobilisation de moyens artificiels pour influer sur la nature des apports d'eau au sol dans le but d'augmenter la production agricole.

<4> Si l'on admet que l'arbitrage du consommateur n'est pas l'unique sanction en terme "d'interprétation valeur" d'un produit, les décideurs politiques doivent intégrer d'autres critères et influer sur les prix par l'intermédiaire de taxes ou de subventions, voire contrôler directement la consommation à l'aide d'outils réglementaires. C'est un fait acquis qu'il n'y a aucune raison de prendre des décisions exclusivement en fonction de "l'interprétation valeur" fournie par le marché. (...)

1. Le marché ne garantit même pas que "l'interprétation valeur" du consommateur soit intégrée dans l'état d'équilibre résultant (situations de monopole, externalités, biens collectifs...).
2. Prenant en compte le fait que la propension à consommer est largement corrélée aux moyens dont disposent les consommateurs potentiels, le poids des consommateurs "aisés" est plus lourd que celui des plus démunis dans le mécanisme d'établissement de la demande.
3. Il peut être dans l'intérêt de la société de freiner la consommation de certains biens pour lesquels la demande est forte, comme la drogue, et d'encourager la consommation d'autres biens, comme l'éducation, pour lesquels la demande est faible.
4. Certains types de décisions entraînent des changements majeurs dans les rouages économiques locaux, nationaux ou internationaux qui sont tout à fait impossibles à anticiper à l'aide des outils classiques de l'analyse économique.

<5> L'homme a perturbé les écosystèmes en y introduisant l'usage des énergies fossiles et de la technologie. Ceci lui permit de s'assurer une position dominante ; la taille de la population humaine actuelle n'a pu être atteinte que grâce à la technique. L'amplitude des changements opérés sur les écosystèmes s'est ainsi accrue de plusieurs ordres de grandeur depuis l'avènement du développement industriel. Les changements sont certes inévitables ; il faut cependant savoir où se situent les points de non-retour. Il est évident que la demande en eau va croître ; il est tout aussi évident qu'en tant que solvant universel et exutoire de toute sorte de résidus, l'eau va être de plus en plus contaminée. Il est urgent de gérer l'ensemble des ressources naturelles, dont l'eau, de façon intégrée.

<6> Mexico . On pompe actuellement l'eau sur un dénivelé de près de 1000 mètres depuis la rivière Cutzamala jusque dans la vallée de Mexico, grâce à une conduite de 180 kilomètres de long. Cette solution revient environ 55% plus cher que l'ancien mode d'approvisionnement, par pompage dans la nappe de la vallée de Mexico, qui a été limité en raison de problèmes de sol, d'épuisement de la ressource et de détérioration de la qualité de l'eau. Le nouveau projet d'alimentation à l'étude sera encore plus coûteux puisqu'il impliquera un transfert d'eau sur une plus longue distance et un pompage sur un dénivelé de 2000 mètres.

<7>

1. L'eau douce est une ressource limitée et vulnérable, essentielle pour un développement durable de la vie et la préservation de l'environnement.
2. La mise en valeur et l'exploitation de cette ressource doivent être menées dans un cadre garantissant la participation conjointe des usagers, des planificateurs et des décideurs politiques de tous niveaux.
3. Les femmes jouent un rôle central en matière de mobilisation, de gestion et de protection de la ressource en eau.
4. Dans un cadre d'usages multiples, l'eau a une valeur économique et doit donc être considérée comme un bien économique.

<8> 1. L'essentiel des eaux de surfaces d'un pays (généralement exprimé à l'aide d'un ratio per capita) est utilisable ; la majeure partie de ces ressources est utilisée à des fins agricoles.

2. Une bonne gestion de la demande permettrait d'économiser d'importantes quantités d'eaux urbaines ou agricoles dans les pays en voie de développement.

3. La mise en place de marché de l'eau permettrait de faire des économie d'eau et de garantir des conditions d'efficience économique dans l'utilisation de la ressource.

4. Une meilleure gestion et exploitation des bassins permettrait des économies d'eau importantes.

5. Toute l'eau utilisée par l'agriculture peut être potentiellement allouée à d'autres usages.

6. Une diminution marginale des quantités d'eau allouées à l'irrigation resterait acceptable pour les agriculteurs tout en permettant de satisfaire les besoins urbains.

7. L'allocation globale de l'eau au niveau d'un pays peut être modifiée -à un certain coût- pour satisfaire les besoins urbains.

8. Il reste un potentiel de ressources non exploitées dans la plupart des pays (nappe, eaux de surface, réservoirs, désalinisation, importation d'eau).

9. Une meilleure maîtrise de la pollution permettrait d'augmenter le potentiel de ressources utilisables.

10. La réutilisation des eaux usées permettrait d'augmenter grandement le potentiel de ressources utilisables.

11. Le recyclage des eaux usées en milieu industriel permettrait de diminuer de façon significative la quantité de ressource mobilisée par ce secteur.

12. Des pratiques culturales plus efficientes permettraient de substantielle économies de la ressource.

13. On peut aller vers une plus grande efficacité dans l'usage de la ressource par le secteur agricole.

<9> Je considère que l'hypothèse de travail en vigueur aujourd'hui, à savoir que la production agricole des périmètres existants permettra de nourrir une population en croissance, s'avérera fausse d'ici la fin de cette décennie. Je pense également que devra être engagé au tournant de ce siècle un vaste programme de réhabilitation et de modernisation des périmètres nécessitant la mobilisation de moyens techniques et financiers très importants. La communauté des chercheurs et ingénieurs en irrigation devra être prête, avec des propositions novatrices en termes de planification et de conception, à utiliser ces fonds lorsqu'ils deviendront disponibles. Selon mon scénario, dans dix ou quinze ans le manque d'eau pour l'irrigation sera si important que toute politique d'allocation qui n'optimisera pas la productivité de cette ressource sera inacceptable. (...).

Les systèmes modernes devront permettre un niveau de souplesse dans la distribution d'eau au moins équivalent à celui des districts de l'ouest américain aujourd'hui.

<10> L'impact du rationnement de la ressource est comparable à celui d'une tarification au coût marginal. Une situation de marché est en quelque sorte établie lors de la confrontation de l'offre en eau et de la demande potentielle des différentes parcelles d'un agriculteur. Ce dernier se voit indirectement prescrire une attitude d'efficacité économique par la perception des coûts d'opportunité résultant de sa politique d'allocation entre les parcelles. Le rationnement stimule également des transactions d'eau entre voisins car les agriculteurs les plus productifs sont toujours demandeurs d'un surplus d'allocation. Le principe de rationnement est ainsi l'une des innovations les plus importantes et efficaces en matière de gestion de l'irrigation.

<11> La quantité d'eau fournie correspond-elle aux besoins des cultures irriguées ?
Le calendrier des arrosages correspond-il aux besoins des cultures et aux attentes des agriculteurs ?
L'eau est-elle fournie de façon équitable aux différents usagers du système ?

<12> Un indicateur de performance peut être influencé par différents facteurs. Les indicateurs ou indices qui caractérisent ces facteurs seront ici appelés "déterminants". La performance de l'agriculture irriguée peut être améliorée par un travail sur ces facteurs d'influence. Les interventions visant à améliorer ces facteurs seront appelées "interventions managériales". (...) Les indicateurs caractérisant des impacts intermédiaires des interventions managériales seront appelés "indicateurs d'impact". (...) A titre d'exemple, le jeu d'indicateurs en présence pour caractériser une intervention managériale visant à améliorer l'usage de l'eau de pluie grâce à un meilleur système de communication peut être défini comme suit :
- indicateurs de performance : productivité et rentabilité de l'eau et des terres.
- déterminants : eau stockée dans le barrage en début de saison, date de démarrage de la saison, pluie pendant la saison, débit dans les rivières de captage, taux de recyclage d'eau pendant la saison, temps de réponse du système de communication.
- indicateurs d'impact : étendue et période de la saison, eau consommée durant la saison, pluie efficace durant la saison. (...).

La valeur d'un déterminant peut ainsi être influencée par des interventions managériales. Par exemple, le pourcentage de parcelles ayant un accès direct à un canal d'irrigation est un "déterminant" caractérisant le facteur d'influence "qualité de la distribution d'eau" qui peut être amélioré si les agriculteurs construisent des canaux tertiaires. A l'inverse la quantité de pluie totale durant une saison ne peut pas être modifiée par une intervention managériale.

<13> La plupart des études recensées décrivent les caractéristiques physiques des systèmes mais peu décrivent leur management. C'est en conséquence un travers courant que de lier la performance aux seuls critères techniques sans estimer l'impact du management à sa juste valeur. (...) Ceci met en perspective les atermoiements des observateurs en charge d'émettre des jugements sur la performance des systèmes. Les objectifs les plus couramment cités sont des objectifs globaux : équité, fiabilité, adéquation entre l'offre et la demande, considérés comme des objectifs "universels" valables pour tout système de distribution. Les gestionnaires peuvent en fait avoir un jeu d'objectifs entièrement différent. Malheureusement, si ces objectifs ne sont pas clairement exprimés, ils seront ignorés lors d'un audit externe de performance et seront remplacés par un jeu standard...

<14> De nombreux systèmes ne peuvent pas être évalués à l'aide des objectifs de performance affichés par leurs gestionnaires car leur mode de fonctionnement est en réalité très éloigné de ce qui est "officiellement" prévu. Dans des cas où les infrastructures sont dégradées, où les agriculteurs se livrent à des pratiques qui entraînent des violations des droits d'eau officiels, où le personnel en charge de la gestion n'a plus la volonté ni les moyens de mettre en oeuvre les procédures officielles...les comparaisons entre objectifs officiels et réalité de fonctionnement du système sont d'un intérêt limité (le lien entre ce qui est observé et les plans étant proche de l'aléatoire).

<15> Les facteurs d'influence liés aux tâches incluent l'environnement, la taille et la technologie ; les facteurs d'influence liés aux personnes, dans la mesure où ils ont un impact sur leur capacité à résoudre des problèmes, sont essentiellement caractérisés par leur compétence et leur environnement socioculturel.

<16> En fonction du degré de compatibilité entre ces éléments de base, un système peut être considéré comme fonctionnel ou dysfonctionnel. Une analyse de performance conduite sur un système dysfonctionnel peut s'avérer problématique et la fonctionnalité être en quelque sorte un préalable à l'obtention d'améliorations significatives de performance.

<17> La logique d'une science de "l'empire" et l'application universelle de la science à des fins d'exploitation systématique de la nature furent étroitement liées à l'expansion du colonialisme et de l'agriculture commerciale.

<18> Ce fut dès lors considéré comme le "standard" de la banque, depuis le milieu des années 80, et ce, pour tous les projets cofinancés par la banque en Inde.

<19> *Extrait :*
Journal The Hindu, 8 février 95. Pour la première fois dans le pays un canal d'irrigation a été automatisé (...) Le système a été inauguré par Dr. M.S. Reddy, chef de cabinet au "ministère de l'eau" (...) Un ordinateur est utilisé pour traiter les données recueillies à cinq ouvrages de régulation et les présenter à l'utilisateur.
Journal The Hindu, 14 février 95. L'équipement du système d'automatisation installé à l'un des ouvrages de régulation a été détruit par les agriculteurs (...).

<20> L'une des causes principales empêchant les périmètres irrigués d'obtenir les résultats attendus en terme de productivité, d'équité et d'amélioration des conditions de vie des agriculteurs dans les pays en voie de développement réside dans le manque de formation de leurs gestionnaires. Une politique de développement des ressources humaines, comprenant un volet formation, devrait être systématiquement associée à la définition d'orientations stratégiques pour ces organisations.

<21> Les ingénieurs d'irrigation sont formés aux techniques de conception, de construction et de maintenance, peu à l'exploitation. Les activités de construction représentent une forme d'idéal professionnel où se combinent précision mathématique, maîtrise des matériaux et le prestige des grandes réalisations comme les barrages. La précision est absente des activités d'exploitation. (...)

1. La gestion de l'eau est une activité monotone, contrairement aux activités de conception et de construction.

2. La conception et la construction procurent de plus grandes satisfactions professionnelles.

3. La menace d'un transfert de poste imposé par un homme politique local qui serait insatisfait des décisions d'un gestionnaire est bien réelle.

4. La conception et la construction permettent d'éviter les relations conflictuelles avec les irrigants qui sont le lot des activités d'exploitation.

<22> 1. Utilisation de manuels classiques pour la conception.

2. Capacité à comprendre les fonctions des ouvrages principaux.

3. Expérience d'un nombre important de types d'ouvrages différents ; reconnaissance des vertus de la simplicité ; compréhension des avantages comparatifs et des différences de la gestion des transferts d'eau par régulation des niveaux ou des débits.

4. Expérience en gestion de différents types d'ouvrages et en utilisation de différents types de procédures opérationnelles ; reconnaissance des difficultés de gestion rencontrées par les opérateurs du système de distribution et les agriculteurs.

5. Expérience des divers enjeux liés à la gestion de l'eau ; compréhension du concept d'efficience à différents niveaux d'un bassin hydrologique.

6. Expérience et évaluation critique d'un projet de conception réalisé auparavant.

<23> Le gestionnaire de périmètre irrigué doit être en mesure de prendre des décisions rapides et efficaces en fonction de l'information dont il dispose. Le développement rapide de l'informatique ouvre de nouvelles perspectives pour la gestion de l'irrigation.

<24> La complexité croissante des problèmes opérationnels à traiter rend presque inévitable l'utilisation d'outils d'aide à la décision, par ailleurs de plus en plus nombreux. Les plus grandes possibilités offertes par les ordinateurs et la diminution de leur coût rendent de plus en plus abordable la conception d'outils informatiques d'aide à la décision. Les ordinateurs, bien utilisés peuvent être d'un grand secours. Néanmoins, implantés dans des environnements mal conçus ou mal gérés, ils ne peuvent que faire empirer la situation.

<25> De façon surprenante, le nombre de logiciels d'irrigation disponibles, en état de fonctionner et d'accès facile pour les gestionnaires de périmètres est très limité.

<26> Ces logiciels ne peuvent en aucun cas être comparés aux produits conviviaux standards aujourd'hui disponibles sur le marché de la micro-informatique.

<27> 1. L'irrigation engendre de nombreuses externalités (salinité, engorgement des sols, inégalités) provenant tout à la fois de comportements individuels et de groupe.

2. Bien que les demandes des usagers ne soient pas homogènes, il est souvent impossible de mesurer les quantités d'eau effectivement livrées et de faire payer les usagers en conséquence (à la différence de l'électricité ou de l'eau potable). L'eau peut passer d'une parcelle à une autre ; les agriculteurs s'approvisionnent parfois à plusieurs sources... Bien souvent, dans les pays en voie de développement, les coûts de transaction engendrés par la mise en place de systèmes de mesure et de tarification de l'eau agricole seraient supérieurs aux bénéfices que l'on pourrait en attendre (à supposer que l'on ait résolu les problèmes techniques de mise en oeuvre).

3. La pratique de l'irrigation relève d'un réel "défi" lancé au gestionnaire qui doit chercher à satisfaire une demande en eau complexe malgré de multiples contraintes en terme d'approvisionnement et de distribution. Cet état de fait rend souvent difficile le respect d'un principe d'égalité entre les usagers. Ce type de gestion requiert généralement une bonne dose de décentralisation des commandes et de partage de l'information entre les différents acteurs.

4. Les conséquences de problèmes de maintenance ne sont pas ressenties de la même façon par tous les usagers. Il est difficile d'établir un lien clair entre ceux qui payent et ceux qui bénéficient des travaux en ce domaine, et ce, d'autant plus que les redevances d'irrigation ne sont pas fixées en fonction des besoins réels des périmètres. Il semble difficile de recouvrer des redevances et d'assurer une maintenance satisfaisante dans des périmètres où les agriculteurs ne sont pas associés à la planification des travaux à effectuer. Il est par ailleurs difficile de refuser à un usager l'accès aux services du périmètre, même s'il ne s'acquitte pas de sa redevance.

5. L'irrigation est souvent subventionnée ou taxée sous des formes très diverses par les gouvernements, à travers des distorsions du marché ou par l'action de lobbies puissants.

6. Les périmètres irrigués entrent en fait presque dans la catégorie des monopoles naturels où se justifie la présence d'une seule organisation gestionnaire pour l'exploitation et la maintenance.

7. Dans la plupart des cas, la valeur économique de l'eau est trop faible pour permettre de justifier des investissements pour améliorer sa gestion.

8. Des problèmes fonciers et de droits d'eau, les contraintes créées par des outils réglementaires et des organismes de gestion inadaptés rendent souvent l'irrigation peu attractive pour le secteur privé.

9. Peu de mécanismes sont mis en place pour inciter les bureaucraties aujourd'hui gestionnaires à préparer la réorientation de leurs missions dans l'hypothèse d'un transfert d'une partie de leurs responsabilités de gestion aux usagers.

<28> Les institutions évoluent avec le temps et sont déterminées par des facteurs contextuels, par les leçons peu à peu tirées de l'expérience. La diversité des contextes et des arrangements institutionnels qui peuvent leur être associés est telle qu'il est pratiquement impossible de prévoir l'émergence de telle ou telle configuration dans un contexte donné.

<29> On peut penser que le concept "d'organisation d'usagers" a été calqué sur le modèle des petites organisations paysannes gérant de façon autonome de nombreux petits périmètres irrigués. Cette analogie pose problème. On a un peu hâtivement considéré que ce type d'organisation pouvait être adapté au contexte des grands systèmes gérés de façon bureaucratique.

<30> Au cours de la deuxième phase de l'étude, le projet "modèle de simulation" fut mis en oeuvre sur le canal rive droite, grâce à une aide du gouvernement français. Le groupe de travail apporta des améliorations au système de collecte, de transmission et d'analyse des données hydrauliques (débits journaliers aux ouvrages de régulation et de prise du canal principal). Il faut noter que la présence de tableaux de bord comparant débits mesurés et débits objectifs a sensibilisé les gestionnaires aux problèmes de terrain et leur a permis de réagir plus efficacement en cas d'anomalies. Ceci supposait la mise en place d'un système de communication entre le terrain, le gestionnaire du canal et la gestion centrale du périmètre. Les communications entre le terrain et le gestionnaire du canal furent établies à l'aide de messagers, celles entre gestionnaires par téléphone. Le principe d'un calcul journalier des débits, aujourd'hui encore en vigueur, fut initié à cette période. Les gestionnaires utilisent également les données collectées pour calculer les volumes fournis aux différentes zones cultivées desservies par le canal. Tous ces acquis ont contribué à la mise en place d'une gestion de l'eau plus efficiente et ont fait que la consommation d'eau a largement diminué au cours des dernières années. Il ne fait aucun doute que la gestion peut être encore améliorée grâce à l'utilisation de techniques plus systématiques.
Un impact important du projet fut d'améliorer la qualité du travail fourni par les opérateurs de terrain. Ils furent formés à mesurer, archiver et transmettre des données, à recevoir des instructions en retour pour ajuster les ouvertures de vannes. Ils ont appris à remplir leur tâche en effectuant un nombre minimum d'opérations. Les agriculteurs ont également perçu une amélioration de la qualité du service rendu par le département d'irrigation.

<31> Les projets pilotes, "îlots artificiels" abondamment visités et commentés, ont une influence trompeuse et les enseignements qu'on en tire ne sont bien souvent pas transférables. Les orientations choisies sont souvent dues à des effets de mode, à la présence de financements, à la personnalité des chercheurs ou au "potentiel" de tel ou tel sujet. Il est très difficile d'éviter ces biais et de se recentrer sur les zones d'ombre en toute honnêteté intellectuelle. Une volonté d'apprendre sans a priori, de comprendre le réel et une grande capacité d'autocritique sont nécessaires.

<32> Les gestionnaires doivent prendre des décisions en fonction des informations dont ils disposent. Leurs décisions sont d'autant meilleures qu'ils disposent d'information en plus grande quantité et qualité. Le traitement des données est désormais facilité par les systèmes de communication, les ordinateurs et les modèles informatiques.

<33> On n'insistera jamais assez sur le rôle d'une information pertinente dans la prise de décision. Le cas des périmètres irrigués ne fait pas exception. L'accès à des micro-ordinateurs puissants est une véritable révolution pour le stockage et l'analyse des données.

<34> Dans le cas des périmètres irrigués, il est très important de pouvoir prendre des décisions rapides. Si les données ne peuvent pas être reçues et analysées rapidement elles deviennent inutilisables ainsi que les informations qu'elles contiennent.

<35> Ci-dessous, les problèmes les plus importants auxquels un gestionnaire de canal principal (qui connaît son système) doit faire face :

1. Connaître les valeurs actuelles des ouvertures de vannes.
2. Connaître les valeurs actuelles des niveaux d'eau, aux ouvrages de régulation et aux prises.
3. Transmettre des instructions rapidement aux opérateurs de terrain.
4. Estimer l'impact (variations de niveaux) des manoeuvres de vannes. Ce problème perdure même si 1, 2 et 3 ont été résolus.
5. Même dans l'hypothèse où les points précédents seraient résolus, il est difficile de proposer aux opérateurs un plan de manoeuvre de vannes, le plus simple possible, qui permette de maintenir les niveaux objectifs.

Les problèmes 1, 2 et 3 peuvent être résolus par la mise en place d'un système de collecte et de transmission de données adapté. Le point 4 peut être traité à l'aide d'un modèle de simulation du fonctionnement hydraulique du canal correctement calé ; ce même modèle peut être utilisé pour le point 5 si sa souplesse et sa convivialité permettent au gestionnaire de tester rapidement différents scénarios de manoeuvres avant de prendre une décision.

Même sans résoudre les points 4 et 5 la gestion peut être grandement améliorée si l'on traite correctement les points 1, 2 et 3.

<36> Il semble qu'on puisse souvent mettre en évidence la séquence suivante :

1. Déclin de la qualité de la maintenance, sédimentation dans les canaux secondaires.
2. Les capacités des secondaires décroissent, ce qui précipite le phénomène de sédimentation.
3. Les effets combinés d'une diminution de la capacité et d'un rehaussement du fond des secondaires (sédimentation) entraînent des modifications dans la répartition des débits alloués aux tertiaires et donc des inégalités.
4. Des tentatives de réhabilitation des périmètres amènent parfois à augmenter la superficie cultivée, ce qui contribue également à perturber le principe de distribution proportionnelle prévu dans la conception des ouvrages initiaux ; phénomène amplifié par les modifications illégales d'ouvrages de prise réalisées par certains agriculteurs pour améliorer leur propre situation.

Dans ces conditions, alors que, officiellement, les principes de droits d'eau et de responsabilité de gestion restent les mêmes que dans le cas indien, les infrastructures ne peuvent plus remplir leur rôle, la répartition de l'eau entre usagers est très loin de celle prévue par les droits d'eau et l'agence d'irrigation ne peut plus assumer ses responsabilités de gestionnaire.

<37> Cinq questions sont posées aux gestionnaires de périmètres pour apprécier rapidement leur capacité à améliorer la performance de leur système et leur donner des orientations pour mettre en oeuvre ces améliorations :

1. Conception du système : l'infrastructure est-elle adaptée à la poursuite des objectifs du périmètre ?
2. Exploitation : les efforts en matière de planification, de gestion opérationnelle et de maintenance sont-ils suffisants pour permettre une distribution d'eau compatible avec les objectifs du système ?
3. Collecte de données : les données collectées sont-elles suffisantes pour déterminer si les objectifs (locaux ou plus globaux) sont remplis ?
4. Gestion : les données disponibles sont-elles utilisées au sein de procédures systématiques de gestion opérationnelle et d'évaluation ?
5. Motivation : l'organisation et les individus qui la composent sont-ils suffisamment motivés pour améliorer la performance du système ?

<38> Tant que ces problèmes de gestion ne sont pas résolus, il est préférable d'investir dans de nouveaux périmètres plutôt que dans les périmètres existants. Au moins, on en a pour son argent.

<39> Si, sous une forme ou une autre, des données sont bien collectées dans la plupart des systèmes, elles le sont en fait à des fins très variables. Ces données, mêmes les plus élémentaires, sont rarement utilisées pour la gestion. C'est peut-être dû à un manque de compréhension de leur valeur ou un manque de moyens pour procéder à leur analyse. La présence d'un système de collecte de données est donc loin d'être suffisant en soi pour garantir la performance d'un système. Les données doivent être un reflet objectif de la situation sur le terrain : si la qualité des données ne peut être assurée elles perdent toute crédibilité... Il en résulte une confusion accrue et le processus de collecte et de traitement devient un rituel fastidieux et vide de tout sens en terme d'aide à la gestion.

<40> La mise en pratique des procédures détaillées plus haut, en visant à satisfaire plus précisément les besoins en eau, suppose une amélioration notable des capacités de gestion du système durant la saison d'irrigation :

1. Système de mesure et de transmission de données en temps réel sur la pluie et les niveaux d'eau dans les rizières.
2. Système de mesure et de transmission de données en temps réel sur les débits non régulés transitant à l'aval du réservoir de Thup Salao.

BIBLIOGRAPHIE

Références citées.

Articles :

1. ABERNETHY, C.L. "Indicators of the performance of irrigation water distribution systems," Symposium on the performance evaluation of irrigation systems, IIMI, 1989.

2. BAUDELAIRE, J.P. "Structured irrigation systems in India," handout at December 1994 Water Conference, World bank, indian office, 1994.

3. BHATIA, R. "IIMI's performance program workplan, 94/98," IIMI, 1994.

4. BHUTTA, M.N. "Application of a hydraulic model for improving irrigation water distribution along a secondary canal in Pakistan," FAO Expert Consultation on Irrigation water delivery models, Rome, 4-7 October 1993, FAO, 1993.

5. BIRD, J.D. FRANCIS, M.R.H. MAKIN, I.W. "Monitoring and evaluation of water distribution : an integral part of irrigation management," FAO Asian regional workshop, 1990.

6. BOS, M.G. MURRAY-RUST, D.H. MERREY D. JOHNSON, H.G. SNELLEN, W.B. "Methodologies for assessing performance of irrigation and drainage management," ICID, 1993.

7. CANS, R. "Devenue rare, l'eau risque d'être l'enjeu de conflits futurs entre nations," pp.2, journal "Le Monde", 15 août 1995, 1995.

8. CHAPMAN, G.P. "Thinking about canal irrigation systems," Paper presented at hydraulic Workshop, Beijing, China. 24-28 May 1993, HR Wallingford, 1993.

9. CHRISTMAS, J. DE ROY, C "The decade and beyond : at a glance," Water international, Vol.16, No.3, pp.127-134, 1991.

10. COLASSE, B. PAVÉ, F. "Pierre Morin, Découvreur du développement des organisations," Gérer et comprendre, pp.14-26, No.39, juin 1995, Annales des Mines, 1995.

11. CURIEN, N. "Régulation des réseaux : approches économiques," Réalités industrielles, pp.20-27, Octobre 1994, Annales des Mines, 1994.

12. DIEMER, G. "La crise des périmètres irrigués en Afrique et les sciences sociales," Water management project, WARDA/Wageningen, 1987b.

13. DUDLEY, N.J. "Water Allocation by Markets, Common Property and Capacity Sharing : Companions or Competitors?," Vol.32, Natural Resources Journal, 1992.

14. FREDERIKSEN, H. "The urgency of the water crisis in the developing world : misconceptions about potential solutions," World Bank, 1994.

15. GERARDS, J.L.M.H. " 'IIMI should ...'," Gaia International Management Inc., Indonesia, 1995.

16. GILMARTIN, D. "Scientific Empire and Imperial Science : Colonialism and Irrigation Technology in the Indus Basin," pp.1127-1149 in : The Journal of Asian Studies 53, No.4, November 1994, Association of Asian Studies Inc., 1994.

17. HENRY, A. "Quand donc les experts partiront-ils?," Gérer et comprendre, pp.71-81, No.39, juin 1995, Annales des Mines, 1995.

18. HUNT, R.C. "Appropriate Social Organization? Water User Associations in Bureaucratic Canal Irrigation Systems," pp.79-80 in : Human Organization, Vol.48, No.1, Spring 1989, 1989.

19. IJJAS, I. "Decision Support Systems," pp.4-6 in : GRID Issue No.4, March 1994, IPTRID, 1994.

20. JAYATILLEKE, H.M. "Evaluation of a modernization program ," ITI Sri Lanka, unpublished, 1995.

21. JOHNSON III, S.H. "Selected experiences with irrigation management transfer : Economic implications," Water Resources Development, Vol.11, No.1, March 1995, 1995.

22. KARUNASENA, H.A.K. Paper presented at the workshop on impact assessment of the Kirindi-Oya Irrigation and Settlement Project, Sri-Lanka, 1994.

23. KATO, K. "Lining joints and translation of techniques, two-stage compulsary filling method," pp.25-41 in : Journal of Irrigation Engineering and Rural Planning, No. 29, 1995.

24. KEEN, P.G.W. "Adaptive design for DSS", Database 12, No.1&2, 1981.

25. KELLER, J. "Implications of improving agricultural water use efficiency on Egypt's water and salinity balances," Paper presented at a roundtable organized by Winrock int., 1994.

26. KIJNE, J. KUPER, M. "Salinity and sodicity in Pakistan's Punjab : A threat to sustainability of Irrigated agriculture," Water Resources Development, Vol.11, No.1, March 1995, 1995.

27. KUPER, M. VAN WAIJDEN, E. "Farmers irrigation practices and the impact on soil salinity," Internal Program Review, IIMI, 1993.

28. LEGOUPIL, J.C. "Les organisations paysannes sont-elles prêtes à autogérer leurs aménagements hydro-agricoles ?," IIMI-Burkina Faso, 1992.

29. LINDEN, E. "Will we run low on food ?," pp.40-42 in : Time, 19 August 1991, 1991.

30. MALANO, H.M. BOONLUE, C. MCMAHON, T.A. "Developing an improved operational strategy for the Thup-Salao Irrigation System, Thailand," pp.205-220 in : Irrigation and Drainage Systems 7, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1993.

31. MERREY, D.J. DE SILVA, N.G.R. SAKTHIVADIVEL, R. "The relevance of the Irrigation Management Policy Support Activity of Sri Lanka to other countries," Internal Program Review, IIMI, 1991.

32. MERRIAM, J. "Demand irrigation schedule, concrete pipeline pilot project, Mahaweli Development Board, Area H, Block 404, D-1," Mahaweli Development Board, Sri Lanka, 1985.

33. MOLDEN, D.J. GATES, T.K. "Performance measures for evaluation of irrigation water delivery systems," Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol.116, No.6, 1990.

34. MOLLE, F. "Benefits, limits and constraints of on-farm development in irrigated areas of the central plain of Thailand," DORAS project, Kasetsart university/Orstom, 1995.

35. MORRIS, G.L. "Reservoirs and integrated sediment management," international committee on reservoir sedimentation, St. Petersburg, Russia, 1994.

36. MURRAY-RUST, H. MERREY, D. GARCES, C. "Performance improvement capacity audit : A simple methodology for identifying potential intervention to improve irrigation performance," Internal Program Review, IIMI, 1993a.

37. MURRAY-RUST, H. VANDER VELDE, E. "Hydraulic changes and economic impact of

lining of secondary canals in Punjab, Pakistan ," Internal Program Review, IIMI, 1993b.

38. NIEMCZYNOWICZ, J. "On the theory and practice in present and future water management towards sustainability," IWRA conference, Bangkok, 1993.

39. PALMER, J.D. CLEMMENS, A.J. DEDRICK, A.R. "Field study on irrigation delivery performance," pp.567-577 in : Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol.117, No.4, July/August 1991, ASCE, 1991.

40. PERRY, C. "Irrigation in case of water shortage : the case of India," unpublished, 1993.

41. PERRY, C. "A framework for the preliminary analysis of water balances at project level," internal document, IIMI, 1994.

42. PERRY, C. "Function and dysfunction - a key determinant of irrigation performance and option for improvement," pp.25-38 in : water ressources development, Vol.11, No.1, march 1995, 1995a.

43. PERRY, C. "Performance indicators," internal document, IIMI, 1995b.

44. PURWANTO, M.Y.J. HARDJOAMIDJOJO, S. NAKAMURA, R. KUBO, N. "Crop Yield Prediction by Stress Day Indices under Both Excessive and Deficient Soil Water Conditions," pp.31-40 in: Irrigation Engineering and Rural Planning No.25, 1993.

45. REY, J. "Use of a Simulation Model as part of a Management Information System to Improve the Operations on an Irrigation Canal in Southern Sri Lanka," Internal Program Review, IIMI, 1992.

46. REY, J. MURRAY-RUST, H. SALLY, H. "Improving Irrigation Management using Decision Support Systems : A Framework and Review of IIMI's Experiences," Internal Program Review, IIMI, 1993a.

47. RHOADES, R.E. "The World's food supply at risk," pp.75-105 in National Geographic, April 1991, 1991.

48. RIVELINE, C. "Un Point de Vue d'Ingénieur sur la Gestion des Organisations," Gérer et comprendre, pp.50-62, Annales des Mines, 1991.

49. ROY, B. "Science de la décision ou science d'aide à la décision ?," Revue internationale de systémique, pp.497-529, Vol.6, No.5, 1992.

50. SAGARDOY, J. "Preface to the Expert consultation on Irrigation Water Delivery Models, Rome, Italy," FAO, 1993.

51. SALLIER, D. "Réalité, Représentations, Systèmes et Simulations," pp.22-26, La Jaune et la Rouge, Les Consultants, 1991.

52. SECKLER, D. "On the management of public organizations," 1980.

53. SECKLER, D. "Irrigation policy, management and monitoring in developing countries," Paper presented at a rountable organized by Winrock Int. in Cairo, Egypt, 1994.

54. SELVARAJAN, M. BHATTACHARYA, A.K. PENNING DE VRIES, F.W.T. "Combined use of Watershed, aquifer and crop simulation models to evaluate groundwater recharge through percolation ponds," pp.1-24 in : Agricultural Systems 47, Elsevier, UK, 1995.

55. SIMON, Y. "La nouvelle théorie de la demande : un panorama," Vie et Science Economique, No.71, 1976.

56. SMALL, L.E. RIMAL, A. "Effects of alternative water distribution rules on irrigation system performance : A simulation analysis," submitted to Irrigation and Drainage Systems, 1994.

57. SUBRAMANIAN, A. WOLTER, H.W. GORRIZ, C.M. "Priorities for Research in Irrigation and Drainage : Lessons from IPTRID's Experience," 1993.

58. SVENDSEN, M. "The changing concept of management in irrigation," GTZ review, 1989.

59. TIBOR, G.J. "Performance standards required in the main irrigation system to facilitate participatory management in the distribution system," unpublished, 1994.

60. VAN DER KROGT, W. "OMIS : A model package for irrigation system management.," Expert Consultation on Irrigation Water Delivery Models, Rome, Italy, FAO, 1993.

61. VAN DER VELDE, E.J. SVENDSEN, M. "Present goals and objectives of irrigation in Pakistan," Internal Program Review, IIMI, 1993.

62. VAN DER ZAAG, P. "The Material Dimension of Social Practice in Water Management : A Case Study in Mexico," in : Irrigators and Engineers, Wageningen, Netherlands, 1991.

63. WIJESEKERA, U.S. Paper presented at the workshop on impact assessment of the Kirindi-Oya Irrigation and Settlement Project, Sri-Lanka , 1994.

64. WILLARDSON, L.S. FREDERIKSEN, H.D. "Elimination of irrigation efficiencies," 13th technical conference, USCID, 1994.

65. YASHIMA, S. "Data feedback system and effective rainfall in the Muda Irrigation Project, Malaysia," The Journal of Irrigation Engineering and Rural Planning, 1994.

66. YASHIMA, S. "Data systematization for assessing irrigation performance : A case study of Muda Irrigation Project on Water use performance," internal document, IIMI, 1995.

67. ZARIFIAN, P. "La gestion par activités et par processus à la croisée des chemins," Gérer et comprendre, pp.80-90, No.38, mars 1995, Annales des Mines, 1995.

Ouvrages :

68. ADELMAN, L. "Evaluating decision support and expert systems," Wiley Series in Systems Engineering, John Wiley & Sons, Inc., 1992.

69. ALECIAN, S. FOUCHER, D. "Guide du Management dans le Service Public," Les Editions d'Organisation, France, 1994.

70. ALUWIHARE, P.B. KIKUCHI, M. "Irrigation investment trends in Sri Lanka : new construction and beyond," IIMI's series : research paper, IIMI, 1991.

71. ASCE "Mathematical modeling and simulation of irrigation canals," Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol.119, No.4, July/Agust 1993, 1993.

72. BAUME, J.P. SALLY, H. MALATERRE, P.O. REY, J. "Development and field-installation of a mathematical simulation model of irrigation management," IIMI's series: research paper, IIMI, 1993.

73. BERTHERY, D. SALLY, H. ARUMUGAM, J. "Mathematical modeling of irrigation canal systems," IIMI's series : working paper No.9, IIMI, 1989.

74. BONAMI DE HENIN BOCQUÉ LEGRAND "Management des systèmes complexes," De Boeck université, 1993.

75. BREMONT, J. GELEDAN A. "Dictionnaire économique et social," Hatier, 1981.

76. CEMAGREF CEP-FRANCE AGRICOLE RNED-HA "Irrigation - Guide Pratique," Cemagref, France, 1990.

77. CHAMBERS, R. "Managing canal irrigation," Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, 1988.

78. CORIAT, B. WEINSTEIN, O. "Les nouvelles théories de l'entreprise," Librairie Générale Française, 1995.

79. DIVINE, M. "Parlez-vous Merise?," Eyrolles, France, 1991.

80. DRUCKER, P. "Au-delà du capitalisme," Dunod, 1993.

81. DUMOULIN, C. FLIPPO, J.P. "Entreprises de services," Les Editions d'Organisation, 1991.

82. FRANÇA, Z. "Irrigation management training for institutional development," IIMI, 1994.

83. FUNEL, J.M. LAUCOIN, G. "Politiques d'aménagement hydro-agricole," P.U.F., 1980.

84. GARIN, H. "La Relation Client-Fournisseur Interne," AFNOR, Paris, 1993.

85. HAMMER, M., CHAMPY, J. "Le reengineering," Dunod, 1993.

86. HUPPERT, W. "Situation Conformity and Service Orientation in Irrigation Management. Basic Concepts," Sonderpublikation des GTZ, No.242, Eschborn, Germany, 1989.

87. ICID "The application of systems analysis to problems of irrigation, drainage and flood control," permanent Committee of the International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), Pergamon Press, 1980.

88. JARROSSON, B. "Décider ou ne pas décider ?," Maxima, 1994.

89. LANDAU, M. "The self correcting organization," 1981.

90. LAUZEL, P. TELLER, R. "Contrôle de gestion et budgets," Editions Sirey, Paris, 1989.

91. LENSELINK, K.J. JURRIENS, M. "Inventory of Irrigation Software for Microcomputers," International Institute of Land Reclamation and Improvement, Wageningen, ILRI, 1992.

92. LORINO, P. "Le Controle de Gestion Stratégique. La Gestion par les activités," Dunod, France, 1991.

93. LORINO, P. "Comptes et récits de la performance," Les Editions d'Organisation, 1995.

94. MAJOR, D.C. LENTON, R.L. "Applied water resource systems planning," Prentice-Hall Inc., USA, 1979.

95. MALATERRE, P.O. "Modélisation, analyse et commande optimale LQR d'un canal d'irrigation. No.14," Cemagref, série Etudes, Cemagref, France, 1994.

96. MARCH, J.G. "Décisions et organisations," Les Editions d'Organisation, 1988.

97. MÉLÉSE, J. "L'analyse modulaire des systèmes," Les Editions d'Organisation, 1991.

98. MÉLÉSE, J. "Approches systémiques des organisations," Les Editions d'Organisation, 1995.

99. MERREY, D. SOMARATNE, P.G. "Institutions under stress and people in distress: institution-building and drought in a new settlement scheme in Sri Lanka," IIMI's series: country paper - Sri Lanka - No.2, IIMI, 1989.

100. MINTZBERG, H. "Le management. Voyage au centre des organisations," Les Editions d'Organisation, 1989.

101. MOLET, H. "Une Nouvelle Gestion Industrielle," Hermes, Paris, 1993.

102. MURRAY-RUST, H. GULATI, O.T. SAKTHIVADIVEL, R. PRAJAPATI, V.B. "Improving Irrigation Performance through the Use of Management Information Systems : The Case of Mahi Kadana, Gujarat, India," IIMI's series : country paper - India - No.1, IIMI, 1994.

103. MURRAY-RUST, H. SNELLEN, B. "Irrigation System Performance Assessment and Diagnosis," IIMI's series : monograph, IIMI, 1993c.

104. NEUVY, G. "L'homme et l'eau dans le domaine tropical," Masson, 1991.

105. NIJMAN, C. "Irrigation Decision-Making Processes and Conditions. A Case Study of Sri Lanka's Kirindi Oya Irrigation and Settlement Project," IIMI's series : country paper - Sri Lanka - No. 9, IIMI, 1992.

106. NIJMAN, C. "A Management Perspective on the Performance of the Irrigation Subsector," PhD dissertation, IIMI-Sri Lanka/Wageningen university-Netherlands, 1993.

107. PALL, G.A. "Quality process management," Englewood Cliffs, New Jersey, Prenctice Hall, 1987.

108. PLUSQUELLEC, H. BURT, C. WOLTER, H. "Modern Water Control in Irrigation. Concepts, Issues and Applications," World Bank Technical Paper No.246, Irrigation & Drainage Series, World Bank, Washington DC, 1994.

109. RAO, P.S. "Review of Selected Literature on Indicators of Irrigation Performance," IIMI, 1993.

110. REY, J. HEMAKUMARA, M. MOHANRAJAH, S. JUNAID, M.H. "Introduction of monitoring activities at the main canal level. A study of the Kirindi Oya Right Bank Main Canal - Maha 1991/92," IIMI's series : working paper No.23, IIMI, 1993b.

111. REY, J. HEMAKUMARA, M.H. "Decision Support System (DSS) for Water Distribution Management," IIMI's series : working paper No.31, IIMI, 1994b.

112. ROBOAM, M. "La Méthode GRAI. Principes, outils, démarche et pratique," Aérospatiale, France, 1991.

113. SALLY, H. BERTHERY, D. CERTAIN, F. DURBEC, A. "Calibration of the Kirindi Oya RBMC mathematical flow simulation model," IIMI's series : working paper No.10, IIMI, 1989.

114. SCHEID, J.C. "les grands auteurs en organisation," Dunod, 1990.

115. SHINGO, S. "La Production Sans Stock," Les Editions d'Organisation, France, 1990.

116. SIMON, H.A. "The New Science of Management Decision," Prentice Hall Inc., USA, 1977.

117. SMALL, L.E. SVENDSEN, M. "A Framework for Assessing Irrigation Performance," IFPRI's series : working paper on irrigation performance No.1, IFPRI, 1992.

118. STOFFAES, C. "Services publics, question d'avenir," Commissariat général du plan, Editions Odile Jacob, 1995.

119. STROSSER, P. KUPER, M. "Water markets in the Fordwah/Eastern Sadiqia area," IIMI's series : working paper No.30, IIMI, 1994.

120. TOCQUER, G. LANGLOIS, M. "Marketing des services," Dunod, 1992.

121. TODOROV, B. "ISO 9000, un passeport mondial pour le management de la qualité," Gaëtan Morin Editeur, 1994.

122. VERMILLION, D.L. "The Turnover and Self Management of Irrigation Institutions in Developing Countries," Discussion Paper for New Program of the International Irrigation Management Institute, IIMI, 1991.

123. WATZLAWICK, P. WEAKLAND, J. FISH, R. "Changements-Paradoxes et psychothérapie," Editions du Seuil, 1975.

124. WITTFOGEL "Le despotisme asiatique," Editions de Minuit, Paris, 1956.

125. WOMACK, J.P. JONES, D.T. ROOS, D. "Le système qui va changer le monde," Dunod, 1992.

126. WOODWARD, J. "Industrial organization : theory and practice," Oxford, University Press, 1965.

127. WORLD BANK "Water ressources management," world bank policy paper, World Bank, Washington DC, 1993.

Actes de colloques :

128. CEMAGREF / IIMI "The application of mathematical modelling for the improvement of irrigation canal operation," Papers presented at the International Workshop held in Montpellier, France, october 26-30, 1992, Cemagref/IIMI, 1992.

129. COWARD, E. W. (Ed.) "Irrigation and agricultural development in Asia, perspectives from the social sciences," Cornell University Press, Ithaca, 1980.

130. FAO "Conclusions and Recommendations," FAO Expert Consultation on Irrigation water delivery models, Rome, 4-7 October 1993, FAO, 1993.

131. HAQ, A.(Ed.) REY, J.(Ed.) "Use of computer-operated models as decision-support tools in operation and management of irrigation systems : Sri Lanka experience," Workshop held in Galgamuwa, Sri Lanka 15-16 July 1994, 1993.

132. HEATWOLE, C.D. (Ed.) "Application of advanced information technologies : Effective management of natural resources," Proceedings of the 18-19 June 1993 Conference, Spokane, Washington, ASCE, USA, 1993.

133. LAURAYA, F.M. WIJAYARATNA, C.M. "Information Support Systems for Farmer Managed Irrigation," Asian regional workshop on the Inventory of Farmer Managed Irrigation Systems and Information Systems, Philippines, October 13-15 1992, IIMI, 1994.

134. NOBE, K.D. SAMPATH, R.K. "Irrigation Management in developping countries," Westview press Boulder and London, 1986.

Rapports, thèses :

135. BLAKE, R.O. "Feeding 10 billion people in 2050 : The key role of the CGIAR's International Agricultural Research Centers," a report by the Action Group on Food Security, 20 April 1994, 1994.

136. CEMAGREF "SIC : Users Guide. Software documentation," Cemagref, 1993.

137. DIEMER, G. FALL, B. HUIBERS, F. "Towards a New Concept of Irrigation. Saint Louis, Senegal : WARDA - Water management Project. Report No.1," Agricultural University Wageningen, 1987a.

138. IIMI "The Strategy of the International Irrigation Management Institute," IIMI, 1989.

139. IIMI "Annual Report," IIMI, 1993.

140. IIMI SLFO "Seasonal Report. Technical Assistance, Kirindi Oya. Maha 1991/92," IIMI, 1992.

141. ITIS UNIT "IMIS : User's guide," internal document, IIMI, 1993.

142. ITIS UNIT "ITIS newsletter," IIMI, No.1&2, 1994a.

143. ITIS UNIT "Technical notes for irrigation canal management," internal document, IIMI, 1994b.

144. KOSUTH, P. "Techniques de régulation automatique des systèmes complexes : Application aux systèmes hydrauliques à surface libre", Thèse, INSA Toulouse, 1994.

145. LAMACQ, S. "Modélisation de la demande en eau des agriculteurs sur un périmètre irrigué," Thèse, à paraître, ENGREF, 1996.

146. MALATERRE, P.O. "Etude d'amélioration des règles de gestion manuelles du canal RBMC grâce à un modèle de simulation des écoulements," Rapport de DEA, ENGREF, 1989.

147. MALE, J.M. "The roughness coefficient: An indirect witness to observe a canal? A

Methodology based on the use of a simulation model of flow in irrigation canals," Rapport ENGREF, IIMI, 1992.

148. MOLET, H. "Recherche Opérationnelle et Théorie des Organisations : L'Utilisation des Modèles Rationnels dans la Compréhension et la Transformation des Mécanismes Organisationnels," ENSMP, 1983.

149. MURRAY-RUST, H. CORNISH, G. "Irrigation Management Improvement Project. Final Report. Vol.1 : Main report," IIMI/HR Wallingford, 1993d.

150. NAJAR-BEN MAHMOUD, L. "Mesure et pilotage technico-économiques des performances en industrie : analyse critique d'approches méthodologiques," Thèse, ENSMP, 1994.

151. OSKAM, R.H. "The Relevance of Computerized Decision Support for Water Management," Master's dissertation, Twente University, 1994.

152. PEYPOUDAT, V. "Analogie 'périmètre irrigué, entreprise industrielle'," mémoire ENSMP, 1995.

153. RIVIERE, N. "IMIS in Fordwah," IIMI, 1993.

154. SAMARASEKERA, B.M. "Proposal for a project to study the use of computer models in improving the operation and management of irrigation systems in Sri Lanka," Irrigation Dept. Sri Lanka, 1994.

155. SHENG, T.S. MOLDEN, D.J. "A Computerized Management Information System for Irrigation," Computerized Assisted Development, Inc., USA, 1992.

156. VAN DE VOORDE, O. "Partenariats industriels et production synchrone," mémoire ENSMP, 1990.

157. WORLD BANK "A review of World Bank experience in irrigation ," Operation Evaluation Dept., World Bank, Washington DC, 1994.

158. YUDELMAN, M. "Demand and supply of foodstuffs up to 2050 with special reference to irrigation," Document prepared for IIMI, IIMI, 1993.

Cours :

159. POCHAT, R. "Cours d'hydraulique générale," ENGREF, 1979.

160. PERRIER, A. "Cours de bioclimatologie," INA-PG, 1988.

Ecrits apocryphes :

161. LA PALICE "Renaissance et systémique", Pavie, 1525.

162. RAMIKEN "Almanach du réseau," Brioude, 1996.

Références complémentaires.

Articles :

1. ABERNETHY, C.L. "Sustainability of irrigation systems," internal document, IIMI, 1990.

2. ABERNETHY, C.L. "What Irrigation Managers need to know about Erosion and Sediment ," Paper presented at a Seminar at IIMI Headquarters, 22 February 1991, 1991.

3. ALVES, E. "Low Yields of Public Irrigation Projects," communication to IIMI's Board of Governors, 1994.

4. ASA DE LA ROUBINE DE LA TRIQUETTE "Réglement général d'arrosage," imprimerie Jouve, Arles, 1896.

5. BHATIA, R. AMERASINGHE, U. IMBULANA, K.A.U.S. "Productivity and profitability of paddy production in the Muda Scheme, Malaysia," Water Resources Development, Vol.11, No.1, March 1995, 1995.

6. BIRD, J.D. "Introducing monitoring and evaluation into main system management - a low investment approach," pp.43-60 in : Irrigation and Drainage Systems 5, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1991.

7. BOLTON, P. DAWSON, F.H. "The use of a check-list in assessing possible environmental impacts in planning watercourse improvements," International Symposium on "Effects of Watercourse Improvements", 10-12 September 1991, Namur, Belgium, 1991.

8. BOUAL, J.C. "Les relations régulateurs - opérateurs," Réalités industrielles, pp.67-70, Octobre 1994, Annales des Mines, 1994.

9. BRYANT, K.J. LACEWELL, R.D. MJELDE, J.W. BENSON, V.W. "Using soil water, crop response, and economic information to manage irrigation water," pp.179-187 in : proceedings of the 18-19 June 1993 Conference Spokane, Washington, ASCE, USA, 1993.

10. BURT, C. "Overview of canal control concepts," pp.81-109 in : Planning, Operation, Rehabilitation and Automation of Irrigation Water Delivery Systems, ASCE, 1987.

11. BURTON, M.A. "A simulation of water allocation policies in times of water shortage," pp.61-81 in : Irrigation and Drainage Systems 8, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1994.

12. CARR, M.K.V. LEEDS-HARRISON, P.B. CARTER, R.C. "Water Management," pp.229-235 in : Outlook on Agriculture, Vo.19, No.4., 1990.

13. CHAKRAVORTY, U. ROUMASSET, J. "Incorporating economic analysis in irrigation design and management," pp.819-835 in : Journal of Water Resources Planning and Management, Vol.120, paper No.4811, ASCE, 1994.

14. CITEAU, J.M. GLEYSES, G. RIEU, T. "Etude économique préalable à la conception d'un réseau d'irrigation et évaluation de la demande en eau," Cemagref, 1991.

15. CONSTABLE, D.J. "Strategic issues in improving irrigation management," Notes for IIMI Internal Seminar, October 1991, 1991.

16. DUDLEY, N.J. HEARN, A.B. "Systems Modeling to Integrate River Valley Water Supply and Irrigation Decision Making Under Uncertainty," pp.3-23 in : Agricultural Systems 42, Elsevier Science Publishers Ltd.,UK, 1993.

17. DUDLEY, N.J. SCOTT, B.W. "Integrating Irrigation Water Demand, Supply and Delivery Management in a Stochastic Environment," pp.3093-3101 in : Water

Resources Research, Vol.29, No.9, September 1993, American Geophysical Union, 1993.

18. EL-AWAD, O.M. GOWING, J.W. MAWDSLEY, J.A. "An approach to multi criterion evaluation of irrigation system performance," pp.61-65 in : Irrigation and Drainage Systems 5, Kluwer Academic Publishers, 1991.

19. FAVEREAU, O. "Valeur d'option et flexibilité : de la rationalité substantielle à la rationalité procédurale," Economica, 1989.

20. FAVIER, J.F. DODD, V.A. "The Development of a Prototype Computerised Management Information System for a Mixed Enterprise Farm," pp.287-311 in : Agricultural Systems 35, Elsevier Science Publishers Ltd, UK, 1991.

21. FROST & SULLIVAN "Reengineering de l'entreprise," brochure, 1995.

22. GATES, T.K. HEYDER, W.E. FONTANE, D.G. SALAS, J.D. "Multicriterion strategic planning for improved irrigation delivery. I : Approach," pp.897-934 in : Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol.117, No.6, November/December 1991, ASCE, 1991.

23. GATES, T.K. ALSHAIKH, A.A. AHMED, S.I. MOLDEN, D.J. "Optimal irrigation delivery system design under uncertainty," pp.433-449 in : Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol.118, No.3, May/June 1992, ASCE, 1992.

24. GOUGH, M. EDWARDS-JONES, G. "A knowledge management system for training planners to be aware of the environmental consequences of development projects," pp.342-350 in : Proceedings of the 18-19 June 1993 Conference Spokane, Washington, ASCE, USA, 1993

25. HABIB, Z. SHAHID, B.A. BHUTTA, M.N. "Utility of a Simulation Model for Pakistan Canal Systems : examples from North West Frontier Province and Punjab," Application of Mathematical Modelling, 26-29 October 1992, Montpellier, France, 1992.

26. HABIB, Z. "Application of hydraulic simulation model to main canal of CRBC, stage 1," hand-out prepared for the Crop-based Irrigation Operations Workshop on 14 & 15 March 1993 in D.I. Khan, 1993.

27. HATCHUEL, A. SARDAS, J.C. "Le pilotage des systèmes complexes de production," pp.227-247, les nouvelles rationalisations de la production, CEPADUES, Toulouse, 1992.

28. HEILER, T. "Responding to changing research paradigms," Paper presented to IIMI's Board of Governors, 1995.

29. HEILMAN, P. YAKOWITZ, D.S. STONE, J.J. KRAMER, L.A. "An exploration of the economics of farm management alternatives to improve water quality," pp.194-205 : Proceedings of the 18-19 June 1993 Conference Spokane, Washington, ASCE, USA, 1993.

30. HENRY, A. "Les entreprises en Afrique, des progrès méconnus," 1991.

31. HENRY, A. "Vers un modèle du management africain," 1991.

32. HOPPER, W.D. "Technological Prospects for Sustainable Agriculture"," Report on a Du Bos Forum at the Bellagio Study and Conference Center, 17-20 October 1994, 1994.

33. IPTRID "GRID International Program for Technology Research in Irrigation and Drainage Network Magazine," GRID Issue 1, October 1992, IPTRID, USA, 1992.

34. IWRA "International Water Resources Association Statement on Water, Environment, and Development," pp.243-246 in : Water International No.16, IWRA, USA, 1991.

35. JURRIENS, R. "Computer programs for irrigation management : the state of the art," ODU bulletin 27, 1993.

36. KIKUCHI, M. "How much expensive can irrigation new construction/major rehabilitation

projects be now in Sri Lanka," internal document, IIMI, 1990.

37. KIKUCHI, M. "O&M - Rehabilitation tradeoff or performance O&M- Rehabilition nexus in irrigation projects : A preliminary mathematical note," internal document, IIMI, 1991.

38. KUPER, M. KIJNE, J.W. "Irrigation Management in the Fordwah branch canal area South East Punjab Pakistan," Internal Program Review, IIMI, 1992.

39. KYI KHIN MAUNG "Performance Evaluation Measures : A test on their consistency, validity and relevance," internal document, IIMI, 1991.

40. LENTON, R. "Irrigation management strategies for the 21st century", paper presented at a rountable on Water Strategies for the 21st Century : Guiding Ideas and Tendencies, 7th World Congress on Water Resources, IWRA, Morocco, 13-18 May 1991, 1991.

41. LORRAIN, D. "L'oligopole compétitif : la régulation des réseaux techniques urbains," Réalités industrielles, pp.85-91, Octobre 1994, Annales des Mines, 1994.

42. MAKIN, I.W. "INCA : Software for management of irrigation systems. H.R. Wallingford's experience," FAO Expert Consultation on Irrigation water delivery models, Rome, October 1993, FAO, 1993.

43. MANZ, D.H. "Terminology for describing irrigation conveyance systems," pp.142-154 in : Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol.113, No.2, ASCE, 1987.

44. MANZ, D.H. "Classification of irrigation conveyance system components," pp.479-496 in : Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 113, No.4, ASCE, 1987.

45. MCCLURE, J.E. BOWSER, T. HEINEMANN, P.H. "Adopting expert systems in the field : Results from a successful pilot study," pp.368-377 in : proceedings of the 18-19 June 1993 Conference Spokane, Washington, ASCE, USA, 1993.

46. MENENTI, M. CHAMBOULEYRON, J. MORABITO, J. FORNERO, L. "Appraisal and Optimization of Agricultural Water Use in Large Irrigation Schemes. I : Theory," pp.185-199 in Water Resources Management 6, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1992.

47. MERREY, D. VALERA, F. DASSANAIKE, L. "Does assessing irrigation performance make a difference? Results from a comparative study of three irrigation systems," Internal Program Review, IIMI, 1993.

48. MEYER, A.D. GOES, J.B. "Organizational Assimilation of Innovation : A Multilevel Contextual Analysis," pp.897-923 in : Academy of Management Journal, Vol.32., No.4, 1988.

49. MURRAY-RUST, H. "IIMI's Performance Program Workplan, proposal," internal document, IIMI, 1991.

50. POTIE, C. BARDIN, G. "Le management transfonctionnel," brochure, 1995.

51. REY, J. KUPER, M. HEMAKUMARA, M. "Setting up an Information System at the Main Canal Level : Participatory Approach in Sri Lanka and Pakistan," Internal Program Review, IIMI, 1993.

52. REY, J. MALATERRE, P.O. BAUME, J.P. "Use of a Simulation Model to Improve the Manual Operation Procedures of an Irrigation Canal (Kirindi Oya - Sri Lanka)," Paper presented at Hydraulic Workshop, Beijing, China, 24-28 May 1993, HR Wallingford, 1993

53. ROUNEAU, A. WARNOTTE, G. "La responsabilisation des cadres face à la qualité totale : un construit social?," Gérer et comprendre, pp.31-43, No.37, Décembre 94, Annales des Mines, 1994.

54. RYAN, T.P. SIEH, D. "Integrating Hydrologic Models, Geographic Information Systems, and Multiple Databases : A Data Centered Approach," CADWES, 1993.

55. SABATIER, J.L. "Dynamique des systèmes irrigués anciens," Les Cahiers de la Recherche Développement No.29, 1991.

56. SABBAGH, G.J. STORM, D.E. ELLIOTT, R.L. GELETA, S. "Two applications of GIS in agricultural modeling," pp. 250-259 in : Proceedings of the 18-19 June 1993 Conference Spokane, Washington, ASCE, USA, 1993.

57. SCP "Les relations avec les usagers des réseaux," Société du canal de Provence, document interne, 1980.

58. SECKLER, D. "The New Era of Irrigation Management in India ," New Delhi, Ford Foundation, Journal of Indian Ressources Society, 1985.

59. SERAGELDIN, I. "Opening statement of the CGIAR chairman," CGIAR mid term meeting, New Delhi, India, 1994.

60. SHARMA, D.N. OAD, R. SAMPATH, R.K. "Performance measure for irrigation water delivery systems," pp.21-38 in : ICID Bulletin, 1991, Vol.40, No.1, 1991.

61. SHYAM, R. CHAUHAN, H.S. SHARMA, J.S. "Optimal operation scheduling model for a canal system," pp.213-225 in : Agricultural Water Manager 26, Elsevier, 1994.

62. SKOGERBOE, G.V. "Performance Assessment and Irrigation Development," Paper prepared for presentation at the "Internal Review of the Performance Program", 31 March - 1 April 1995, Colombo, Sri Lanka, 1995.

63. SMITH, L.E.D. KEDDAL, H. "An Assessment of Project Management Software as a Decision Support System for Irrigation Managment in Morocco," submitted to Irrigation and Drainage Systems, 1994.

64. SOLER, L.G. TANGUY, H. VALCESCHINI, E. "Problèmes de planification, systèmes de gestion et organisation interne de la firme," version provisoire, 1995.

65. SRINIVASAN, R. ARNOLD, J.G. "Basin scale water quality modeling using GIS," pp. 475-484 in : Proceedings of the 18-19 June 1993 Conference Spokane, Washington, ASCE, USA, 1993.

66. TAN, S.S. "Systems methodology for advanced information technologies application in natural resource management," pp.132-141 in : Proceedings of the 18-19 June 1993 Conference Spokane, Washington, ASCE, USA, 1993.

67. UBELS, J. "Irrigation Management Interfaces : Decentralization and the need for more valid and effective notions of irrigation organization," in : Irrigators and Engineers, Wageningen, Netherlands, 1991.

68. VAN WAIJDEN, E. "Application of hydraulic simulation model to distributary #3 of CRBC," hand-out prepared for the Crop-based Irrigation Operations Workshop on 14 & 15 March 1993 in D.I. Khan, 1993.

69. YONG YA CHO "Information systems for water management," IWRA, world congress on water resources, 1991.

70. YUYAMA, Y. "Regional drainage analysis by mathematical model simulation," IIMI Seminar series, October 1992, NRIAE, Japan, 1992.

Ouvrages :

71. AFNOR "Assurance Qualité des Services et Certification," XL Consultants, 1992.

72. BANDARAGODA, D.J. BADRUDDIN, M. "Moving Towards Demand-Based Operations in Modernized Irrigation Systems in Pakistan," IIMI's series : country paper - Pakistan - No.5, IIMI, 1992.

73. BARKER, R. "An overview of research in irrigation management in Asia," IIMI's series research paper, IIMI, 1985.

74. BATESON, G. "Mind and Nature. A necessary unity," Editions du Seuil, 1979.

75. BERNOUX, P. "La sociologie des organisations," Editions du Seuil, 1985.

76. BONARELLI, P. "La réflexion est-elle rentable?," L'Harmattan, Paris, 1994.

77. CERUTTI, O. GATTINO, B. "Indicateurs et tableaux de bord," AFNOR, Paris, 1992.

78. CROZIER, M. FRIEDBERG, E. "L'acteur et le système," Editions du Seuil, 1977.

79. D'IRIBARNE, P. "La logique de l'honneur," Editions du Seuil, 1989.

80. DANDY, G.C. WARNER, R.F. "Planning and Design of Engineering Systems," Unwin Hyman Ltd., UK, 1989.

81. DUPUY, J.P. "Aux origines des sciences cognitives," Editions la Découverte, Paris, 1994.

82. FERICELLI, A.M. "Théorie statistique de la décision, application à la gestion des entreprises," Economica, 1978.

83. GOLDRATT, E.M. COX, J. "Le but, un processus de progrès permanent," AFNOR, 1986.

84. HEMIDY, L. "La gestion, l'informatique et les champs," L'Harmattan, Paris, 1994.

85. LABORIT, H. "Eloge de la fuite," Robert Laffond, 1976.

86. LACHNITT, J. "L'analyse de la valeur," Collection Que Sais-je?, PUF, 1987.

87. LAUDOYER, G. "La Certification. Un Moteur pour la Qualité," Les Editions d'Organisation, France, 1993.

88. MARION, A. "Le diagnostic d'entreprise," Economica, 1993.

89. MARTINAND, C. "L'expérience française du financement privé des équipements publics," Economica, Paris, 1993.

90. MIDLER, C. "L'auto qui n'existait pas," Interéditions, 1994.

91. NICOLAZO, J.L. "Les Agences de l'Eau," Pierre Johanet & Fils Editeurs, Paris, 1994.

92. OSTROM, E. "Governing the commons," Cambridge, University Press, 1990.

93. OSWALD, O. "An expert system for the diagnosis of tank irrigated systems. A Feasibility Study," IIMI's series : working paper No.22, IIMI, 1992.

94. PICHAT, E. BODIN, R. "Ingénierie des données," Masson, France, 1990.

95. SANDOVAL, V. "Les techniques du reengineering," Hermes, 1994.

96. SCHUURMANS, W. "A Model to Study the Hydraulic Performance of Controlled Irrigation Canals," PhD dissertation, Centre for Operational Water Management, Delft University of Technology, 1991.

97. SCOTT, G.M. "Principles of Management Information Systems.," McGraw-Hill Series in Management Information Systems , McGraw-Hill Inc., USA, 1986.

98. SFEZ, L. "Critique de la communication," Editions du Seuil, 1988.

99. SFEZ, L. "Critique de la décision," Presse de la fondation nationale des sciences politiques, 1992.

100. SMALL, L. "Research priorities for irrigation management in Asia," IIMI's series: research paper No.1, IIMI, 1985.

101. SPRAGUE, R.H. JR. (Ed.) WATSON, H.J. (Ed.) "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice," Prentice-Hall International Inc., USA, 1989.

102. SVENDSEN, M. "Assessing Effects of Policy Change on Philippine Irrigation Performance," IFPRI's series : working paper on irrigation performance No.2, USA, 1992.

103. THE ECONOMIST BOOKS LTD. "Dico Management : L'essentiel du management de A à Z ," Les Editions d'Organisation, France, 1994.

104. VON BERTALANFFY, L. "Théorie Générale des systèmes ," Bordas, France, 1973.

Actes de colloques :

105. CEMAGREF "Intelligence Collective," Journées de Rochebrune, 24-30 Janvier 1993, Cemagref, 1993.

106. DA COSTA, J.R. VLACHOS, E. "Research Agenda on Irrigation, Drainage and Water Related Issues in developing countries.," European Community Programme Science and Technology for Development, Lisboa, October 1991, UNINOVA, Portugal, 1992.

107. FLORY, A. ROLLAND, C. "Nouvelles Perspectives des Systèmes d'information," Congrès 90 de l'Association Informatique des Organisations et Systèmes d'Information et de Décision, Eyrolles, France, 1990.

108. HEIM, F.(Ed.) ABERNETHY, C.(Ed.) "Irrigated Agriculture in Southeast Asia beyond 2000," Proceedings of a Workshop held at Langkawi, Malaysia, 5-9 October 1992, IIMI, 1994.

109. RYDZEWSKI, J.R.(Ed.) WARD, C.F.(Ed.) "Irrigation : Theory and Practice," Papers presented at the International Conference held at the University of Southampton, 12-15 September 1989, 1989.

110. ZIMBELMAN, D.(Ed.) "Planning, Operation, Rehabilitation and Automation of Irrigation Water Delivery Systems," Irrigation and Drainage Division of the American Society of Civil Engineers and the Oregon Section, ASCE, Portland, Oregon, ASCE, USA, 1987

Rapports, thèses :

111. ALVAREZ, I. "Rapport du groupe de réflexion sur l'ingénierie des systèmes complexes au Cemagref," Cemagref, 1994.

112. DEVELOPMENT FINANCE CONSULTANTS "Royaume du Maroc. Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire direction de la planification et des affaires économiques. Etude SIG - Phase II. Gestion des Réseaux," SIG, 1990.

113. DIDON, E. "Systèmes d'information géographique : Concepts, Fonctions, Applications," mémoire, ENGREF, France, 1990.

114. HIEMCKE, A.K. "Supporting the Scheduling Task of the System Manager," Master's dissertation, IIMI, 1992.

115. HOWARD, R.A. "Decision Analysis. A Collection of Readings," Dept. of Engineering-Economic Systems, Stanford University, 1993.

116. IIMI SLFO "Inception Report on the Phase II. Technical Assistance Study, Kirindi Oya, T.A. 1480 SRI," IIMI, 1991.

117. IIMI SLFO "Reservoir Operation Simulation (Extended) System (ROSES). Version 1.00, Operation Manual," internal document, IIMI, 1993.

118. LAM, D.C.L. SWAYNE, D.A. "Integrating Database, Spreadsheet, Graphics, GIS, Statistics, Simulation Models and Expert Systems : Experiences with the Raison System on Microcomputers," NATO ASI series Vol.G 26, 1991.

119. MALATERRE, P.O. "Synthèse des capteurs et centrales d'acquisition disponibles sur le marché, adaptés à la mesure de niveaux dans un canal d'irrigation en zone tropicale," Cemagref, France, 1991.

120. MENENTI, M. "Analysis of Regional Water Resources and their Management by means of numerical models and satellites in Mendoza, Argentina," CEC Progress Report, 1992.

121. MOISDON, J.C. "La recherche au Centre de Gestion Scientifique : Evolutions et perspectives," ENSMP, 1992.

122. MONTGINOUL, M. "La tarification de l'eau agricole," Rapport de DEA, Cemagref, 1994.

123. MURRAY-RUST, H. "COMA : User's guide," internal document, IIMI, 1993.

124. REY, J. "Contribution à la modélisation et la régulation des transferts d'eau sur des systèmes de type rivière / bâches intermédiaires," Rapport de DEA, Cemagref, 1990.

125. RIEU, T. "Méthodes d'évaluation des projets d'irrigation," Rapport de DEA, ENGREF, 1987.

126. STRATEGIC DECISION GROUP "Green Valley : Environmental Compliance Strategy for one of Americas Largest Power Plants," Presented to EES 236, Stanford University, 1994.

127. TAYLOR, D.C. "Conceptual framework for evaluating impacts of Irrigation Management Innovations," Report prepared for and submitted on Nov. 30, 1991, to IIMI, SLFO Colombo, 1991.

128. WENG CHAW, T. TEIK SENG, C. "Irrigation management practices in MADA," Muda Agricultural Development Authority, Malaysia, 1989.

Cours :

129. BARANGER, P. CHEN, J. "Gestion de la production," Vuibert, 1995.

130. DE MONTBRIAL, T. "Analyse économique - Tome I et II," Ecole Polytechnique, Département d'économie, 1986.

131. DELACHE, X. "Enseignement de micro-économie," ENGREF, France, 1988.

132. DIEULESAINT, E. ROYER, D. "Automatique Appliquée : 2. Systèmes linéaires de commande à signaux échantillonnés ," Masson, France, 1990.

133. FAURRE, P. "Notes d'optimisation," Ecole Polytechnique. Département de mathématiques appliquées, Ecole Polytechnique, 1986.

134. GUEGUEN , BENCHIMOL "Introduction à la théorie des systèmes," ENS Telecom, Paris, 1978.

135. HOWARD, R.A. "Decision Analysis Workbook. Section 1," Dept. of Engineering-Economic Systems, Stanford University, 1993-1994.

136. MILGROM, P. ROBERTS, J. "Economics, Organization & Management," Prenctice-Hall, Inc., 1992.

137. RIVELINE, C. "Evaluation des Coûts. Eléments d'une Théorie de la Gestion," ENSMP, 1990.

138. VEN TE CHOW "Open-Channel Hydraulics," McGraw-Hill Book Company:Singapore, 1973.

vannes ?... Qui dirige les valses de vannes ?... Qui dirige les valses de

.....L'accroissement des besoins en eau et en nourriture de la planète rend aujourd'hui nécessaire une amélioration sensible de la gestion des **périmètres irrigués**. Pour mieux analyser les difficultés rencontrées et mettre au point de nouveaux types d'interventions sur les périmètres, il est proposé de mobiliser une partie de l'expérience accumulée en **gestion industrielle**. Pour ce faire, une analogie est ébauchée entre processus de production "d'eau maîtrisée" et processus de production industriels standards. Cette analogie permet de proposer une méthode d'intervention de type *"ré-ingénierie"* fondée sur un mode de représentation global du système de pilotage de la production d'eau maîtrisée.....

valses de vannes ?... Qui dirige les valses de vannes ?... Qui dirige les

CODA