



HAL
open science

Impacts de l'incertitude et de l'ambiguïté sur la pratique des SIRS : Exploration à l'aide d'études de cas en assainissement industriel

Vincent Roche

► **To cite this version:**

Vincent Roche. Impacts de l'incertitude et de l'ambiguïté sur la pratique des SIRS : Exploration à l'aide d'études de cas en assainissement industriel. Sciences de l'environnement. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne; Université de Montréal, 2000. Français. NNT : 2000EMSE0240 . tel-00850649

HAL Id: tel-00850649

<https://theses.hal.science/tel-00850649v1>

Submitted on 7 Aug 2013

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.

Thèse de doctorat effectuée en cotutelle

**à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne (ENSM-SE)
(Formation doctorale de l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon)**

et

**à la Faculté de l'Aménagement,
Université de Montréal (UdM)**

Par

Vincent ROCHE

**Impacts de l'incertitude et de l'ambiguïté sur la pratique des SIRS :
Exploration à l'aide d'études de cas en assainissement industriel**

Thèse présentée à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne en vue de
l'obtention du grade de Docteur en Sciences et Techniques du Déchet
et à

La Faculté des études supérieures de l'Université de Montréal en vue de
l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en Aménagement

Thèse de doctorat effectuée en cotutelle

**à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne (ENSM-SE)
(Formation doctorale de l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon)**

et

**à la Faculté de l'Aménagement,
Université de Montréal (UdM)**

Par

Vincent ROCHE

**Impacts de l'incertitude et de l'ambiguïté sur la pratique des SIRS :
Exploration à l'aide d'études de cas en assainissement industriel**

Thèse présentée à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne en vue de
l'obtention du grade de Docteur en Sciences et Techniques du Déchet

et à

La Faculté des études supérieures de l'Université de Montréal en vue de
l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en Aménagement

© Vincent Roche, 2000

Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne

et

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée

Impacts de l'incertitude et de l'ambiguïté sur la pratique des SIRS :
Exploration à l'aide d'études de cas en assainissement industriel

présentée et soutenue à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne par :

Vincent Roche

a été évaluée le 20 décembre 2000 par un jury composé des personnes suivantes :

- Président du jury : Monsieur Christian Brodhag, Directeur de recherche,
Centre SITE, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne
- 1^{er} Co-directeur : Monsieur Michel Boisvert, Professeur,
Faculté de l'Aménagement, Université de Montréal
- 2^{ème} Co-directeur : Monsieur Didier Graillot, Directeur de recherche,
Centre SITE, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne
- 1^{er} Rapporteur : Monsieur Jean-Jacques Chevallier, Professeur,
Centre de Recherche en Géomatique, Université Laval
- 2^{ème} Rapporteur : Monsieur Pierre Dumolard, Professeur,
Département de Géographie, Université Joseph Fourier de Grenoble

Remerciements

Je suis tout d'abord fortement redevable à mes co-directeurs de thèse, Messieurs Michel Boisvert et Didier Graillot, pour la liberté qu'ils m'ont accordée, et la rigueur qu'ils m'ont amené à suivre tout au long de ce projet de thèse.

Je veux spécialement remercier Madame Mireille Batton-Hubert, Maître-assistante au Centre SITE de l'ENSM-SE, pour son soutien régulier, son écoute active et ses conseils avisés.

Par ailleurs, je dois beaucoup à nombre de personnes du Centre SITE de l'ENSM-SE, en particulier à Messieurs Roland Déchomets et Antoine Pauze, pour leur aide dans l'exploration du logiciel Arc-Info et dans la réalisation des tâches de programmation, ainsi qu'à Mesdames Valérie Laforest et Natacha Gondran pour nos échanges de connaissances dans un domaine aussi vaste que l'environnement industriel.

De même, je dois beaucoup à certains Professeurs de la Faculté de l'Aménagement de l'UdM, en particulier à MM. Alain Findeli, pour les réflexions épistémologiques que son cours m'a amené à formuler, Jean McNeil, pour son exigence pendant le séminaire de projet de thèse, et Michel Guenet, pour sa contribution conceptuelle en géomatique.

De plus, je remercie Messieurs Christian Brodhag, Jean-Jacques Chevallier et Pierre Dumolard pour leur participation au jury de thèse, de même que Madame Marie Lessard, Vice-doyenne aux études de la Faculté de l'Aménagement de l'UdM, et Messieurs Jean-Philippe Waaub et Michel Guenet, respectivement Professeurs au Département de Géographie de l'Université du Québec à Montréal et à la Faculté de l'Aménagement de l'UdM pour leur participation au jury d'examen de synthèse.

Je tiens à signaler que cette thèse n'aurait pu se dérouler aussi convenablement sans les apports financiers de l'ENSM-SE, de l'Université de Montréal et de l'Agence Rhône-Alpes pour les Sciences Sociales et Humaines, dans le cadre du projet « Apports des Systèmes d'Information Territoriaux en gestion intégrée ».

Je suis aussi redevable aux partenaires socio-économiques, en particulier à Messieurs Bernard Séguin, Patrick Jan Cejka et Daniel Hodder, de la Communauté Urbaine de Montréal, et à Messieurs Jean-Marc Pardo et Stéphane Lavigne, du Syndicat Intercommunal de la Vallée de l'Ondaine, pour les données qu'ils ont bien voulu fournir, et le temps qu'ils ont accepté de consacrer à ce projet de thèse. Je remercie de même l'Agence d'urbanisme stéphanoise, EPURES, pour le prêt gracieux de ses données cartographiques.

Mes remerciements vont aussi à Pascal Lacasse et Martin Léveillé, étudiants en Maîtrise à la Faculté de l'Aménagement de l'UdM, et à Vincent Chatain, étudiant en DEA à l'ENSM-SE pour leurs travaux de recherche en partie intégrés dans cette thèse.

En outre, la conduite de cette thèse en co-tutelle jusqu'à sa finalisation fut facilitée par la bonne volonté du personnel des services administratifs de l'ENSM-SE et de l'Université de Montréal, que je remercie à cet égard.

Enfin je regarderai, comme des souvenirs agréables et essentiels, les encouragements de mes amis et de ma famille du Québec et de France, de leur présence tout au long de ce projet de thèse transatlantique.

Résumé

Impacts de l'incertitude et de l'ambiguïté sur la pratique des SIRS : **Exploration à l'aide d'études de cas en assainissement industriel**

Cette thèse comporte deux principales parties :

I Développement d'un cadre conceptuel relatif à la pratique des SIRS

En aménagement du territoire, les modalités de conception et d'utilisation d'un Système d'Information à Référence Spatiale (SIRS) dépendent du type de contexte décisionnel auquel il est intégré : la gestion, la planification stratégique ou la négociation. De ce fait, le SIRS doit témoigner, de manière appropriée, des besoins en gestion de l'incertitude et de l'ambiguïté caractéristiques d'un type de contexte décisionnel. D'une part, ces deux concepts sont illustrés par le niveau requis de flexibilité du processus de traitement de l'information. D'autre part, ils s'expriment au travers de la qualité de l'information classiquement caractérisée par son exactitude, sa complétude, sa cohérence, son opportunité et son intelligibilité, mais aussi par son réalisme, son interprétation, sa dialectique, sa projection et son originalité. Nous proposons un **guide d'aide à la pratique des SIRS** issu du croisement entre les caractéristiques des contextes décisionnels retenus et les attributs relatifs à la qualité de l'information. Des applications SIG sont développées pour chaque type de contexte décisionnel afin de confronter la pertinence de ce guide avec ces études de cas.

II Illustration à partir d'applications SIG

Une application SIG en gestion : un organisme chargé de la gestion du milieu récepteur souhaite hiérarchiser ses interventions de contrôle réglementaire auprès des établissements industriels. Il peut, à l'aide d'un SIG, simuler le trajet probable de déversements toxiques potentiels en temps d'orage afin de déterminer les risques localisés d'impact sur le milieu récepteur, de même que les sources potentielles de pollution industrielle.

Une application SIG en planification stratégique : un organisme chargé de la planification du traitement des effluents industriels souhaite analyser la faisabilité d'options de gestion collective en tenant compte d'indicateurs d'économies d'échelle, de coûts de transport et de vulnérabilité au déversement. Le couplage d'un SIG avec une procédure opérationnelle composée de fonctions d'optimisation sous contraintes peut constituer un support d'aide à la décision.

Une application SIG en négociation coopérative : un organisme animant un processus de négociation relatif à la gestion collective des effluents industriels souhaite stimuler le débat entre acteurs publics et privés aux perceptions, valeurs et intérêts différents. Il peut proposer une méthode d'aide à la négociation basée sur les principes du jeu de rôle et sur un couplage entre un SIG et une méthode d'analyse multi-critères dans le but de rechercher une combinaison « contextualisée » d'options individuelles et collectives d'assainissement industriel tout en respectant les règles d'une négociation coopérative.

Mots-clés : aide à la décision, qualité de l'information, SIRS, assainissement industriel

Abstract

Uncertainty and Ambiguity in SRIS Practice **with Applications to Industrial Wastewater Treatment Management**

The thesis is divided into two parts, the development of a conceptual framework for SRIS (Spatially Referenced Information Systems) adapted to different decision making settings and then wastewater treatment applications specifically designed for metal fabricating industries.

I Development of a Conceptual Framework for SRIS

The design of a SRIS in land-use planning is dependent upon the type of decision making context and a basic distinction is made between management, strategic planning, and negotiation purposes. It is ascertained that each one brings with it fundamentally different requirements with respect to the management of ambiguity and uncertainty. Once these concepts are presented together with the flexibility needed in the information treatment process, their implications are more fully expressed in terms of informational quality, bringing in such attributes as, on the one hand, accuracy, completeness, consistency, opportunity and comprehensiveness and, on the other hand, realism, interpretative ability, dialectical potential, projection and originality. Building upon these interactions between the decision context features and the information quality attributes, elements of a SRIS support guide are developed together with references to possible applications in order to highlight its relevance.

II Wastewater Treatment Management and GIS Applications

In this second part, a closer look at GIS applications is presented on the basis of real-life situations, examining in turn each one of the decision context types. *The first GIS application is sketched out for management purposes.* The Montréal Urban Community (MUC) is a public body faced with shared responsibility with respect to environmental quality, more specifically water quality management, and this can imply the need for a hierarchisation of

overflows in its sewage system that will take into account industrial discharges. The thesis shows how a GIS can be used in dealing with potentially toxic overflows during thunderstorm events, by assessing their impacts on the environment.

The second GIS application is settled in strategic planning terms. This time the MUC is faced with the problem of incomplete treatment of industrial effluent charges and several collective management options are analysed with respect to scale economies opportunities, transportation costs differentials and variable pollution risks. The thesis shows how operation research procedures coupled with GIS can support the decision making process.

The last GIS application involves a negociation environment. The SIVO (Syndicat intercommunal de la Vallée de l'Ondaine) is a public institution located in part of the Loire River Basin, near Saint-Étienne in France, charged with the responsibility to conduct a negotiation process implying public and private organisations with respect to the management of industrial effluents. The SRIS is developed this time in a way that leads to convergence among a multiplicity of interests, starting with very diverse perceptions, values and objectives. A support system using role games, cooperative principles, multicriteria analysis and GIS capacities is developed in such a way as to help to bring consensus.

Key-words : decision support, information quality, GIS, industrial effluent management

Table des matières

Introduction générale	p 27
<i>Chapitre 1 : SIRS et problématiques environnementales</i>	<i>p 29</i>
1.1 Situation générale de la géomatique au Québec et en France	p 30
1.2 Définitions et typologies des SIRS et notions associées	p 32
1.3 Proposition d'une typologie des SIRS et notions associées	p 36
1.4 Applications de la typologie aux questions environnementales	p 40
1.5 Plan de thèse	p 47
Partie A : Cadre conceptuel relatif à la pratique des SIRS	p 53
<i>Chapitre 2 : Sources d'incertitude et d'ambiguïté dans la prise de décision</i>	<i>p 55</i>
2.1 Incertitude	p 56
2.2 Ambiguïté	p 59
2.3 Interactions entre ambiguïté et incertitude	p 65
<i>Chapitre 3 : Principaux contextes décisionnels en aménagement du territoire</i>	<i>p 67</i>
3.1 Gestion	p 71
3.2 Planification stratégique	p 75
3.3 Négociation	p 80
<i>Chapitre 4 : Qualité de l'information, incertitude et ambiguïté</i>	<i>p 87</i>
4.1 Exactitude versus réalisme	p 89
4.2 Complétude versus interprétation	p 93

4.3 Cohérence versus dialectique	p 97
4.4 Opportunité versus projection	p 102
4.5 Intelligibilité versus originalité	p 106
<i>Chapitre 5 : Proposition d'un guide d'aide à la pratique des SIRS</i>	p 111
5.1 Quelques outils d'analyse existants	p 113
5.2 Outils d'appréhension du contexte informationnel et décisionnel	p 115
5.3 Grille d'analyse des besoins en qualité de l'information	p 118
Partie B : Pratique des SIRS en assainissement industriel	p 123
<i>Chapitre 6 : Différentes démarches de gestion des rejets industriels</i>	p 125
6.1 Situation générale	p 126
6.2 Contrôle réglementaire	p 130
6.3 Approche individuelle in situ	p 133
6.4 Organisation collective et territoriale	p 135
<i>Chapitre 7 : Méthode d'aide à la gestion : cas des ETS de la CUM</i>	p 145
7.1 Contexte	p 146
7.2 Le SIAD-Environnement	p 150
7.3 Procédure de simulation	p 157
7.4 Discussion sur l'utilité de ces SIT	p 160
<i>Chapitre 8 : Méthode d'aide à la planification stratégique : cas des ETS de la CUM</i>	p 163
8.1 Contexte	p 164
8.2 Procédures de modélisation	p 166
8.3 Définition des simulations stratégiques	p 181

8.4 Analyse des résultats simulés	p 188
Chapitre 9 : Méthode d'aide à la négociation : cas des ETM de l'Ondaine	p 201
9.1 Contexte	p 202
9.2 Procédure d'aide à la négociation	p 214
9.3 Définition des options et critères initiaux	p 238
9.4 Evaluation de l'outil d'aide à la négociation	p 254
Partie C : Analyse informationnelle et conclusions	p 263
Chapitre 10 : Pertinence du guide d'aide à la pratique des SIRS	p 265
10.1 Le SIT relatif à la gestion des rejets d'ETS de la CUM	p 267
10.2 Le SIADRS relatif à la gestion des rejets d'ETS de la CUM	p 270
10.3 Le SISARS relatif à la gestion des rejets d'ETM de la Vallée de l'Ondaine	p 276
10.4 Conclusion sur la pertinence du guide d'aide à la pratique des SIRS	p 286
Chapitre 11 : Synthèse et perspective	p 289
11.1 Retour sur la démarche	p 290
11.2 Avenues de recherche	p 310
Références bibliographiques	p 317
Sources des données brutes	p 328
Annexes	p 329

Liste des cartes

Carte 7.1 : ETS et contexte environnemental de la grande région de Montréal	p 147
Carte 7.2 : Milieu physique (Lacs des Deux-Montagnes et St-Louis)	p 151
Carte 7.3 : Milieu biologique (Lacs des Deux-Montagnes et St-Louis)	p 152
Carte 7.4 : Sensibilité du milieu biophysique (Lacs des Deux-Montagnes et St-Louis)	p 153
Carte 7.5 : Sensibilité des usages (Lacs des Deux-Montagnes et St-Louis)	p 154
Carte 7.6 : Résultats de la simulation physique	p 159
Carte 8.1 : Simulation n°1 : simulation de référence centralisée	p 189
Carte 8.2 : Simulation n°2 : « protection environnementale prioritaire »	p 190
Carte 8.3 : Simulation n°3 : « tout collectif »	p 191
Carte 8.4 : Simulation n°4 : « économies d'échelle maximisée »	p 192
Carte 8.5 : Simulation n°5 : « protection environnementale ignorée »	p 192
Carte 8.6 : Simulation n°6 : simulation de référence « gestion groupée » (vue générale)	p 194
Carte 8.7 : Simulation n°6 : simulation de référence « gestion groupée » (zoom)	p 195
Carte 8.8 : Simulation n° 7 : « contraintes volumiques individuelles ignorées » (zoom)	p 195
Carte 8.9 : Simulation n° 8 : « contraintes sur regroupements partiellement relaxées »	p 196
Carte 8.10 : Simulation n°8 : « contraintes sur regroupements en partie relaxées » (zoom)	p 197
Carte 8.11 : Simulations n°9-2 et 10 : simulation de référence « gestion combinée »	p 198
Carte 9.1 : Localisation des zones principales d'implantation des ETM	p 202
Carte 9.2 : Temps de transfert hydrogéologique et localisation des zones d'ETM (zoom)	p 216
Carte 9.3 : Plan d'occupation des sols et localisation des ETM	p 217
Carte 9.4 : Qualité de l'eau et localisation des ETM	p 217
Carte 9.5 : Regroupement d'ETM dans une perspective de gestion groupée	p 219
Carte 9.6 : Localisation d'une STEP dans une perspective de gestion centralisée	p 220
Carte 9.7 : Choix des filières dans une perspective de gestion combinée	p 220
Carte 9.8 : Exemple de carte de veto	p 238
Carte 9.9 : Densité de population (estimation) et unités visuelles	p 246
Carte 9.10 : Réseau routier et temps de transfert hydrogéologique	p 251
Carte 9.11 : Répartition spatiale des risques (option gestion individuelle)	p 252
Carte 9.12 : Options combinées : « groupées minimisées + centralisées + individuelles »	p 253
Carte 10.1 : Résultats de la simulation physique (zoom de la carte 7.2)	p 264

Liste des figures

Figure 1.1 : Classification des systèmes d'information (d'après Turk, 1990)	p 33
Figure 1.2 : Typologie des SIRS et notions associées	p 37
Figure 1.3 : Démarche de thèse	p 50
Figure 3.1 : Processus informationnel de gestion	p 73
Figure 3.2 : Processus informationnel de planification stratégique	p 78
Figure 3.3 : Processus informationnel de négociation	p 83
Figure 4.1 : Attributs bi-polaires retenus de la qualité de l'information	p 89
Figure 4.2 : Chaîne de modélisation (Guptill et al, 1995)	p 98
Figure 5.1 : Schéma de démarche informationnelle	p 116
Figure 5.2 : Prisme d'interactions entre processus décisionnel et applications SIG	p 117
Figure 6.1 : Gestion des rejets industriels : filières et partenaires	p 129
Figure 6.2 : Filières de gestion collective des rejets industriels (Boisvert, 1996)	p 137
Figure 7.1 : Schéma des intervenants du projet SIAD-Environnement (d'après Lacasse, 2000)	p 154
Figure 7.2 : Démarche conceptuelle de hiérarchisation des sources ETS	p 158
Figure 7.3 : Procédure de calcul des impacts des déversements sur le milieu récepteur	p 158
Figure 8.1 : Procédure de modélisation « gestion centralisée »	p 167
Figure 8.2 : Schéma de répartition des rejets à traiter	p 168
Figure 8.3 : Schéma de calcul de la vulnérabilité « démographique » in situ	p 170
Figure 8.4 : Schéma de transport des rejets et des déchets	p 171
Figure 8.5 : Schéma de calcul de la vulnérabilité « démographique » lors du transport	p 171
Figure 8.6 : Schémas de répartition spatiale des rejets et déchets lors du transport	p 174
Figure 8.7 : Procédure de modélisation « gestion groupée »	p 175
Figure 8.8 : Caractérisation spatiale des regroupements	p 178
Figure 8.9 : Procédure de simulation des écoulements gravitaires	p 179
Figure 8.10 : Procédure de gestion intégrée	p 180
Figure 8.11 : Positionnement des simulations « gestion centralisée »	p 182
Figure 8.12 : Positionnement des simulations « gestion groupée »	p 186

Figure 9.1 : Schéma de la structure générique d'une négociation	p 211
Figure 9.2 : Positionnement du SIRS dans une démarche de négociation	p 215
Figure 9.3 : Méthode d'articulation des préférences individuelles	p 224
Figure 9.4 : Construction du noyau collectif	p 225
Figure 9.5 : Graphe de préférences relatif au conseiller municipal X	p 257
Figure 9.6 : Graphe de préférences relatif au représentant syndical Y	p 258
Figure 9.7 : Graphe de préférences relatif au représentant de l'Etat Z	p 259
Figure 10.1 : Limites territoriales (fictives) prises en compte par les acteurs X, Y et Z	p 279
Figure 11.1 : Illustration des éléments de la démarche de thèse	p 290
Figure 11.2 : Classification des contextes décisionnels en fonction de leur cible	p 293
Figure 11.3 : Classification des sciences selon la dialectique action/observation	p 296
Figure 11.4 : Schéma de démarche informationnelle (§ 5.2)	p 298
Figure 11.5 : Prisme d'interactions entre processus décisionnel et applications SIG (§ 5.2)	p 299

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Applications SIG au niveau local (d'après Roche, S., 1997)	p 30
Tableau 3.1 : Média d'information, incertitude et ambiguïté (inspiré de Soualem, 1990)	p 70
Tableau 4.1 : Attributs bipolaires de qualité de l'information	p 88
Tableau 5.1 : Grille d'analyse du contexte décisionnel	p 119
Tableau 5.2 : Grille d'analyse des correspondances entre qualité de l'information et contexte décisionnel.	p 120
Tableau 6.1 : Implications des acteurs	p 129
Tableau 6.2 : Nomenclature des Installations Classées concernant les activités de traitement de surface (loi du 19 juillet 1976, France)	p 131
Tableau 6.3 : Valeurs limites de teneur en polluant des effluents en sortie d'installation (arrêté du 26 septembre 1985, France)	p 131
Tableau 6.4 : Normes de rejets industriels, Règlement 87, CUM	p 132
Tableau 6.5 : Typologie des interventions en contrôle interne (Tremblay, 1981)	p 134
Tableau 6.6 : Typologie retenue des filières de gestion collective des rejets industriels	p 139
Tableau 7.1 : Eléments statistiques sur l'ensemble des ETS	p 148
Tableau 8.1 : Attributs et paramètres (gestion centralisée)	p 166
Tableau 8.2 : Résultats tabulaires des simulations « gestion centralisée »	p 173
Tableau 8.3 : Attributs et paramètres « gestion groupée »	p 175
Tableau 9.1 : Activités des établissements retenus et œuvrant dans le travail des métaux (NAF = 28, d'après le KOMPASS 1999)	p 205
Tableau 9.2 : Acteurs éventuellement impliqués dans la négociation	p 207
Tableau 9.3 : Caractérisation des SISARS par phase de négociation	p 215
Tableau 9.4 : Actions potentielles de modification des critères et options	p 227
Tableau 9.5 : Définition des concepts de base	p 233
Tableau 9.6 : Correspondances entre jeu de rôle et méthode d'aide à la négociation	p 237

Tableau 9.7 : Considérations relatives à la gestion des rejets industriels	p 239
Tableau 9.8 : Critères et modalités de traitement	p 243
Tableau 9.9 : « Scénarii » de déversement selon les filières	p 248
Tableau 9.10 : Description des options initiales	p 253
Tableau 9.11 : Valeurs de critères par acteur et par option	p 255
Tableau 9.12 : Valeurs des poids par acteur	p 256
Tableau 9.13 : Analyse de sensibilité sur la composition des noyaux individuels	p 260
Tableau 10.1 : Intervalles de variation des attributs et paramètres	p 273
Tableau 11.1 : Grille d'analyse du contexte décisionnel (§ 5.2)	p 303
Tableau 11.2 : Grille d'analyse des correspondances entre qualité de l'information et contexte décisionnel (§ 5.3)	p 304

Glossaire

- Action :** Pour les besoins du chapitre 9, sous ce terme, est considérée toute action que chaque décideur peut envisager : modification des options, des critères, des pondérations, des seuils de concordance et de veto, proposition d'options, de critères.
- Ambiguïté :** C'est la résultante de l'interprétation indécise de schémas cognitifs différents et légitimes.
- Application SIG :** C'est le produit-résultat d'une procédure SIRS : Système d'Information Territorial (SIT), Système d'Information et d'Aide à la Décision à Référence Spatiale (SIADRS) ou Système d'Information et de Support à l'Argumentation à Référence Spatiale (SISARS).
- Cohérence :** C'est la compatibilité logique d'une donnée avec les autres données structurées selon un schéma cognitif.
- Complétude :** C'est le degré de présence des valeurs d'une donnée par rapport à un schéma cognitif.
- Dialectique :** C'est l'incompatibilité sémantique d'une donnée reflétant un schéma cognitif différent de celui des autres données.
- Elasticité :** C'est l'inverse de la durée entre la déclaration d'un blocage et sa résorption. Elle évoque la question suivante : pendant combien de temps le blocage alimentera-t'il l'insatisfaction ?
- Exactitude :** C'est la proximité d'une valeur de donnée à une valeur jugée correcte par rapport à un schéma cognitif.
- Filière :** Pour les besoins du chapitre 9, sous ce terme, sont considérés les process envisageables et génériques de gestion des rejets, ces process se caractérisant par des limites et atouts dans les dimensions technique, environnementale, économique, managériale, socio-politique et organisationnelle.
- Flexibilité :** C'est la qualité d'un processus décisionnel en équilibre entre une certaine rigidité et une certaine opportunité (un processus décisionnel est dit rigide lorsque le décideur suit une procédure

figée a priori, et opportuniste quand sa structure et sa dynamique sont soumises aux aléas des jeux de pouvoir).

- Gestion :** C'est un ensemble d'activités répétitives et routinières.
- Gestion individuelle :** Pour les besoins de la partie B, on entend par, gestion individuelle (in situ) des rejets industriels, un ensemble d'interventions internes à l'entreprise et incluant l'installation d'une STEP et la mise en place de technologies propres (optimisation, substitution et modification des chaînes de production).
- Gestion centralisée :** Pour les besoins de la partie B, c'est l'ensemble des interventions pluri-disciplinaires sur le transport routier et le traitement des effluents par une STEP industrielle collective fixe.
- Gestion groupée :** Pour les besoins de la partie B, c'est l'ensemble des interventions pluri-disciplinaires sur le transport par canalisation et le traitement des effluents par une STEP industrielle collective et située à proximité d'ETS non relocalisées.
- Gestion combinée :** C'est une filière issue de la combinaison des filières de gestions centralisée et groupée.
- Gestion intégrée :** C'est une filière issue de la combinaison des filières de gestions centralisée, groupée et individuelle in situ.
- Incertitude :** C'est la différence résultante entre l'information disponible et l'information « espérée » par rapport à un schéma cognitif.
- Intelligibilité :** C'est l'aptitude d'un ensemble de données à être compris par un décideur doté du schéma cognitif adéquat.
- Interprétation :** C'est la marge de liberté d'un décideur manipulant plusieurs schémas cognitifs destinés à compenser l'absence de certaines données.
- Négociation :** C'est un ensemble d'activités pour lesquelles objectifs et moyens d'y parvenir sont étroitement liés, inconnus ou flous et exigent une résolution collective.

Opportunité :	C'est la qualité des données à être disponibles au bon moment.
Option :	Pour les besoins du chapitre 9, sous ce terme, sont considérées les différentes possibilités de gestion des rejets, possibilités inscrites dans le territoire qui conditionne et motive le choix de l'option finale.
Originalité :	C'est l'aptitude d'un ensemble de données à dérouter un décideur de son schéma cognitif initial.
Planification stratégique :	C'est un ensemble d'activités pour lesquelles les objectifs sont connus et clairs, mais les moyens d'y parvenir sont sujets à des impondérables.
Projection :	C'est l'aptitude du décideur à gérer la pertinence temporelle des données selon l'occurrence de différents schémas cognitifs.
Réalisme :	C'est l'aptitude des données à représenter la complexité établie par plusieurs schémas cognitifs.
Risque :	Pour les besoins du chapitre 9, sous ce terme, on considère les résultats de méthodes d'estimation des risques spatialisés. Ces risques sont fonction de l'origine et de la nature de la source de pollution, des conditions de propagation et des caractéristiques de la cible potentielle.
Robustesse :	C'est le ratio du nombre d'options restantes après une prise de décision (intermédiaire) sur le nombre d'options avant la prise de décision. Elle évoque la question suivante : combien est large le spectre d'options satisfaisantes retenues ?
Scénario :	Pour les besoins du chapitre 9, sous ce terme, est sous-entendu un scénario de négociation : les décideurs possèdent une marge de liberté individuelle et collective dans les limites définies par les règles stratégiques et techniques de négociation.
Schéma cognitif :	C'est une représentation de la perception de la réalité, d'un phénomène ou d'une problématique, perception spécifique à son auteur.
SIG :	C'est une plate-forme informatique qui regroupe un ensemble de fonctionnalités : saisie, codification, stockage, analyse et

restitution d'informations.

- SIRS :** C'est un terme générique qui désigne l'ensemble des procédures et règles destinées à structurer les activités de conception et d'utilisation de l'information géographique.
- Stabilité :** Elle concerne le maintien de la pertinence d'une option choisie en regard des changements de conditions. Elle évoque les questions suivantes : à quel degré et à quelle fréquence les variables-clé de l'option peuvent être déviées de leur pertinence précédente ?
- Traitement de surface :** C'est un ensemble d'activités de transformation des surfaces métalliques afin de leur conférer des propriétés intéressantes comme la résistance à l'usure ou à la corrosion.
- Travail des métaux :** C'est un ensemble d'activités industrielles de seconde transformation des métaux : fabrication de construction métallique, chaudronnerie-tuyauterie, forge, estampage, maticage, découpage, emboutissage, traitement et revêtement de surface, décolletage, mécanique générale, fabrication d'outil à main, fabrication d'outillage métallique, fabrication de serrures et ferrures, visserie et boulonnerie, fabrication de ressorts, fabrication d'article métallique.
- Vulnérabilité :** C'est le niveau de conséquence plus ou moins prévisible d'un phénomène naturel (ou anthropique) sur des enjeux donnés.

Liste des abréviations

AMC :	Analyse Multi-Critères
Cr III :	Chrome trivalent
Cr VI :	Chrome hexavalent
CUM :	Communauté Urbaine de Montréal
ETS :	Etablissement de traitement de surface
ETM :	Etablissement du travail des métaux
IBG :	Indice Biologique Global
MNT :	Modèle Numérique de Terrain
NIMBY :	« Not In My BackYard » (pas dans mon jardin)
PME :	Petite et moyenne Entreprise
POS :	Plan d'Occupation des Sols
SCSA :	Système Cartographique de Support à l'Argumentation
SDCC :	Système Didactique de Communication Cartographique
SGBDRS :	Système de Gestion de Bases de Données à Référence Spatiale
SIAD :	Système d'Information et d'Aide à la Décision
SIADRS :	Système d'Information et d'Aide à la Décision à Référence Spatiale
SIG :	Système d'Information Géographique
SIE :	Système d'Information Environnemental
SISARS :	Système d'Information et de Support à l'Argumentation à Référence Spatiale
SIRS :	Système d'Information à Référence Spatiale
SMA :	Système Multi-Agents
SME :	Système de Management Environnemental
SIT :	Système d'Information Territorial
SRCC :	Système Résultant de Communication Cartographique
STEP :	Station d'Épuration
ZNIEFF :	Zone Nationale d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique

Introduction générale

Le développement du secteur de la géomatique qui profite des avancées en informatique, répond au besoin croissant d'une appréhension approfondie et globale du territoire dans toutes ses dimensions spatiales : environnementale, urbanistique, socio-économique et politique. En effet les capacités de gestion de bases de données et d'analyse des outils informatiques à référence spatiale accessibles (en termes de convivialité, « explicabilité », capacité d'actualisation,...) participent à une meilleure compréhension des mécanismes pluridisciplinaires inhérents à la dynamique territoriale et ainsi soutiennent la mise en place de programmes plus efficaces et plus efficaces en matière d'aménagement du territoire.

Cependant, actuellement, une majorité relativement large des préoccupations en géomatique concernent plutôt des aspects essentiellement technologiques : télédétection, GPS, modèles conceptuels de données, qualité des données, logiciel SIG, ...

Pourtant, il existe, semble-t-il, **un écart plus ou moins formalisé et émergent entre les champs d'activité des chercheurs en géomatique et les attentes des décideurs responsables de l'aménagement du territoire** : les premiers tendent à privilégier l'emploi des Systèmes d'Information Géographique (SIG) comme moyen de représenter la réalité le plus objectivement et le plus exactement possible tandis que les autres souhaitent avoir accès à des représentations pertinentes du territoire, c'est-à-dire en rapport avec leurs mandats et leurs objectifs.

Ce constat que soulignent Engelen et al (1999), soulève la question de la pratique des Systèmes d'Information à Référence Spatiale (SIRS et non seulement SIG) : soit la mise en adéquation des activités de développement, d'une part, et des activités d'utilisation des SIRS, d'autre part. Pour cela, il devient nécessaire de proposer des guides d'aide à la pratique des SIRS.

Parce que l'on ne saurait examiner les questions de pratique des SIRS sans faire interagir les considérations théoriques et celles empiriques, une problématique territoriale, d'actualité, est examinée : **la gestion des rejets industriels** dont la performance dépend de nombreuses

dimensions (variété des procédés industriels de production, faiblesse relative de la structure économique des PME, diversité de l'information associée, rapports de force entre les acteurs concernés, modalités d'interprétation de la réglementation, poids des investissements nécessaires, diversité des risques encourus, capacité d'accueil du territoire,...). Deux études de cas sont plus particulièrement abordées : la gestion des rejets issus des établissements de traitement de surface (ETS) implantés sur le territoire de la Communauté Urbaine de Montréal (CUM), Province du Québec, Canada, et la gestion des rejets issus des établissements du travail des métaux (ETM) installés dans le bassin versant de l'Ondaine, Département de la Loire, France.

Enfin cette thèse s'inscrit dans le cadre d'une convention de doctorat réalisé en cotutelle entre l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, France, et l'Université de Montréal, Québec, Canada.

Quant aux applications SIG, elles sont développées sur la base des logiciels suivants : Arc-Info version 7.2.1, Arc-View version 3.0a et Electre 1S version 3.0.

Chapitre 1 :

SIRS et problématiques environnementales

Une description succincte de la situation générale de la géomatique en France et au Québec (§ 1.1) permet de mettre en évidence les difficultés d'intégration des Systèmes d'Information à Référence Spatiale (SIRS) dans les pratiques d'aménagement du territoire. Ce constat conduit à la formulation de l'hypothèse de base de cette thèse : « l'optimisation de la pratique d'un SIRS passe par une prise en compte explicite et formalisée des rapports entre, d'une part, les modalités de traitement de l'information et, d'autre part, les modalités du processus décisionnel concerné ».

Une typologie des SIRS et des notions associées (§ 1.3) est proposée à partir de typologies existantes (§ 1.2), cela afin de préciser l'implication de ces systèmes d'information dans les activités d'aménagement du territoire : il en ressort une distinction entre les SIRS -ensembles de procédures multi-disciplinaires de structuration de l'information géographique-, les Systèmes d'Information Géographique (SIG) -plate-formes informatiques composées de fonctions de traitement de l'information géographique- et les applications SIG associées à des types de contexte décisionnel. A la typologie des applications SIG, sont confrontés divers autres types d'outils d'aide à la décision : les modèles de simulation physique, les modèles d'optimisation socio-économique, les méthodes d'analyse multi-critères et les systèmes multi-agents. En guise d'illustration, des applications SIG en gestion des risques environnementaux (contrôle opérationnel, gestion des urgences, planifications de prévention et de politique) sont discutées (§ 1.4). Enfin le plan de cette thèse (§ 1.5) est présenté : il témoigne du fait que la nature spécifique à un contexte décisionnel et les besoins en qualité de l'information associée à ce contexte impliquent une configuration particulière de l'outil d'aide à la décision. Cela justifie la pertinence d'élaborer un guide d'aide à la pratique des SIRS.

De ce chapitre, il apparaît que la notion complexe de SIRS peut être clarifiée en considérant différents types de contextes décisionnels que nous proposons de caractériser à partir de concepts communs et significatifs : l'incertitude et l'ambiguïté dans la prise de décision (§ 2).

1.1 Situation générale de la géomatique en France et au Québec

La géomatique peut être définie comme « à la fois une science et une technique portant sur les caractéristiques et la structure de l'information spatiale, sur ses méthodes de capture, d'organisation, de classification, de qualification, d'analyse, de gestion, d'affichage et de distribution ; c'est aussi l'infrastructure nécessaire à une utilisation optimale de cette information » (Guenet, 1997).

Son développement dans le secteur public remonte aux années 70 et si, aux niveaux national et provincial, il concerne essentiellement la production de données numériques d'inventaire, c'est principalement au niveau local que s'exprime la demande en applications SIG et non plus seulement en données géoréférencées. Cependant, des travaux de Roche, S. (1997), nous pouvons constater que cette demande ne concerne pas toutes les activités relatives au territoire et tous les acteurs associés à ces activités, du moins en niveau d'importance (tableau 1.1).

Tableau 1.1 : Applications SIG au niveau local (d'après Roche, S., 1997)

	Situation française	Situation québécoise
Utilisateurs d'applications SIG	<ul style="list-style-type: none"> - les agents administratifs des petites villes, - les aménagistes des plus grandes villes, - les techniciens (régulièrement), - les élus (très rarement). 	<ul style="list-style-type: none"> - les techniciens des villes de moins de 15 000 habitants, - les géomaticiens des villes de plus de 15 000 habitants, - les aménagistes des villes de plus de 60 000 habitants (plus régulièrement), - les agents administratifs (rarement), - les élus (très rarement).
Activités géomatiques (par ordre décroissant d'implantation effective)	<ul style="list-style-type: none"> - la gestion et la mise à jour de différents types d'information géographique, - la construction, la gestion et l'entretien des réseaux techniques, - la gestion des procédures d'application des réglementations, - les projets et études d'aménagement. 	<ul style="list-style-type: none"> - la gestion et l'entretien des réseaux techniques, - la gestion du cadastre et du plan de zonage, - les opérations de génie urbain et de CAO/DAO, - les projets et études d'aménagement.

De cette analyse succincte, il ressort le fait que le potentiel d'exploitation des applications SIG n'est généralement pas encore optimal. Yves Gouisset du Bureau de l'Eau, DIREN Rhône-Alpes confirme cela par les remarques suivantes et relatives à la situation des collectivités locales (points de vue obtenus par communication téléphonique) :

- Les applications SIG sont entrées dans les mœurs comme outils et non comme méthodes intégrées : autrement dit, les acteurs n'ont pas modifié leur modalités de réflexion,
- Les applications SIG sont perçues comme des outils de valorisation cartographique, mais pas encore comme des outils d'analyse multi-critères, d'analyse spatiale ou même de requête,
- Les applications SIG pourraient aider au guidage d'un processus décisionnel si les règles en étaient explicitées.

A partir de ces constatations, nous pouvons ainsi formuler l'hypothèse de base de cette thèse :

« L'optimisation de la pratique d'un SIRS passe par une prise en compte explicite et formalisée des rapports entre, d'une part, les modalités de traitement de l'information et, d'autre part, les modalités du processus décisionnel concerné ».

Cette hypothèse, largement commentée dans ce chapitre et la partie A, se concrétise au travers d'un guide constitué d'un certain nombre d'outils d'aide à la pratique des SIRS, outils qui tiennent compte, simultanément, des besoins en qualité de l'information et du contexte décisionnel (§ 4.2 et 4.3). Autrement dit, elle se décline en autant d'hypothèses opérationnelles que d'outils d'aide à la pratique des SIRS tels que proposés. La pertinence de ce guide d'aide à la pratique des SIRS est évaluée à partir d'études de cas.

L'expression de « **pratique des SIRS** » dont la signification (majeure) s'exprime tout au long de cette thèse, permet de considérer les tâches de développement et celles d'utilisation d'un SIRS comme formant un tout, d'associer explicitement les intentions, besoins et contraintes des concepteurs et des utilisateurs de SIRS, enfin de concilier les activités d'observation et d'intervention du chercheur impliqué dans le domaine de l'aide à la décision en aménagement du territoire. Ce souci s'exprime implicitement au travers de la remarque suivante et faite par Bécholey et al (1998) : « Ces technologies [d'aide à la décision en aménagement du territoire] leur [ou les décideurs] permettent en effet d'appréhender les conséquences concrètes de leurs

décisions dès le stade initial des projets, que ce soit par la visualisation et la perception des différentes variantes du projet, voire même par le jeu des interactions homme-machine favorisant l'implication des décideurs dans l'élaboration des variantes ».

Dans un premier temps, il est nécessaire de mieux positionner les SIRS par rapport aux activités de l'aménagement du territoire qui concerne un éventail très varié de besoins. Pour cela, il s'agit d'étudier les principales définitions et typologies associées aux SIRS et notions associées pour suggérer une typologie qui prépare à une meilleure appréhension de la pratique des SIRS.

1.2 Définitions et typologies des SIRS et notions associées

La littérature relative aux technologies de l'information géographique propose une gamme variée de définitions plus ou moins complémentaires, plus ou moins partielles au regard des différentes dimensions de la géomatique qui se caractérise par une forte pluridisciplinarité. Nous présentons certaines de ces définitions dans le but de proposer une définition qui expliciterait cette pluridisciplinarité (§ 1.3).

Ainsi, d'après l'Office de la langue française du Québec, un Système d'Information à Référence Spatiale (SIRS) est un système d'information portant sur des données spatiales tandis qu'un Système d'Information Géographique (SIG) est un ensemble de procédés de saisie, de codification, de stockage, d'analyse et de récupération d'informations. La signification de la notion de SIG apparaît en effet essentiellement fonctionnaliste : Huxhold et al (1995) définissent un SIG comme « un ensemble de technologies informationnelles, de données et procédures pour la collecte, le stockage, la manipulation, l'analyse et la présentation de cartes et d'information descriptive sur les objets qui peuvent être représentés sur une carte ».

Cependant, en entérinant le caractère générique de la notion de SIRS qui concerne alors autant les Systèmes d'Information Territoriaux (SIT) que les SIG, Bédard (1989) confère à ces derniers une signification utilitariste. De Sède et al (1996) confirment cette association en

rattachant les SIG aux activités de conception des plans directeurs d'aménagement, des plans de transport, d'évaluation foncière,... et les SIT à celles de gestion des réseaux de distribution, de construction des infrastructures, de gestion du cadastre,...

Turk (1990) propose une typologie des systèmes d'information (figure 1.1) selon une triple distinction :

- La **dimension spatiale** permet de distinguer les systèmes à référence spatiale des autres systèmes,
- La **dimension fonctionnelle** permet de distinguer les systèmes orientés vers l'automatisation des activités de production cartographique, des systèmes de manipulation de l'information géographique en termes de saisie/restitution et de traitement,
- Enfin, la **dimension utilitariste** permet de distinguer les systèmes fournissant des données descriptives et brutes (les SIT), des systèmes proposant des traitements qui génèrent du sens (les autres SIG).

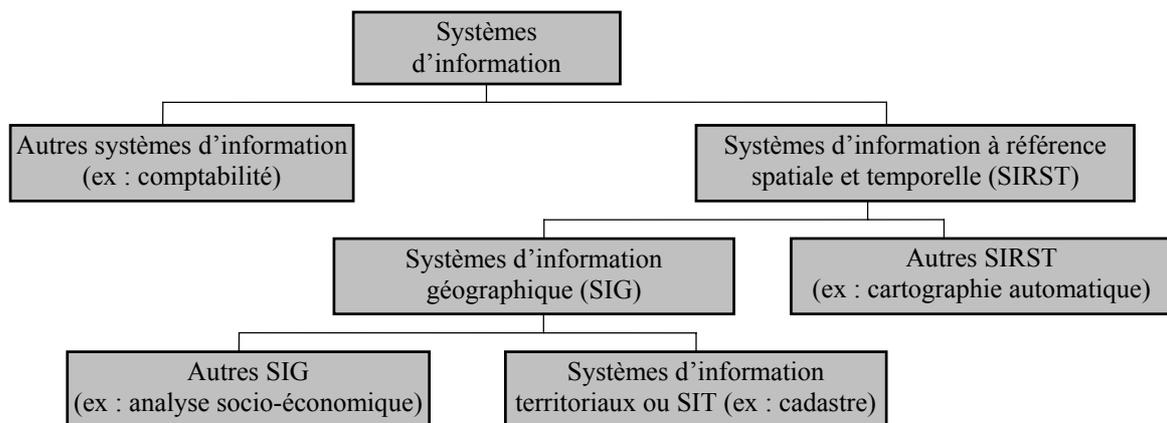


Figure 1.1 : Classification des systèmes d'information (d'après Turk (1990) traduction libre)

Joerin (1998) confirme l'intérêt de cette dernière distinction en indiquant que « les SIT concernent plutôt le traitement administratif des données d'échelle cadastrale alors que les SIG visent l'étude synthétique des milieux et des activités distribuées sur le territoire ».

Quant à Gayte et al (1997), ils notent que « la structure d'un système de gestion du territoire nous amène à considérer deux types de systèmes d'information environnementaux (SIE) : « Les

premiers sont destinés à assurer l'interface entre le territoire et les opérateurs. Ceux-ci ont besoin de données quantifiées, indicatrices de l'état ou de l'évolution de thèmes simples et dynamiques. Cette connaissance permet, au minimum, d'interpréter rapidement des actions en fonction de la politique décidée par le gestionnaire. Les systèmes de ce type sont généralement connus sous le terme « **d'applications de gestion** ». Les traitements se limitent généralement à des requêtes simples, bien définies a priori, car correspondant à des besoins identifiés de la part de l'utilisateur. En dehors des tâches d'observation, cette catégorie de systèmes est donc en grande partie informatisable. Les systèmes informatiques qui en découlent sont destinés à être utilisés de manière routinière car la mise à jour des données doit être permanente et les traitements réalisés de manière périodique... Le deuxième groupe de SIE correspond à l'interface entre le territoire et le gestionnaire. Les thèmes analysés sont plus complexes et moins dynamiques. Leur analyse nécessite non seulement un recueil et une gestion des données mais également un instrument d'étude et de compréhension d'un thème donné. L'informatique apporte sa capacité de gestion et de synthèse des données mais surtout ses possibilités d'analyse (spatiales, statistiques,...). Les produits informatiques développés dans ce cadre sont essentiellement des outils d'analyse, l'interface homme-machine n'a que peu d'importance, pas plus que la pérennité des données. Il s'agit d'applications jetables, car utilisées uniquement dans le but de répondre à certaines questions, dans le cadre d'une étude à durée limitée. L'informatique n'est là que pour seconder l'expert ... il s'agit « **d'applications d'aide à la décision et d'aménagement** ». Elles diffèrent essentiellement des précédentes par des thématiques plus fondamentales et une demande moins directe de la part des gestionnaires. »

Les travaux de Roche, S. (1997) nous permettent de préciser les différentes activités auxquelles peuvent « participer » les SIRS :

- « La gestion et la mise à jour de différents types d'information géographique » : notamment les données environnementales comme la caractérisation des espaces fauniques et floristiques ou des sources potentielles de pollution.
- « La gestion et l'entretien des réseaux techniques » : par exemple, les réseaux d'eaux usées et pluviales doivent être gérés avec soin lors des épisodes d'orage pour éviter une trop forte pollution localisée à leurs émissaires,

- « La gestion des procédures d'application du droit des sols ou des règlements d'urbanisme » : par exemple, l'instruction des permis de construire, les renseignements sur le cadastre, les vérifications de conformité des rejets d'eaux usées vis-à-vis de la réglementation environnementale,
- « Les activités de projet et d'étude d'aménagement » : révision de SDAU, conception de Schémas d'aménagement et de gestion des eaux, de Plan de Prévention des Risques,...

Si les trois premiers usages font plutôt référence à un SIT, le dernier est caractéristique d'un Système d'Information et d'Aide à la Décision à Référence Spatiale (SIADRS) qui se définit comme un SIG couplé à des procédures et fonctions de « modélisation de scénarios et de simulation d'interventions sur le territoire afin d'alimenter le processus de prise de décision » (Roy, 1999). Pour Avery (1996), un SIADRS est « un ensemble d'outils et de méthodes organisés de manière cohérente en fonction de la démarche de planification des utilisateurs, pouvant inclure, en totalité ou en partie, les fonctionnalités des SIG, des systèmes experts ou de tout autre système ». Enfin Densham (1991) explicite le rôle des SIAD (RS) : « ils sont conçus pour résoudre les problèmes non structurés... ; ils possèdent une interface à la fois puissante et facile d'utilisation ; ils sont capables de combiner des modèles analytiques et des données de manière flexible ; ils aident à explorer des options ; ils supportent une variété de style [cognitif] de décision... ».

Si cette distinction entre application de gestion et application d'aide à la décision nous paraît essentielle, nous sommes amenés à considérer un autre rôle pour les systèmes d'information à référence spatiale : les « **applications d'aide à la négociation** » qui trouvent leur pertinence au sein des processus de négociation dans la mesure où elles favorisent une conscientisation des différences de perceptions, valeurs et intérêts des acteurs, cette conscientisation étant nécessaire à l'émergence d'un accord collectif à partir d'une réorganisation et d'une transformation progressives, plus ou moins chaotiques des préférences individuelles. Ce type d'application SIG pourrait être qualifié de Système d'Information et de Support à l'Argumentation à Référence Spatiale (SISARS).

1.3 Proposition d'une typologie des SIRS et notions associées

L'ambiguïté de la signification des notions abordées peut en partie s'expliquer par le rôle que les différents utilisateurs potentiels se donnent et confèrent à un SIRS. Ainsi, Roche, S. (1997) démontre que dans une organisation municipale :

- Les SIRS sont perçus, **par les techniciens**, comme des outils de gestion des données spatiales et surtout comme des outils de dessin et de cartographie parce que les tâches de ces techniciens concernent souvent la construction et l'implantation d'infrastructures matérielles. De ce fait, ces techniciens recherchent une information géographique de type analytique et dont la qualité est fonction de sa précision.
- Les SIRS sont perçus, **par les aménagistes**, comme des outils de conception d'information multi-thèmes et de représentation des dynamiques socio-spatiales parce que ces aménagistes développent plutôt des activités de réflexion plus théorique sur l'espace, ses fonctions et les dynamiques socio-spatiales associées. Par conséquent, ces aménagistes attendent d'une information géographique qu'elle soit de type systémique.
- Les SIRS sont perçus, **par les élus**, comme des outils de communication et de justification de la décision parce que ces élus jouent un rôle essentiellement politique de réglementation et de développement des usages territoriaux. C'est pourquoi ces élus exigent de l'information qu'elle soit fiable et objective.

Afin de clarifier les notions existantes (SIRS, SIG -logiciel et applications-, SIT, SIADRS et SIE) et suggérée (SISARS), nous proposons les définitions suivantes (figure 1.2) :

- Un **SIRS** est un terme générique qui désigne l'ensemble des procédures et règles destinées à structurer les activités de conception et d'utilisation de l'information géographique : ils intègrent des méthodes conceptuelles et des pratiques développées dans plusieurs disciplines connexes comme la statistique, la cartographie, l'informatique, les sciences de la communication, l'aménagement du territoire, le génie de l'environnement, les sciences de la décision, l'économie,... Ces activités concernent la formulation des perceptions, valeurs et

intérêts des utilisateurs, la formalisation des objectifs, la modélisation des bases de données et des procédures de traitement de ces données, le design cartographique et l'utilisation des outils informatiques. Une telle définition permet de mettre en évidence la complexité des activités de manipulation et de production de l'information géographique et notamment l'ensemble des considérations qui n'interviennent pas explicitement dans la phase d'implémentation, mais conditionnent fortement la réussite d'un projet SIRS.

- Un **SIG** est une plate-forme informatique (par exemple, les logiciels Arc-Info, Map-Info, Idrisi,...) qui regroupe un ensemble de fonctionnalités ci-avant présentées : soit un ensemble de procédés de saisie, de codification, de stockage, d'analyse et de récupération d'informations. Autrement dit, on retient sa signification commerciale.

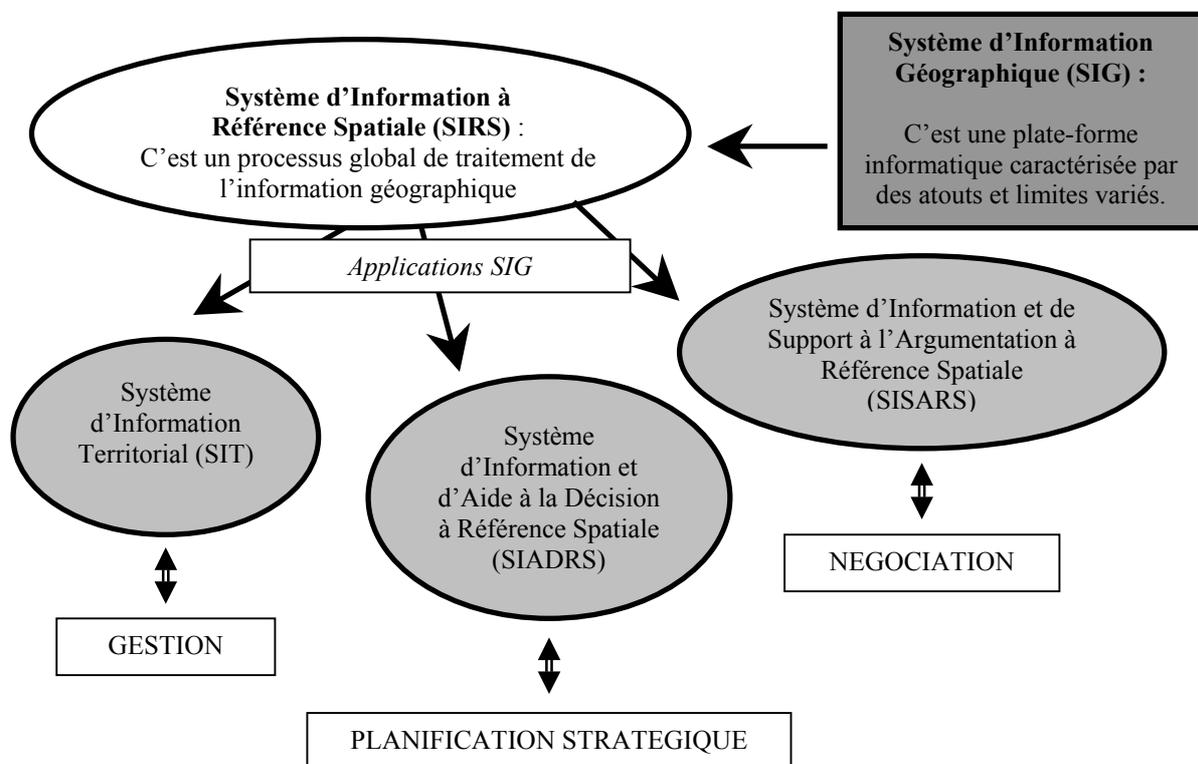


Figure 1.2 : Typologie des SIRS et notions associées

- La dimension utilitariste des activités inhérentes à la notion de SIRS se concrétise au travers du produit ou résultat attendu et faisant l'objet de la typologie suivante. On pourrait alors parler **d'applications SIG** :

- Les activités de gestion peuvent être supportées par un **système d'information territorial (SIT)**,
 - Les activités de planification stratégique peuvent être supportées par un **système d'information et d'aide à la décision à référence spatiale (SIADRS)**,
 - Les activités de négociation peuvent être supportées par un **système d'information et de support à l'argumentation à référence spatiale (SISARS)**.
- Enfin un **Système d'Information Environnementale (SIE)** peut prendre la forme d'un ou plusieurs des systèmes d'information évoqués ci-dessus selon le contexte décisionnel. Notons qu'un SIE peut être aussi composé de bases de données non spatialisées.

Il est nécessaire d'insister sur le fait que cette typologie est essentiellement destinée à fournir des repères permettant de mieux appréhender les tenants et aboutissants d'un projet SIRS. Autrement dit les besoins exprimés par les utilisateurs peuvent être mixtes et de ce fait ne pas correspondre à un SIT, un SIADRS ou un SISARS dans son sens restrictif.

Cette typologie ne serait pas complète sans sa confrontation avec les autres types d'outils d'aide à la décision, confrontation de laquelle peuvent émerger d'ailleurs des complémentarités fructueuses sous la forme de couplage :

- Les **modèles de simulation physique** tentent de reproduire des phénomènes naturels selon des lois connues et reconnues (par exemple, les modèles de comportement hydrodynamique). Comme nous le verrons plus loin, l'objectivité des résultats obtenus permet d'utiliser ces derniers comme des données que l'on peut introduire dans un SIT. Un exemple concret est proposé par Bel Hadj Kacem et al (1998) qui traite d'un couplage entre un SIG et une simulation numérique du ruissellement des eaux de surface par éléments finis.
- Les **modèles d'optimisation socio-économique** proposent une analyse « compréhensive » d'un phénomène complexe par l'optimisation d'une ou plusieurs fonctions-objectifs qui témoignent de la recherche d'arbitrages entre des contraintes objectives et les intentions du décideur (par exemple, les modèles de localisation-affectation (Love et al, 1988) utilisés

pour localiser une entité spatiale « offre » -hôpital, station de pompiers, station d'épuration- de telle sorte que les coûts de transport soient minimisés et la demande, maximisée). De tels modèles, couplés à un SIG, (pour former une application SIG) correspondent à la famille des SIADRS. Un exemple concret est produit par Erkut et al (1995) qui développent des fonctions d'optimisation des coûts et des risques environnementaux adaptées au transport routier de matière dangereuse. Un autre exemple concret pourrait s'inspirer de Mahony (1991) qui évalue la faisabilité de diverses options de gestion collective des déchets industriels issus d'établissements de traitement de surface implantés dans les Etats de Nouvelle-Angleterre, USA (cependant cet auteur n'a pas couplé son modèle avec un SIG).

- Un cas particulier de modèles d'optimisation concerne les **méthodes multi-attributs** ou multi-critères à agrégation totale (Vincke, 1989, Saaty, 1984) qui remplacent certaines variables objectives par des utilités (soit des mesures de la préférence du décideur vis-à-vis d'un attribut). Un exemple concret concerne celui de MacDonald (1996) qui conçoit un outil d'aide à la planification territoriale des déchets solides.
- D'autres **méthodes d'analyse multi-critères (à agrégation partielle)** s'appuient sur le concept de surclassement qui obéit aux principes d'incomparabilité et d'intransitivité (Roy, 1974). Elles permettent de combiner des préférences plus ou moins contradictoires, plus ou moins fluctuantes, des préférences qu'il est difficile d'estimer numériquement sous la forme d'un coût ou d'une utilité. Couplées à un SIG (pour former une application SIG), elles s'apparentent à un SIADRS ou à un SISARS suivant les règles d'utilisation retenues, règles elles-mêmes déterminées par le type de processus décisionnel (planification stratégique ou négociation). Maystre et al (1994) et Maystre et al (1999) présentent quelques applications des méthodes Electre en gestion de l'environnement. Laaribi et al (1996) présentent une typologie argumentée des méthodes d'analyse multi-critères que l'on peut coupler avec un SIG (notons que ces auteurs donnent un sens volontairement plus global à la notion d'analyse multi-critères en y intégrant les méthodes discrètes -comme le multi-attributs et le surclassement- et les méthodes continues -comme le multi-objectifs-). Un exemple concret est explicité par Martin et al (1999) qui utilisent la méthode PROMETHEE couplée à un SIG et à la méthode d'analyse en composantes principales

GAIA, l'objectif étant d'aider au choix d'une stratégie de planification territoriale de la plaine alluviale de la rivière St-Charles, Québec, Canada.

- L'approche des **systèmes multi-agents** (SMA) cherche à modéliser le comportement des décideurs (ou agents autonomes) qui interagissent dans la prise de décision collective de telle sorte que cette dernière émerge du processus d'interactions (Ferber, 1995). Couplé avec un SIG (pour former une application SIG) et sans doute avec une méthode d'analyse des préférences individuelles (comme les précédentes méthodes), une telle approche est conforme à la notion de SISARS. Un exemple concret est donné par Ferrand (1996) qui propose de résoudre les problèmes d'optimisation spatiale du tracé d'infrastructures linéaires en tenant compte des critères de sensibilités environnementales et des contraintes structurales : SMAALA (Système Multi-Agents d'Aide à la Localisation d'Aménagements) réalise, entre autre, une analyse multi-critères des corridors potentiels en les considérant comme des lignes électriques régulièrement parcourues de pylônes ; ces pylônes sont les agents réactifs qui peuvent se déplacer en fonction de leur perception des considérations environnementales et de la position géographique des autres pylônes. Ferrand et al (1998) proposent un autre exemple : un système pour l'aide à la négociation de projets en aménagement du territoire avec une architecture multi-agents. Si le premier exemple concerne des agents inanimés, le second exemple tente une modélisation des comportements d'agents humains (les décideurs). L'approche des SMA acquiert un intérêt grandissant dans les problématiques territoriales (Dumolard, 1999).

Dans ce qui suit, sont présentées des applications d'aide à la décision relatives à certaines problématiques environnementales.

1.4 Applications de la typologie aux questions environnementales

En guise d'illustration de la typologie proposée, nous nous inspirons de la taxonomie de Beroggi (1996) et initialement relatives aux activités de gestion des risques environnementaux. Cette taxonomie décompose ces activités en quatre champs : le contrôle opérationnel, la gestion des urgences, la planification de prévention et la planification de

politiques. Pour chacun de ces quatre champs, nous pouvons définir les besoins informationnels.

1.4.1 Les activités de contrôle opérationnel

Ces activités qui concernent le contrôle automatique et semi-automatique des risques associés à des phénomènes naturels ou technologiques, « exigent une quantité importante de données [quantitatives], la mise en œuvre de procédures plus ou moins automatisées de contrôle et de mécanismes de communication très efficaces [en terme de temps de réponse et d'ergonomie cognitive] » (Beroggi, 1996). Les interactions homme-machine sont volontairement réduites à leur minimum afin d'éviter les erreurs humaines.

Dans cette perspective, l'utilité d'un SIT, essentiellement constitué d'un système performant de gestion de bases de données à référence spatiale (SGBDRS) et éventuellement couplé à un système de capteurs de mesure en temps réel, s'exprime par les aptitudes suivantes :

- Capacités de stockage d'un système de base de données,
- Capacités de traitement topologique des objets spatialisés (Nyerges, 1993),
- Possibilités de programmation d'algorithmes de restitution et de calculs simples,
- Possibilités de visualisation synoptique et multi-scalaire via la production de cartographique,
- Possibilités de réponse à des questions ciblées (du type *what if*) : où se trouvent les objets possédant tel attribut ? Quels sont les attributs de tel objet géographiquement déterminé ? (Webster, 1993).

L'estimation des risques techniques est importante : c'est elle qui amènera l'opérateur technique à décider de passer d'une phase de contrôle opérationnelle à une phase de gestion des urgences d'où la nécessité de choisir des indicateurs particulièrement pertinents.

Un exemple typique est donné par les systèmes de surveillance des réseaux comme le projet de conception d'une application SIG de la Communauté Urbaine de Montréal (CUM) destinée à faciliter la gestion quantitative et qualitative des eaux usées en temps d'orage : la station

d'épuration ne pouvant traiter la totalité du débit de pointe en temps d'orage, il s'agit de dévier une partie de ce débit vers des émissaires « sauvages ». Pour cela, cet outil fournirait des informations permettant de choisir les émissaires les plus éloignés des zones sensibles de l'écosystème aquatique. Il serait essentiellement constitué de bases de données caractérisant le milieu biophysique aquatique, ses usages fonctionnels et récréatifs, ainsi que les sensibilités associées, d'un modèle hydrodynamique « en temps réel » permettant d'anticiper le comportement du réseau d'assainissement en temps d'orage. Actuellement, ces bases de données ont été saisies et un système automatique de capteurs de débit et de fermeture de vannes permet de contrôler les débits en temps d'orage d'un point de vue quantitatif : il s'agirait de coupler ces bases de données avec ce dernier système (sans ignorer les problèmes d'automatisation).

1.4.2 Les activités de gestion des urgences

Ces activités qui englobent la gestion des opérations et des crises, concernent les situations imprévisibles qui contraignent les décideurs à improviser leurs réponses. « Les décisions doivent être prises rapidement et en contexte de forte incertitude ... Bien qu'il soit possible, dans une certaine mesure de « pré-structurer » le processus décisionnel, les décideurs doivent toujours être préparés à modifier les actions à cause d'un changement soudain » (Beroggi, 1996). La tâche du système d'information est alors de réduire au maximum l'incertitude sur les choix des décideurs en fournissant rapidement des données essentiellement exactes et complètes (autrement dit le système d'information est supposé entaché d'incertitudes minimisées et supposées non significatives).

Dans cette perspective, un SIT est utile car :

- Il possède les qualités déjà exposées ci-dessus (notamment il peut fournir une « image » synoptique et répondre à des questions ciblées, au bon moment),
- Il peut être couplé avec un modèle qui propose des options optimisées de réponse (Webster, 1994),

Un exemple typique est donné par Gray (1987) : il s'agit de l'aide, « en temps réel » et à court terme, relative à la définition de trajets de transport de matières dangereuses ; d'une part, le système satellitaire permet de fournir, au décideur, des informations relatives à la localisation du véhicule et des zones dangereuses du réseau routier, ainsi qu'au développement (en direction et intensité) du phénomène dommageable (tempête de neige, accident de la route,...) ; d'autre part, un modèle d'aide à la décision (type localisation-affection) produit une évaluation des risques techniques associés aux trajets optionnels proposés aux décideurs.

Un autre exemple consisterait à développer un SIT (soit une application SIG) composé d'un SIG et d'un modèle du comportement hydrodynamique spatialisé du réseau d'assainissement afin de connaître le cheminement probable d'un déversement accidentel et ainsi de déclencher une procédure d'atténuation des impacts au moment et lieu opportuns (fermeture d'une vanne, déviation temporaire du flux de rejets,...).

1.4.3 Les activités de planification de prévention

Ces activités qui concernent la conception de prévention et la décision multi-experts, correspondent à celles d'inventaire, d'analyse de l'état des lieux et de simulation des impacts des solutions potentielles : par exemple, concernant le choix d'un site d'enfouissement de matières dangereuses à l'aide d'applications SIG, Douglas (1995) évoque les besoins en « données historiques » relatives à l'environnement physique (géomorphologie, hydrogéologie, pédologie, modèle numérique de terrain,...), en résultats d'analyses chimiques (en laboratoire et in-situ), en information complémentaire (échantillonnage et sondage, directement, sur le terrain et, indirectement, par traitement des photographies aériennes ou des images satellite). Ces activités incluent aussi l'évaluation des modifications du système industriel et de son environnement, ainsi que la planification et la conception des scénarios préférentiels. Elles ciblent plutôt le long terme. Et, dans cette perspective, outre les apports présentés précédemment, un SIADRS :

- Permet de visualiser les conséquences spatialisées des préférences agrégées et l'estimation globale des scénarios en terme d'impact sur l'environnement et de risques techniques,

- Produit un « cadre intégratif pour les analyses multidisciplinaires » (Nijkamp, 1983),
- Fournit des fonctions génériques d'analyse spatiale qui permettent d'identifier les dynamiques socio-spatiales,
- Peut être couplé à une méthode d'aide à la décision (analyse multi-attributs, arbre de défaillance,...) qui intègrent les points de vue des décideurs.

Les besoins des activités de planification de prévention renvoient à la notion de « SIG intelligent » (Birkin et al, 1996) : soit des systèmes qui produisent de « l'intelligence » dans le sens de connaissance. Cet auteur étudie l'exemple de la gestion des eaux usées du Yorkshire (Grande-Bretagne) qui se jettent dans la Mer du Nord. Une option correspond à l'épandage des boues sur des sols agricoles. La décision à prendre est contrainte par la réglementation sur la protection de l'environnement (notamment sur les concentrations-seuil des métaux lourds). Il s'agit de répertorier les stations d'épuration existantes (localisation géographique, capacités de traitement, profil de toxicité des rejets) et d'identifier les parcelles susceptibles de recevoir les déchets traités, parcelles pour lesquelles on prévoit des dommages juridiquement acceptables : pour cela, on exclut les zones inaptes (villes, parcs,...) grâce aux techniques géomatiques de superposition de couches. Ensuite, il faut effectuer la répartition géographique des déchets en utilisant un modèle de programmation mathématique qui minimise les coûts de transport de la station d'épuration vers la parcelle réceptrice.

Un exemple fourni par Monmonier (1998) est particulièrement intéressant : pour choisir un site d'élimination de déchets de faible intensité radioactive, l'Etat de New-York a monté un processus décisionnel type « *top-down* » dirigé par une Commission ad hoc qui accordait le pouvoir final de décision aux instances hiérarchiquement supérieures. Ce processus était supporté par une application SIG issue du couplage entre un SIG à une méthode multi-attributs. Cet outil permettait de prendre en compte les dommages potentiels en définissant des critères de contrainte (distance du site par rapport aux nappes aquifères, densité de population, vulnérabilité sismique, conditions climatiques, distance du site par rapport aux zones protégées,...). Pour l'auteur, ce processus a abouti sur un échec parce que la configuration du SIRS « était vraisemblablement la principale raison pour laquelle la Commission a adopté un processus hiérarchique... » ; le processus de sélection du site était

considéré par cette Commission comme « un processus [qui] représente une approche objective et technique ». En effet, la nature technocratique de la conception de ce SIRS qui a exigé sans aucun doute une planification substantielle, n'a pas permis de tenir compte du contexte effectif de prise de décision : par souci d'objectivité, la Commission s'est concentrée sur les risques techniques en omettant l'importance des risques perçus, ambigus et incertains, essentiels pour intégrer réellement tous les acteurs dans le processus décisionnel. Malgré les qualités de visualisation d'un SIG, l'ensemble du traitement de l'information était une « boîte noire » qui n'a pas permis l'appropriation des enjeux par le public si bien que ce dernier a empêché la prise de décision. Cet exemple montre que la conception d'un SIRS ne fournit pas une garantie de réussite si elle ne tient pas compte des comportements contradictoires des différents acteurs. On peut d'ailleurs se demander dans quelle mesure les exigences liées à la conception du SIRS n'ont pas servi de prétexte dans le choix du type de processus décisionnel : cette problématique environnementale, politiquement très délicate à résoudre, s'accompagna sans doute d'une certaine hésitation dans le choix entre un processus de type planification stratégique (plus facile à contrôler) et un processus de négociation (plus démocratique).

Un dernier exemple qui est traité dans le cadre de cette thèse (chapitre 7), consiste à développer un SIADRS destiné à effectuer une analyse globale de la faisabilité de la gestion collective des rejets industriels en caractérisant certaines dimensions du territoire intervenant dans le choix éventuel de parcelles d'accueil d'une station d'épuration industrielle collective et de regroupements d'établissements industriels.

1.4.4 Les activités de planification de politiques

Ces activités dans lesquelles sont incluses la décision multi-critères et la négociation (ainsi que la combinaison de ceux-ci), doivent gérer un très haut degré d'incertitude et parfois d'ambiguïté. Elles aboutissent à des choix de société sur le très long terme (par exemple, le développement d'un système énergétique national, la promotion du transport ferroviaire des matières dangereuses,...). Elles concernent des acteurs aux perceptions, valeurs et intérêts variés. Selon la structure décisionnelle, il est envisageable de développer un SIADRS (lorsqu'un seul décideur est amené à tenir compte de l'influence des acteurs externes au

processus décisionnel) ou un SISARS (lorsque plusieurs décideurs aux points de vue différents ont la charge de décider collectivement).

Dans une perspective de négociation, outre les qualités précédemment explicitées, un SISARS possède les atouts suivants :

- Il permet de visualiser les conséquences spatialisées des choix préférentiels et l'estimation globale des scénarios en terme d'impact sur l'environnement et de risques techniques *et* perçus,
- Il peut être couplé à une méthode d'aide à la décision (analyse multi-critères) qui formalisent les différentes « visions » des acteurs,
- Son utilisation cohérente permet de mettre en valeur les antagonismes de points de vues sans pour autant devoir les interdire ou les résorber,
- Sa flexibilité autorise une démarche interactive, réversible et « expérientielle » pourvu que les bases de données ne soient pas trop imposantes.

En guise d'exemple, Martin et al (1999) utilisent un SIG et la méthode d'analyse multi-critères Prométhée couplée à la méthode d'analyse en composantes principales Gaïa. L'objectif est d'aider au choix d'une stratégie de planification territoriale de la plaine alluviale de la rivière St-Charles dans une perspective de protection de l'environnement. Prométhée agrège la performance des scénarios selon le pouvoir de décision des acteurs à l'aide d'une pondération adéquate. GAIA produit « une projection de la performance des scénarios, d'un espace à n dimensions représentant les n critères, sur un plan en préservant le maximum d'information exprimant la décision ». Les auteurs émettent des « pré-conditions » sur les règles du jeu, pré-conditions qui précisent la place de l'outil d'aide à la décision (« la volonté de négocier..., la reconnaissance de l'importance de décider sur une base multi-critères, la confiance vis-à-vis de l'outil d'aide à la décision, le sens de l'équité et [le rôle du] médiateur »). Par ailleurs les auteurs indiquent que « le SIG simplifie l'accès à l'information disponible, la représentation de l'information, l'intégration de nouvelle information, la mise à jour des données, le partage de l'information disponible... [et] finalement l'insertion des cartes écologiques dans la prise en compte des contraintes et potentialités écologiques ». Mais le plus intéressant est l'approche prévisionnelle retenue : il ne s'agit plus de prévoir et d'estimer

les dommages éventuels sur l'environnement, mais de prévoir et d'estimer les préférences futures qui émergent progressivement au fil des analyses comparatives des options d'aménagement et grâce aux qualités de synthèse des produits cartographiques ; ces préférences, par définition subjectives, sont développées à partir de critères notamment environnementaux (qualité du paysage, qualité de l'eau, pression sur les ressources en eau, protection des rivières, ...).

Un autre exemple qui pourrait faire l'objet d'une activité de planification des politiques, est celui développé par Saltzberg et al (1985) et Boisvert (1997) : ces auteurs mettent de l'avant les vertus économiques et environnementales de la gestion collective des effluents issus des établissements de traitement de surface. La mise en application de cette idée passe par la mise en œuvre d'un processus décisionnel de coopération entre les établissements de traitement de surface, les pouvoirs publics et les groupes communautaires. Un SIG serait très utile notamment grâce à ses aptitudes à fournir une information spatialisée à différentes échelles géographiques. En effet, un représentant gouvernemental, un élu municipal, un environnementaliste, un entrepreneur et un résident seront vraisemblablement concernés par des impacts sur des espaces territoriaux de différentes dimensions (respectivement, la nation, la municipalité, l'écosystème, la zone d'influence autour de l'entreprise, le voisinage de la station d'épuration industrielle). L'étude du développement et de l'utilisation d'un SIRS dans un tel contexte de négociation coopérative est un objet de cette thèse (chapitre 9).

Les différentes illustrations présentées ci-avant montrent qu'un SIRS n'intervient pas de la même manière selon la problématique environnementale à résoudre. Sa configuration et son positionnement dans le processus décisionnel dépendent de nombreux facteurs : le contexte décisionnel, les besoins informationnels, le mandat des utilisateurs, les environnements socio-économique et naturel, la gestion du temps, les moyens technologiques et financiers,...

1.5 Plan de thèse

L'objectif de cette thèse est d'explorer les potentialités informationnelles des SIRS en faisant le tour de la question définie par l'hypothèse de base suivante : « **l'optimisation de la**

pratique d'un SIRS passe par une prise en compte explicite et formalisée des rapports entre, d'une part, les modalités de traitement de l'information et, d'autre part, les modalités du processus décisionnel concerné ». Ces rapports se définissent au travers de l'identification et de la gestion de l'ambiguïté et de l'incertitude, deux concepts qui forment le noyau principal du cadre conceptuel relatif à la pratique des SIRS.

Cette thèse est composée d'une partie A destinée à asseoir le cadre conceptuel relatif à la pratique des SIRS, d'une partie B présentant des applications SIG en assainissement industriel, enfin d'une partie C qui conclut en vérifiant la pertinence des hypothèses et du guide d'aide à la pratique des SIRS, ainsi qu'en précisant les avenues de recherche.

A la suite des constats du chapitre 1 et afin d'éviter que le concepteur et l'utilisateur de SIRS ne portent leur attention exclusivement sur la problématique environnementale au risque d'oublier les conditions informationnelles et décisionnelles intervenant dans la réussite d'un projet SIRS, la partie A est destinée à l'étude de deux concepts déterminant les rapports entre information et décision : l'incertitude et l'ambiguïté pour lesquelles sont établies une définition et une typologie (§ 2). Puis, en parallèle, ces concepts sont mis en contexte : d'une part, en rapport avec la nature du processus de traitement de l'information intimement lié au processus décisionnel (§ 3). Ce dernier dont la typologie met en évidence trois principales approches décisionnelles (la gestion, la planification stratégique et la négociation), est analysé sur les plans ontologique, épistémologique, méthodologique et comportementale, ainsi qu'en terme de flexibilité. D'autre part, en rapport avec la qualité de l'information (§ 4) qui se décline selon cinq principaux attributs « bi-polaires » : l'exactitude versus le réalisme, la complétude versus l'interprétation, la cohérence versus la dialectique, l'opportunité versus la projection et l'intelligibilité versus l'originalité.

La conjugaison de ces deux angles d'approche permet de développer un guide sur la pratique des SIRS (§ 5) qui se compose d'outil d'appréhension du contexte informationnel et décisionnel et d'une grille d'analyse des besoins en qualité de l'information selon le type de processus décisionnel.

Afin de vérifier la pertinence des hypothèses et celle du guide d'aide à la pratique des SIRS, la partie B développe des applications SIG relatives à des problématiques en assainissement industriel.

Dans un premier temps, différentes démarches de gestion des rejets industriels sont abordées (§ 6) : approche réglementaire, traitement individuel in situ et organisation collective et territoriale.

Puis des études de cas sont approfondies : dans un premier temps, le processus de gestion des rejets industriels sur le territoire de la Communauté Urbaine de Montréal est évoqué en présentant l'existant et en proposant une procédure améliorée basée sur un SIT (§ 7).

Ensuite un processus de planification stratégique en gestion collective des rejets issus des établissements de traitement de surface (ETS) implantés sur le territoire de la Communauté Urbaine de Montréal, Province du Québec, Canada, est explicité (§ 8). Un SIADRS est développé à cet effet : ce système produit différentes simulations à partir de stratégies combinant quatre dimensions territoriales principales (la propension des ETS pour une gestion collective de leurs rejets, la capacité d'accueil du territoire, les coûts liés au transport, la vulnérabilité du territoire vis-à-vis d'un déversement polluant éventuel).

Puis un processus de négociation coopérative sur un programme de gestion intégrée des rejets issus des établissements du travail des métaux implantés dans le bassin versant de l'Ondaine, Département de la Loire, France, est développé (§ 9). Un SISARS est conçu pour aider les décideurs à mieux appréhender leurs propres préférences et celles des autres, à progresser vers un consensus par l'articulation des préférences individuelles : il s'inspire des principes d'un jeu de rôle et est constitué d'un modèle opératoire (incluant un couplage entre un SIG et une méthode d'analyse multi-critères), d'une série de règles (négociation, procédure, aménagement, évolution, technique), d'options initiales de gestion des rejets et de critères d'évaluation de ces options.

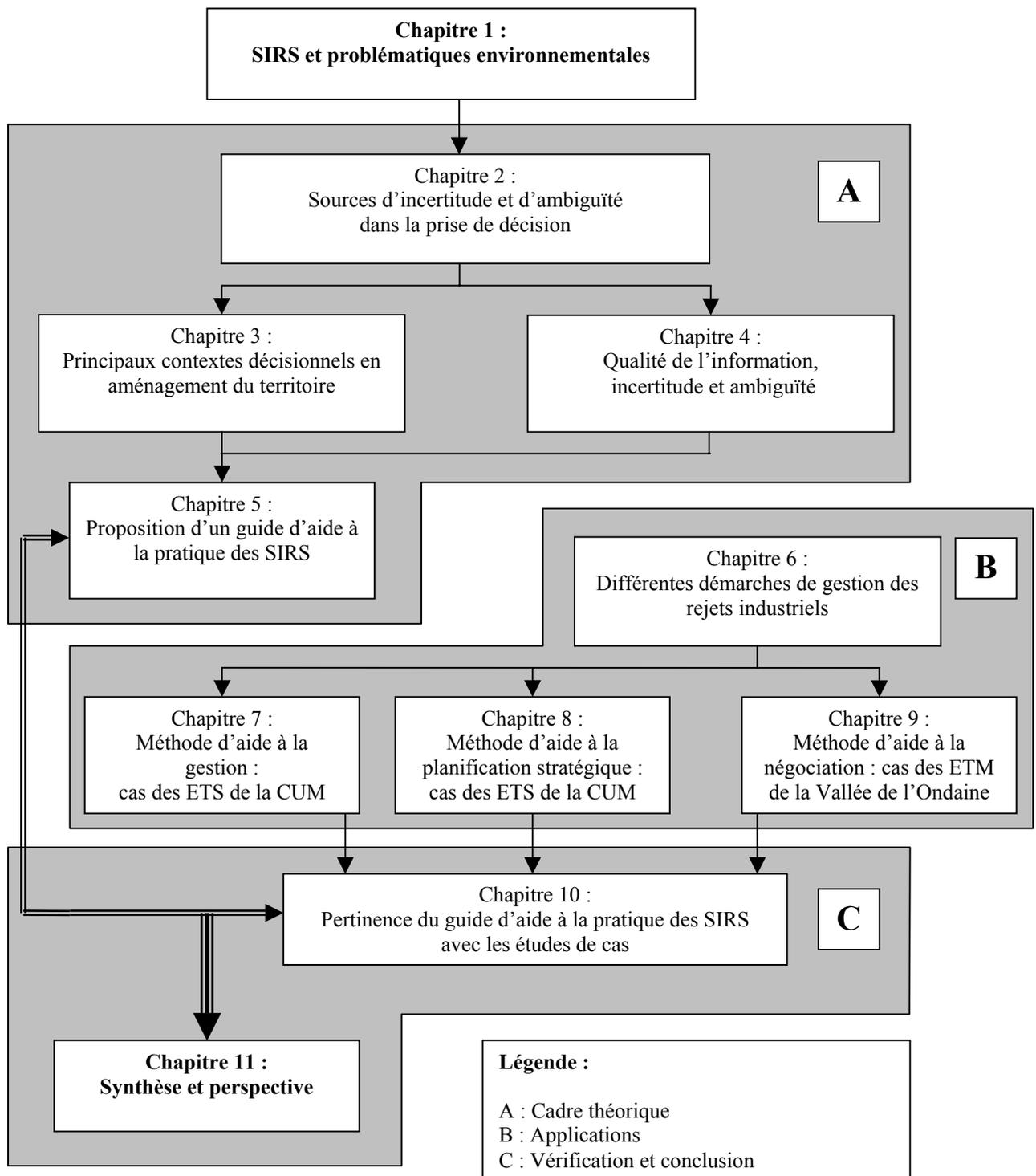


Figure 1.3 : Démarche de thèse

Enfin, en partie C, une analyse critique est effectuée afin de déterminer le degré de pertinence du guide d'aide à la pratique des SIRS (élaboré en partie A) avec les études de cas (§ 10). Puis le dernier chapitre (§ 11) est destiné à fournir une synthèse sur la démarche proposée et des perspectives de développement futur.

La figure 1.3 résume la démarche de thèse.

PARTIE A : Cadre conceptuel relatif à la pratique des SIRS

Chapitre 2 :

Sources d'incertitude et d'ambiguïté dans les processus décisionnels

Afin de clarifier les rapports entre pratiques des Systèmes d'Information à Référence Spatiale (SIRS) et contextes décisionnels (essentiellement gestion, planification stratégique et négociation), deux concepts intervenant à divers degrés dans la conduite de processus décisionnels en aménagement du territoire sont caractérisés : l'incertitude (§ 2.1) et l'ambiguïté (§ 2.2).

L'incertitude se définit comme la résultante d'un clivage entre l'information requise et l'information existante tandis que l'ambiguïté correspond à la résultante d'une hésitation entre des choix dont la pertinence est légitime. Il en ressort le fait que, si la réduction de l'incertitude passe par un processus de recherche d'information sur la base d'un schéma cognitif pré-établi, la résolution de l'ambiguïté passe par un double processus de recherche de cohérence (sur les schémas cognitifs individuels) et de consensus (sur le schéma cognitif collectif à retenir in fine et établi à partir des schémas cognitifs individuels).

Des typologies des sources d'incertitude et d'ambiguïté sont présentées : environnement externe (milieu physique, environnement socio-politique), information disponible (processus de collecte des données, langage, mécanismes d'apport d'information), décideurs (capacités cognitives de traitement de l'information, interprétation de l'information, schéma cognitif), positionnement des éventuels autres décideurs (mandats, rôles, comportements). Enfin les interactions entre incertitude et ambiguïté (§ 2.3) sont mises en évidence afin de dissocier l'incertitude interne au décideur (exigeant une prise individuelle de risque pour être résolue), de l'incertitude externe au décideur (exigeant un apport d'information pour être réduite).

De ce chapitre, on déduit que la gestion de l'incertitude et celle de l'ambiguïté doivent, d'une part, suivre des modalités spécifiques au type de contexte décisionnel (ce que le chapitre 3 établit) et, d'autre part, mettre en valeur des besoins tout aussi spécifiques en terme de qualité de l'information (ce que le chapitre 4 explicite).

L'ambiguïté et **l'incertitude** sont des concepts relativement abstraits que la littérature définit de manière plus ou moins explicite dans la perspective générale de la conception de systèmes d'information (à référence spatiale ou non). Certains auteurs ne font pas de distinction (Curley et al, 1986) ; d'autres ne reconnaissent pas la différence de nature qui peut exister entre ambiguïté et incertitude et la première est considérée comme une forme particulière de la seconde (Lovell, 1995 ; Kuhn, 1997) ; d'autres enfin ne tiennent pas compte de la pertinence d'évoquer l'ambiguïté (Pearman, 1985) ou l'incertitude (Salazar, 1996) ou encore les interactions entre ambiguïté et incertitude (March et al, 1988). Suivant en cela les travaux de Soualem (1991), nous cherchons, dans un premier temps, à caractériser séparément ces deux concepts pour ensuite considérer leurs interactions. Enfin nous positionnons les contextes décisionnels (gestion, planification stratégique et négociation) par rapport au rôle ou à l'importance de l'incertitude et de l'ambiguïté dans la prise de décision.

2.1 Incertitude

Pour Galbraith (1977), « **l'incertitude est la différence entre la quantité d'information requise pour exécuter une tâche et la quantité d'information déjà existante dans l'organisation** ». Lovell (1995) définit l'incertitude comme « l'état d'un acteur à la fois conscient de ses besoins en information et du déficit en information ».

Ces définitions mettent l'accent sur l'ignorance de l'acteur due à une carence en information, sur le clivage entre ce qui est effectivement disponible et ce qui est souhaitée par l'acteur, sur un certain degré d'imprévisibilité. Elles sous-entendent l'existence d'un schéma pré-établi de perception et de résolution d'un problème donné. Ce « **schéma cognitif** » s'appuie sur une ontologie post-positiviste pour laquelle il existe une réalité objective mais difficile à appréhender totalement à partir de lois connues, exactes et universelles. Il suggère à l'acteur des besoins informationnels qu'il s'agit de satisfaire afin de réduire l'incertitude.

Souelam (1991) rappelle les trois niveaux d'incertitude considérés par Duncan : « le manque d'information en regard des facteurs environnementaux associés avec une prise de décision donnée, ... L'ignorance du résultat d'une décision spécifique, en termes de perte, quand cette décision est incorrecte, ... L'incapacité d'assigner des probabilités avec un

degré de confiance, en regard des fluctuations de l'environnement, au succès ou à l'échec ».

Nous retenons la taxonomie des sources d'incertitude proposée par Lovell (1995) parce qu'elle s'avère suffisamment exhaustive pour être présentée et adaptée à nos définitions. Ainsi, dans le cas de l'exemple « assainissement des rejets industriels », les acteurs industriels doivent faire face aux sources d'incertitude rattachées à l'environnement externe, à l'information ou au décideur :

- **L'environnement externe aux acteurs internes** (les décideurs) concerne :
 - **Le milieu physique** caractérisé par une forte variabilité ou une forte irrégularité qui rend ses comportements relativement peu déterministes. Par exemple, la complexité des dynamiques du milieu physique génère beaucoup d'incertitude sur la connaissance de ce milieu : l'estimation des impacts des polluants industriels sur le milieu aquatique est très délicate car celui-ci est composé d'une grande diversité d'espèces fauniques et floristiques dont les réactions sont fortement dépendantes des conditions biophysiques locales de leur habitat et produisent des effets synergiques complexes. Ce type d'incertitude a tendance à croître lorsque l'on se projette sur le long terme.
 - **L'environnement socio-politique** (les acteurs externes au processus décisionnel) qui influence fortement les décisions des acteurs internes. Les signaux émis par celui-ci peuvent créer une incertitude sur la pertinence du choix si une décision n'a pas été encore prise (par exemple, légiférer sur un rejet industriel non encore répertorié), si les acteurs externes peuvent changer leur décision (par exemple, rendre conforme la réglementation nationale vis-à-vis d'une directive internationale) ou si le comportement d'un acteur externe n'est pas prévisible (par exemple, modifier la réglementation suite à un changement non prévu de gouvernement). Ce type d'incertitude est particulièrement inconfortable pour des décisions dont l'exécution et les retombées se produisent sur le long terme.

- **L'information disponible** porte en elle de l'incertitude sur la connaissance du phénomène étudié :
 - **Le processus de collecte de données** génère de l'imprécision (par exemple, certaines substances toxiques, en faible concentration, sont difficilement décelables avec les moyens technologiques actuels si bien que l'on ne peut connaître précisément leur impact sur le milieu) et de l'incomplétude (par exemple, les concentrations et volumes de rejets déversés par chaque établissement industriel ne sont pas tous connus même par les principaux concernés).
 - **Le langage** utilisé est porteur d'incertitude : l'approche positiviste recherche une normalisation de la signification des termes. Ainsi l'ambiguïté est une incertitude lorsqu'un terme est utilisé par l'émetteur qui suppose que le récepteur utilisera la même définition de ce terme, le récepteur éprouvant alors une incertitude vis-à-vis du sens à accorder à ce terme (par exemple, l'expression « technologie propre » peut s'appliquer à des process industriels ne produisant pas déchets toxiques ou à des équipements récupérant les déchets toxiques issus de process industriels). Quant à l'imprécision linguistique (*linguistic fuzziness* en anglais), c'est une incertitude qui met en question l'échelle de mesure inhérente au terme employé (par exemple, présenter la qualité de l'eau comme étant bonne, moyenne ou mauvaise est une méthode trop imprécise lorsqu'il s'agit de fixer des normes réglementaires de rejets ou de dimensionner une installation de traitement des rejets ; mais cette échelle de mesure peut être pertinente lorsqu'il s'agit d'informer le grand public sur l'état du milieu aquatique).
 - **L'apport d'information par des acteurs** externes ou internes peut être sujet à caution soit parce que des erreurs sont possibles (par exemple, l'obtention d'information géographique via Internet peut s'accompagner d'erreurs de transfert), soit parce qu'il y a possibilité de falsification ou d'omission intentionnelle (par exemple, les établissements industriels peuvent préférer cacher certaines informations sur leurs rejets afin d'éviter de fournir, à leurs concurrents, des renseignements stratégiques sur leur production). C'est respectivement une incertitude sur la fiabilité des moyens techniques et humains d'obtention de l'information et sur la crédibilité de la source d'information (Lesca et al, 1995).

- **Le décideur** doit aussi faire face à certaines incertitudes qui lui sont propres (notons que le décideur est un acteur interne qui s'entretient avec d'autres acteurs internes et doit tenir compte d'acteurs externes) :
- **Les capacités de traitement individuel de l'information** sont limitées par les possibilités de mémorisation et d'extraction d'un acteur (par exemple, il est impossible pour un industriel de gérer l'ensemble des connaissances relatives aux options techniques de traitement des rejets, leurs avantages, leurs inconvénients,... surtout lorsque ces considérations sont éloignées de ses préoccupations premières de production : d'où l'intérêt des systèmes-expert ou assimilés) et par les moyens financiers disponibles (par exemple, l'entrepreneur d'une PME ne s'investira vraisemblablement pas dans le montage d'options complexes de traitement de ses rejets pour manque de temps). Les décisions seront prises bien souvent dans l'urgence, sous la contrainte et dans un environnement socio-économique très incertain.
- Le décideur peut être limité dans **l'interprétation de l'information** (on retrouve l'incertitude liée au langage).
- Enfin le **schéma cognitif individuel**, défini comme un ensemble d'hypothèses et de représentations de la réalité, peut être inefficace quand il est incomplet (par exemple, un entrepreneur qui ne possède pas une vision globale de son secteur d'activité, trouvera peu rentable l'option de gestion collective des rejets) ou incorrect (par exemple, refuser d'intégrer les pressions publiques relatives à la protection environnementale peut mener l'entreprise à sa perte à moyen terme).

Au chapitre 10, nous examinons la présence de certaines de ces sources d'incertitude selon le contexte décisionnel des deux études de cas.

2.2 Ambiguïté

L'ambiguïté est un concept rarement exploité dans la littérature relative aux activités décisionnelles et sa signification demeure de ce fait assez confuse. Ainsi Kuhn (1997) qui s'intéresse à l'incertitude des probabilités, indique que : « parce que la définition du dictionnaire [relative à l'adjectif] *ambigu* concerne un état susceptible d'être interprété de

façons distinctes et multiples, l'adjectif *vague* est un terme plus exact [pour caractériser] l'imprécision des probabilités. Dans la littérature relative à la prise de décision, cependant, l'ambiguïté [d'une probabilité] est généralement comprise dans le sens d'une estimation vague ». Lovell (1995) réduit le sens de l'ambiguïté à sa qualité linguistique : « un état qui est ambigu, est ouvert à plus d'une interprétation ». Ellsberg (1961) parle d'ambiguïté comme de l'état d'une distribution de probabilité mal connue sur un événement qui n'est pas non plus bien connu, et la définit comme étant une incertitude relative à l'incertitude d'occurrence de l'événement. March et al (1976) considèrent que l'ambiguïté se produit quand **« une organisation est confrontée à une opportunité de choix donnés, où chaque option possède un degré de légitimité valable »**.

Cette définition est intéressante car elle introduit le caractère subjectif inhérent à l'ambiguïté. Frisch et al (1988) évoquent cet aspect en définissant l'ambiguïté comme une situation générant « une expérience subjective du manque d'information utile à la prédiction ». Elle est aussi intéressante parce qu'elle exprime une différence de nature entre l'incertitude et l'ambiguïté : si l'incertitude porte en elle une connotation statique (le schéma cognitif de référence est supposé figé), l'ambiguïté est un « phénomène » dynamique puisqu'elle stimule et accompagne l'émergence d'un schéma cognitif a priori inexistant.

Cependant, nous suivons Soualem (1991) pour dire que l'ambiguïté ne provient pas tant du manque d'information que de la variété d'information qui génère des contradictions et des paradoxes. Elle semble trouver son essence dans une ontologie constructiviste qui s'appuie sur l'existence non pas d'une réalité objective, mais de réalités subjectives générant une réalité en quelque sorte **« kaléidoscopique »**. La cohérence, toute relative, de cette dernière, est éventuellement construite par un processus intersubjectif impliquant les différents acteurs chargés d'une perception initiale et propre de cette réalité. **Si la réduction de l'incertitude passe par un processus de recherche d'information sur la base d'un schéma cognitif pré-établi, la résolution de l'ambiguïté passe par un processus de recherche de consensus sur le schéma cognitif collectif à retenir in fine et établi à partir des schémas cognitifs individuels.**

Peu de chercheurs des sciences de la décision ont tenté de définir une typologie des sources de l'ambiguïté. A partir de la même structure taxonomique proposée par Lovell (1995) et

que nous adaptons à nos besoins, nous proposons une classification des sources d'ambiguïté (environnement externe, information disponible, position des acteurs internes, décideur) :

- **L'environnement externe aux acteurs internes** produit de l'ambiguïté :

- **Le milieu physique** : dans une perspective kaléidoscopique de la réalité, chaque discipline scientifique projette celle-ci dans un espace de réflexion compatible avec son paradigme qui assure la cohérence de l'articulation du discours. Mais on peut se demander si cette cohérence disciplinaire ne permet pas de concevoir la pluridisciplinarité autrement que comme une somme de disciplines ou qu'en permettant à une discipline de « phagocyter » d'autres disciplines, en quelque sorte. Par exemple, certains économistes cherchent à construire des méthodes de calcul des coûts environnementaux pour intégrer les aspects environnementaux dans une analyse bénéfice-coût. Si cette approche peut intéresser un industriel soucieux d'assurer son profit, elle pourra être remise en cause par certains environnementalistes qui refusent le principe d'arbitrage entre les coûts et les exigences de protection de l'environnement, entre les aspects monétaires et non-monétaires. Il existe donc une ambiguïté fondamentale sur les images de la réalité à considérer. Cette ambiguïté nous renvoie à nos limites cognitives d'appréhension de la réalité, mais aussi à l'impossibilité de faire autrement que d'interpréter la réalité. March et al (1988) expliquent d'ailleurs que « le processus de traitement de l'information dans les organisations procède moins d'une incertitude sur les conséquences des décisions possibles que de la confusion du discours sur le monde ».
- **L'environnement socio-politique** : dans une société démocratique, cet environnement est tout particulièrement générateur d'ambiguïté sur les tendances d'évolution socio-politique. En effet le rôle d'un gouvernement est de chercher à concilier des aspirations publiques d'autant plus contradictoires que les minorités ont de plus en plus le droit de d'affirmer leurs besoins. Cette ambiguïté qui stimule la créativité de solutions consensuelles, peut cependant empêcher de poser des actes concrets (ainsi pour s'assurer que les entreprises polluantes tiennent compte des impératifs environnementaux alors que la versatilité de la réglementation environnementale les rend peu pro-actives, le gouvernement néerlandais s'est engagé à geler les normes de

rejets tandis que les entreprises acceptaient de réaliser des programmes volontaristes de protection de l'environnement).

- **L'information disponible** est porteuse d'ambiguïté :
 - **Un processus de collecte de données** peut générer des conflits de données (par exemple, lorsque deux études statistiques émanant de services appartenant à une même organisation, s'appuient sur une classification différente des activités industrielles, les résultats seront différents). Nous ne retiendrons pas le conflit de données comme produisant de l'incertitude en soi, mais plutôt de l'ambiguïté, cela même s'il génère un sentiment légitime d'incertitude. Cependant l'approche post-positiviste peut en faire une incertitude lorsque ce conflit peut se résoudre en construisant un nouveau référentiel (par exemple, on peut agréger les classes pour produire une « méta-classification » dans la mesure où les deux classifications initiales ne se chevauchent pas).
 - **La masse d'information** disponible et la prolifération de la technologie de traitement de l'information et des communications fournissent au décideur les moyens d'accéder à une gamme indéfinie de représentations de la réalité qui ne sont pas forcément compatibles (par exemple, les expériences américaines, françaises, allemandes, japonaises,... en matière de gestion des rejets industriels sont très riches, mais leur pertinence dépend fortement du contexte institutionnel, ce qui interdit des comparaisons trop hâtives : leur pertinence devient ambiguë).
 - **Le langage** utilisé est porteur d'ambiguïté ; l'approche constructiviste profitera du caractère polysémique des mots pour générer des angles originaux d'analyse (par exemple, en sciences de la décision, l'ambiguïté du terme « agent » qui, pour les uns, exprime une entité humaine et, pour les autres, une entité artificielle, nous semble révélatrice de la difficulté de fixer les rapports entre le décideur « humain » et un système informatique d'aide à la décision). Cette « ambiguïté sémantique » (March et al, 1976) stimule la capacité de percevoir des nuances dans l'information reçue.
 - **L'apport d'information par des acteurs internes** peut être source d'ambiguïté : dans un processus de négociation, au moins à ses débuts, chaque acteur sera tenté de

maintenir une certaine ambiguïté de ses intentions afin de conserver une certaine marge d'action, ce qui produit de l'incertitude pour les autres acteurs internes (par exemple, une PME dont le plan de développement s'avère incertain, pourra chercher à exprimer une certaine hésitation entre l'option de gestion individuelle de ses rejets et une gestion collective tant que les pourparlers ne l'auront pas convaincue des limites raisonnables des responsabilités vis-à-vis d'un éventuel engagement pour telle ou telle option).

- **La position des acteurs internes** les uns par rapport aux autres peut générer de l'ambiguïté :
 - **Le mandat de chacun des acteurs** peut être trop vague ou inadapté (par exemple, le représentant d'une PME peut agir en observateur alors que les autres acteurs le considèrent comme un décideur, si bien que ses prises de position seront indicatives, pour lui, tandis qu'elles seront prises comme des engagements pour les autres). Cette ambiguïté s'accroît avec le nombre d'acteurs (Soualem, 1991).
 - **Le rôle des acteurs, a priori, externes** peut porter à confusion (par exemple, le législateur possède à la fois un pouvoir coercitif -la réglementation- et un pouvoir incitatif -les subventions- si bien que les PME peuvent hésiter entre une attitude de prudence et une attitude plus engagée : dans ce cas, le législateur agit à la fois en acteur externe et en acteur interne). La perception du rôle des acteurs externes est fortement dépendante des événements antérieurs interprétés par les acteurs internes (March et al, 1976).
 - Les acteurs internes peuvent être mus par des **objectifs** qui se contredisent globalement : March et al (1976) parlent « d'ambiguïté organisationnelle » (par exemple, un industriel peut avoir comme objectif de réduire au maximum ses coûts de traitement des rejets tandis qu'un autre peut chercher à améliorer son image de marque ; cela même la finalité est identique : chercher à accroître les bénéfices).
 - **Le comportement des acteurs** crée de l'ambiguïté dans la mesure où un individu a tendance à voir ou projeter son mode de fonctionnement sur ses interlocuteurs. Gummer (1998) distingue cinq types de comportements en situation de prise de décision collective : « l'actif » apporte continuellement des idées et pousse le groupe à

intervenir concrètement ; le « prudent » favorise le statu quo ; le « visionnaire » s'intéresse au long terme et ignore les contraintes du court terme ; le « conseiller » propose son avis sans s'engager ; « l'objecteur » s'oppose systématiquement au point de vue des autres. Par ailleurs les préférences décisionnelles dépendent beaucoup de la personnalité du décideur et des jeux de pouvoir entre les décideurs : quel niveau de risque souhaite-on assumer (par exemple, vis-à-vis des responsabilités concernant la qualité de l'eau rejetée dans le milieu aquatique) ? Quels degrés d'incertitude et d'ambiguïté peut-on tolérer (par exemple, les effets de la concurrence sur la confiance de chaque industriel) ? Quelle règle décisionnelle veut-on privilégier (maximiser les avantages, minimiser les inconvénients, maximiser les avantages les « moins avantageux »,...) ?

- **Le décideur** doit faire face à une ambiguïté interne :
 - **Son interprétation de l'information** peut être limitée par son ignorance du contexte et de certains « jargons ». Pour combler ces lacunes, il pourra rechercher de l'information (et donc réduire son incertitude) ou s'appuyer sur des croyances et jugements plus ou moins ambigus (par exemple, certains développeurs de parcs industriels estiment « au flair » que l'option de gestion collective des rejets dans un parc adapté dans lequel se relocalisent un certain nombre d'entreprises, n'est pas rentable alors que des études économiques ont démontré l'inverse).
 - **Un schéma cognitif individuel** du décideur peut être inefficace lorsqu'il entre en conflit avec un autre schéma cognitif (par exemple, un décideur peut hésiter entre la nécessité d'assurer la pérennité de son entreprise et la volonté de participer à la protection de l'environnement, que ce conflit soit réel ou non). Ce dernier point fait plutôt référence à l'ambiguïté des objectifs à atteindre, même s'il génère une incertitude sur la nécessité et la pertinence de prendre une décision. Ces conflits de modèles cognitifs sont produits par des divergences plus ou moins prononcées de valeurs qui freinent l'émergence d'intentions claires de la part du décideur, tout en autorisant celui-ci à rechercher des intentions plus proches de ses aspirations réelles (on retrouve cette préoccupation, par exemple, dans le choix des valeurs accordées aux poids dans une analyse multi-critères). March et al (1976) parlent « d'ambiguïté dans les intentions de l'individu » (par exemple, l'incompatibilité perçue entre enjeux

financiers et enjeux environnementaux peut amener un entrepreneur à concilier ceux-ci en découvrant qu'il est possible d'accroître le temps de retour sur son investissement en équipements de traitement des rejets, ou encore qu'une gestion environnementale de son établissement l'aide à réduire ses coûts de production).

Au chapitre 10, nous précisons la présence de certaines de ces sources d'ambiguïté selon le contexte décisionnel des deux études de cas.

2.3 Interactions entre ambiguïté et incertitude

Il existe des interactions manifestes : comme les précédentes typologies et Soualem (1991) le démontrent, certaines ambiguïtés sont sources d'incertitude (celles sur les comportements des acteurs externes, sur les conflits de données et de schémas cognitifs, sur la signification des mots, sur les rôles des acteurs internes). Cette incertitude correspond à notre définition si l'on croit qu'un apport d'information peut la réduire.

Or, comme Kasinim et al (1997) l'expliquent, « [Les aspects équivoques] (*equivocation*) sont plutôt associés à l'ambiguïté ... [et] signifient confusion, carence en compréhension et problématique non claire ... Les nouvelles données ou informations ne résoudre pas grand chose en situation équivoque ; cela pourrait même augmenter la confusion et l'incertitude ». Si l'on considère l'ambiguïté dans le sens que nous lui donnons, celle-ci se résorbe plus ou moins par un acte subjectif, par une prise de position plus ou moins consensuelle, et témoigne d'une hiérarchisation plus ou moins formalisée des préférences et des valeurs. Dans ce cas, ce type d'incertitude évoque non pas une carence en information en valeur absolue, mais une difficulté de prendre position, difficulté que l'on peut, à tort ou à raison, associer à un manque d'information. Elle ne peut vraisemblablement pas être totalement réduite et peut générer à son tour de l'ambiguïté car les décideurs tenteront de la réduire en émettant et manipulant des croyances et des jugements dont les fondements demeurent trop instables pour ne pas être ambigus.

Prenons un exemple pour distinguer ces deux types d'incertitude : pour estimer la faisabilité économique de l'option de gestion collective des rejets industriels, il est nécessaire de collecter des données sur les volumes et la qualité de ces rejets afin d'évaluer les économies d'échelle potentielles (**l'incertitude « externe au décideur »** est réduite par

apport d'information). Par contre, la comparaison des différentes options implique la prise en compte des faisabilités techniques (les équipements sont-ils suffisamment fiables ?), organisationnelles (les PME peuvent-elles collaborer ensemble ?) et économiques (les coûts sont-ils acceptables ?), ainsi que de contraintes diverses (niveau de réglementation, opinion publique,...). Ces différents critères produisent de l'ambiguïté car ils sont chargés de paradoxes qui ne peuvent être relaxés sans établir une hiérarchie des préférences (par exemple, les PME peuvent hésiter à opter pour l'option de gestion collective des rejets car, si celle-ci peut objectivement produire des économies d'échelle -faisabilité économique-, elle implique aussi une ouverture des PME par rapport aux autres entreprises éventuellement concurrentes -faisabilité organisationnelle-). Cette ambiguïté crée une **incertitude « interne au décideur »** que l'information supplémentaire ne peut complètement réduire et qui témoigne de l'aptitude du décideur à risquer une action incertaine en terme de préférence.

Dans ce qui suit, nous démontrons que l'ambiguïté et l'incertitude ne sont pas traitées (plus ou moins explicitement d'ailleurs) de la même manière suivant le contexte décisionnel. Et certaines de ces interactions sont évoquées dans les études de cas (chapitre 10). Par ailleurs, compte tenu de notre sujet de thèse qui cible d'étude des SIRS, nous évoquons dorénavant et essentiellement les incertitudes et les ambiguïtés relatives à l'information.

Chapitre 3 :

Principaux contextes décisionnels en aménagement du territoire

Les notions de contexte décisionnel et de planification sont évoquées notamment au travers du concept de flexibilité (caractérisé par trois critères : la robustesse, l'élasticité et la stabilité) dont l'introduction permet de préciser la dualité entre l'incertitude et l'ambiguïté au niveau de la conception de media d'information.

Puis les trois principaux contextes décisionnels que sont la gestion (§ 3.1), la planification stratégique (§ 3.2) et la négociation (§ 3.3), sont caractérisés des points de vue épistémologique et méthodologique, ainsi qu'à l'aide d'exemples en gestion environnementale. Par ailleurs, ces contextes décisionnels sont positionnés par rapport au rôle conféré à l'incertitude et à l'ambiguïté, aux besoins en terme de flexibilité et de systèmes d'information, ainsi que par rapport aux applications SIG développées dans la partie B de cette thèse.

Dans ce chapitre, un premier ensemble de concepts est établi : ceux-ci concernent la nature des processus décisionnels et seront « croisés » avec des concepts relatifs à la qualité de l'information (présentés au chapitre 4). Nous pourrions alors proposer un guide d'aide à la pratique des SIRS (§ 5).

Un contexte décisionnel évoque la situation dans laquelle un processus décisionnel est enclenché, se développe et aboutit à une prise de décision. Il est déterminé par les objectifs, la structure de l'appareil décisionnel, l'environnement externe et l'information sur la problématique à résoudre (Roy, 1985). L'examen de la littérature en sciences relatives à la décision (notamment Dupont, 1994, Mintzberg, 1994, Friedmann, 1987) conduit à la distinction entre trois contextes principaux qui englobent, en pratique, une grande majorité de contextes décisionnels : la **gestion**, la **planification stratégique** et la **négociation**. Ce postulat est renforcé par le fait que ces trois contextes décisionnels procèdent des principales théories de la planification, dans son sens large : la planification de type rationnel, stratégique, justificatif (*advocacy planning*) ou communicationnel (*communicative planning*)¹. On remarque que ces trois contextes font tous référence à la notion de planification que Hall (1992) définit ainsi : « la planification concerne l'atteinte délibérée d'objectifs et procède par assemblage d'actions en séquences selon un certain ordre ». Comme cet auteur le montre, cette notion s'avère ambiguë parce qu'elle inclut à la fois le but et le moyen, le fond et la forme (on verra que la distinction entre gestion, planification stratégique et négociation repose essentiellement sur le degré d'attention respectivement portée sur l'objectif à atteindre et sur les moyens d'atteindre celui-ci).

Il est important dès maintenant de lever une éventuelle ambiguïté dans l'utilisation ultérieure des notions de gestion, planification stratégique et négociation : elles concernent implicitement le processus décisionnel et non la problématique qui fait l'objet de ce processus (par exemple, on pourra parler de planification stratégique de la gestion des rejets industriels, de négociation sur la procédure de planification stratégique de la gestion des rejets industriels).

Par ailleurs, en définissant les activités de planification (dans son sens très général) comme un « pont entre idéologie et savoir [d'une part], et action collective [d'autre part] » (Friedmann et al, 1974), nous déduisons que ces activités s'appuient essentiellement sur un processus plus ou moins complexe de traitement de l'information. Le Clercq, dans Scholten et al (1990), indique d'ailleurs qu'un processus de planification se résume à une

¹ Comme explicité plus loin, les planifications justificative et communicationnelle renvoient respectivement à la phase distributive et à celle intégrative d'un processus de négociation.

activité d'organisation de l'information à ceci prêt que le processus doit déboucher sur une prise de décision.

Pour chaque contexte décisionnel (gestion, planification stratégique et négociation), les activités associées tentent de formuler des décisions elles-mêmes influencées par la présence et la pertinence de l'ambiguïté et de l'incertitude. Nous montrons que la gestion de cette ambiguïté et de cette incertitude s'exprime au travers d'un certain degré de flexibilité du processus de traitement de l'information.

Sager (1994) précise le concept de **flexibilité** qui correspond à la recherche d'un équilibre entre rigidité et opportunité (un processus décisionnel est dit rigide lorsque le ou les acteurs suivent une procédure figée a priori ; par contre, un processus décisionnel est dit opportuniste quand sa structure et sa dynamique sont soumises aux aléas des jeux de pouvoir entre les acteurs eux-mêmes et à l'instabilité de l'environnement externe). Selon cet auteur, la flexibilité se caractérise par trois dimensions :

- La **robustesse** : « c'est le ratio du nombre d'options restantes après une prise de décision [intermédiaire] sur le nombre d'options avant la prise de décision ». Elle évoque la question suivante : « combien est large le spectre d'options satisfaisantes retenues ? »
- L'**élasticité** : « c'est l'inverse de la durée entre la déclaration d'un blocage et sa résorption ». Elle évoque la question suivante : « pendant combien de temps le blocage alimentera-t'il l'insatisfaction ? »
- La **stabilité** : « elle concerne le maintien de la pertinence d'une option choisie en regard des changements de conditions ». Elle évoque les questions suivantes : « à quel degré et à quelle fréquence les variables-clé de l'option peuvent-elles être déviées de leur pertinence précédente ? »

La flexibilité est révélatrice d'une certaine antinomie entre ambiguïté et incertitude : en effet, d'une part, elle attribue une certaine place à l'automatisation du traitement de l'information (pour doter le processus décisionnel d'une structure plutôt rigide) ; or cet effort d'automatisation traduit habituellement le souci de réduire les incertitudes afférentes.

D'autre part, la flexibilité autorise une certaine place à la manipulation « en temps réel » de l'information (pour doter le processus décisionnel d'une structure plutôt opportuniste) ; or cette manipulation n'est possible qu'en présence d'un minimum d'ambiguïté et génère à son tour de l'ambiguïté. Autrement dit, l'automatisation nécessite le choix définitif d'un seul schéma cognitif pour parvenir à la phase d'implémentation alors que la manipulation « en temps réel » découle de l'existence de plusieurs schémas cognitifs.

Cette antinomie est évoquée par Daft et al (1987) qui se sont penchés sur les rapports entre ambiguïté et incertitude en gestion de l'information : d'après ces auteurs, comme l'incertitude mène à une recherche de données et l'ambiguïté, à des échanges de points de vue subjectifs, l'ambiguïté ne peut être résolue avec la technologie ; c'est la richesse médiatique qui pourrait réduire l'ambiguïté. Ces auteurs hiérarchisent certains moyens médiatiques selon leur richesse : le face à face, le téléphone, les documents écrits, les documents impersonnels (bulletin, rapport standard,...). Ils concluent que le traitement de l'information est caractérisé par une relation positive entre l'ambiguïté et la richesse médiatique : les décideurs choisiront une communication orale quand l'ambiguïté est élevée, et une communication écrite quand l'ambiguïté est faible.

Par ailleurs, Soualem (1990) rappelle la hiérarchie des médias d'information de Kydd (tableau 3.1) : les média sont hiérarchisés selon leur performance dans la résolution de l'ambiguïté (cette performance s'accroît dans le sens inverse de la formalisation de l'information) et selon leur performance dans la réduction de l'incertitude (cette performance s'accroît avec le degré de formalisation de l'information).

Tableau 3.1 : Média d'information, incertitude et ambiguïté (inspiré de Soualem, 1990)

Degré de formalisme	Média d'information	Réduction de l'incertitude	Résolution de l'ambiguïté
Maximum  Minimum	<ul style="list-style-type: none"> • un système documentaire formel • des documents standardisés • des documents de spécifications • la formation des usagers • l'analyste comme intégrateur • des rencontres usagers/développeurs • le prototypage • la programmation structurée • une démarche de conceptualisation des spécifications 	Maximum  Minimum	Minimum  Maximum

Ce critère de formalisation de l'information renvoie à la flexibilité du processus de traitement de l'information : un processus rigide s'appuie sur une information fortement formalisée tandis qu'un processus opportuniste s'alimente d'une information peu formalisée car essentiellement informelle.

Cependant il semble que les auteurs mentionnés ci-dessus et qui suggèrent une opposition inconciliable entre réduction de l'incertitude et résolution de l'ambiguïté, n'aient pas tenu compte de **la flexibilité qui s'exprime dans la « pratique » des systèmes d'information « informatisés »**. En considérant la flexibilité d'emploi de tels systèmes, la gestion de l'incertitude et celle de l'ambiguïté ne sont pas tant des opérations incompatibles que des opérations dialectiques.

3.1 Gestion

Nous entendons, **par gestion, des activités répétitives et routinières**. L'ordonnancement normalisé de ces activités en sous-tâches indépendantes rappelle, dans une certaine mesure, l'approche développée par la « Théorie de la planification rationnelle » (voir notamment Banfield, 1959). En effet, les activités de gestion suivent de semblables procédures déterministes, établies a priori et aboutissant forcément à la solution optimale. Elles sont fondées sur une épistémologie de type positiviste : est admise l'existence d'une réalité objective composée de lois naturelles qui peuvent être découvertes (Guba et al, 1994 ; Guba, 1990). Elles se décomposent en cinq tâches (Simon, 1947) :

- Définition du problème,
- Estimation des conséquences de chaque option,
- Détermination des préférences des acteurs,
- Evaluation et comparaison des options,
- Sélection de la solution optimale.

Hall (1992) présente ainsi cette approche très déterministe et techniciste pour les besoins en aménagement du territoire : « D'abord, le planificateur réalisait une étude pour laquelle il collectait toute information pertinente sur le développement de la ville ou de la région.

Puis il analysait ces données et tentait de les projeter aussi loin que possible dans le futur afin de découvrir comment le territoire allait changer et se développer. Enfin il planifiait : c'est-à-dire qu'il réalisait un plan qui prenait en compte les faits et interprétations révélés par l'étude, et qui était destiné à harnacher et contrôler les tendances de développement selon les principes d'une planification saine ». Cette « mécanique » des activités de l'aménagement du territoire (dont l'auteur s'empresse d'établir l'obsolescence au profit d'une approche plus stratégique) rappelle la définition de la gestion ci-avant évoquée et s'avère pertinente dans ce contexte décisionnel particulier où les objectifs à atteindre déterminent entièrement les moyens d'y parvenir.

Par exemple : on sait qu'un orage important est prévu, que l'on doit protéger les zones aquatiques écologiquement les plus vulnérables, et que la station d'épuration municipale ne pourra traiter tout le débit de pointe (une certaine quantité d'eaux pluviales devra être rejetée directement dans le milieu aquatique via un certain nombre de déversoirs « sauvages »). L'opérateur a le choix de fermer certaines vannes : ce choix peut être déterminé automatiquement si l'on connaît correctement le comportement hydrodynamique du réseau d'assainissement, l'emplacement des habitats fauniques vulnérables, l'intensité et la localisation des précipitations prévues.

Le caractère linéaire et logico-déductif d'une telle procédure implique que la situation, les objectifs à atteindre et les préférences sont stables et connues à l'avance. L'information n'intervient que comme intrant initial, est donc jugée « parfaite » et pertinente dès la première étape du processus. Par ailleurs une telle procédure suggère une forte homogénéité dans les perceptions, préférences et objectifs à atteindre au sein de l'organisation (par exemple, si plusieurs opérateurs gèrent le réseau d'assainissement, des protocoles d'entente précis doivent être établis a priori surtout en situation de gestion d'urgence).

Dans cette perspective, aucune attention n'est effectivement accordée à l'incertitude *au cours* du processus de traitement de l'information (ce dernier est quasi-automatique). Faludi (1973) l'explique ainsi : « la démarche [type] *recette* de planification [rationnelle] est une approche par laquelle une agence de planification opère un programme pour atteindre ses objectifs avec certitude ».

Certes, on peut penser que l'information, fournie à l'entrée du processus, permet de réduire un certain type d'incertitude ; mais l'apport de l'information comme intrant signifie plutôt la sélection de certains effets externes et la suppression de la prise en compte des autres effets externes (par exemple, les concentrations des rejets qui ne sont pas considérées notamment parce que leur mesure en temps réel est actuellement techniquement irréalisable). Il y a élimination de toute prise en compte de l'incertitude, dans le système d'information, mais pas par les décideurs qui, à juste titre, gèrent leur incertitude sur la prise de décision à l'aide du système d'information. Et il n'y a pas non plus de place pour l'ambiguïté qui bloque l'action tant qu'elle n'est pas résolue.

Une telle procédure est effective tant que ses résultats ne sont pas jugés néfastes a posteriori, c'est-à-dire tant que les préférences sur d'éventuelles autres options ne sont pas suffisamment ambiguës pour semer le doute (autrement dit l'incertitude sur la pertinence de l'option retenue). A ce stade, on passe d'une activité de gestion à une activité de planification stratégique (§ 3.2). La figure ci-dessous représente le processus informationnel en contexte de gestion :

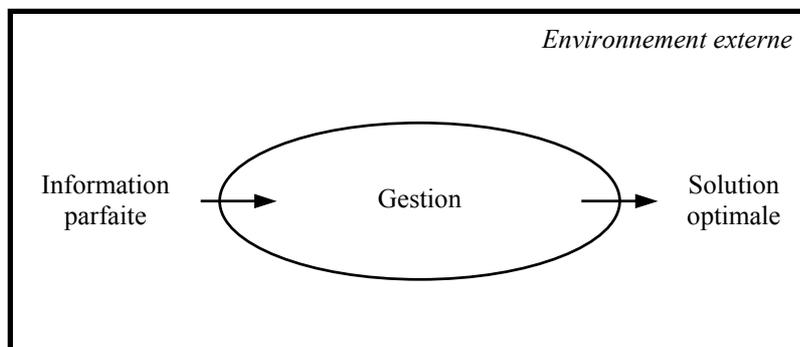


Figure 3.1 : Processus informationnel de gestion

Si l'incertitude et l'ambiguïté sont absentes des activités de gestion, en revanche, elles sont et doivent être convenablement gérées *pendant* la phase de préparation (ou encore de planification) de ces activités de gestion. En effet, en parlant de la gestion de l'ambiguïté et de l'incertitude dans le développement des systèmes d'information, Soualem (1991) explique que « le chef de projet [du système d'information] fait face à une variété d'utilisateurs ayant des perceptions différentes, voire conflictuelles, du système à développer. Le niveau hiérarchique, les croyances, les écoles de pensées et la variété des attentes génèrent souvent une formulation contradictoire des besoins en information, de

surcroît si les objectifs personnels, organisationnels sont conflictuels ». Cette ambiguïté génère elle-même une incertitude sur le succès de l'implantation d'un système d'information.

En reprenant l'exemple ci-avant, la gestion des rejets industriels exige entre autre une base de données relatives à la qualité biophysique des habitats fauniques. Il est tentant de chercher à remplir les objectifs suivants : la base de données doit pouvoir être mise à jour facilement et les utilisateurs doivent pouvoir extraire facilement des données. Or le premier objectif incite le technicien à organiser la « visibilité » du système d'information selon la structure de la base de données et dans un langage proprement informatique tandis que le second objectif nécessite de présenter la base de données selon un menu orienté vers les besoins spécifiques du futur utilisateur (où sont les différents habitats, les points de déversement ? ...). Une telle ambiguïté risque d'être résolue, de manière plus ou moins informelle, par le technicien lui-même influencé par sa propre culture de métier : les opérations de mise à jour seront effectives, mais celles d'extraction par requêtes ne seront pas forcément performantes si bien que les utilisateurs ne s'approprient pas le système d'information. Lacasse (2000) illustre ce fait avec l'exemple du « SIAD-Environnement » de la CUM (§ 7.2).

Ces problèmes sont souvent liés une approche projet déterminé par les caractéristiques d'une activité de gestion : les opérations de conception du système d'information sont totalement séparées des opérations d'utilisation du système parce que l'on s'attend à ce que les concepteurs développent un produit fini qui sera ultérieurement utilisé de manière routinière.

Le processus de traitement de l'information, guidé par le système d'information, est fortement rigide pour réduire au maximum l'incertitude : sa robustesse doit être minimum (on veut privilégier une seule option : par exemple, fermer un seul lot de vannes du réseau d'assainissement) ; son élasticité doit être maximum (on ne veut pas qu'un échec ne bloque la prise de décision et, pour cela, toutes les options doivent être prévues à l'avance : par exemple, un lot précis de vannes doit être effectivement fermé et assez rapidement) ; sa stabilité doit être aussi maximum (on part du principe qu'il n'y a pas de changement de conditions : par exemple, l'orage est prévu à un certain endroit).

Dans notre exemple, la procédure rigide et fortement automatisée pourra s'appuyer sur un système informatisé qui relie des images satellitaires relatives au positionnement et à l'intensité de l'orage, à un modèle de simulation déterministe des écoulements gravitaires du réseau d'assainissement, lui-même connecté à une base de données indiquant l'emplacement et la vulnérabilité des habitats fauniques. Dans ce cas, l'opérateur joue un rôle plutôt de contrôleur et non de décideur.

Les arguments ci-dessus démontrent qu'une activité de gestion s'accommode d'un processus très peu flexible et fortement automatisé de traitement de l'information ; ce processus évacue les prises en considérations de l'incertitude (externe) et de l'ambiguïté afin que les décideurs puissent réduire au maximum leurs propres incertitudes sur les choix possibles.

Enfin au chapitre 7, un exemple de contexte de gestion est succinctement abordé : il s'agit de proposer une méthode systématique de hiérarchisation des établissements de traitement de surface, sources potentiels de pollution, en fonction de certains critères territoriaux et environnementaux propres au territoire de la Communauté Urbaine de Montréal.

3.2 Planification stratégique

Nous entendons, **par planification stratégique, des activités pour lesquelles les objectifs sont connus et clairs, mais les moyens d'y parvenir sont sujets à des impondérables** (les externalités). Ces activités renvoient à la « Théorie de la planification stratégique » qui se fonde sur une épistémologie de type post-positiviste : il existe une réalité objective qui cependant ne peut être totalement appréhendée si bien que ses lois ne peuvent être comprises que partiellement (Guba et al, 1994 ; Guba, 1990). Elle tente de résoudre les objections de Simon (1955) : les options ne sont pas « données » a priori ; les conséquences relatives aux options ne sont pas parfaitement spécifiables dès le début du processus ; enfin les préférences assignées à chaque option ne sont pas faciles à anticiper.

Comme Mintzberg (1994) le montre, ce type de processus favorise une segmentation procédurale en étapes réversibles (boucles de rétroaction) d'actions testées au coup par

coup. Cette approche procédurale est essentiellement orientée vers les objectifs connus et à atteindre. Le but est de rechercher une solution satisfaisante à partir d'une situation incertaine et des objectifs partiellement établis.

La procédure se compose de cinq étapes principales (Bloom, 1986) :

- « Formulation de la mission générale et des objectifs [les besoins],
- Analyse exhaustive de l'environnement et identification des facteurs affectant l'organisation [les menaces],
- Audit des ressources internes : financières, managériales et opérationnelles [les opportunités],
- Formulation, évaluation et sélection des stratégies,
- Implantation et contrôle ».

Hall (1992) justifie les mêmes préoccupations en aménagement du territoire : « la majeure partie des processus que l'on a besoin de contrôler, sont des processus humains qui sont moins bien connus et fonctionnent avec beaucoup moins de certitude que les lois en sciences physiques ». Et on y retrouve le même souhait d'intégrer **la variabilité temporelle et informationnelle de l'ordonnement des tâches de planification** (Kaufman et al, 1987). Ainsi Sorkin et al (1984) identifient des principales étapes similaires en planification stratégique du territoire : « diagnostiquer l'environnement ; sélectionner les enjeux-clé ; établir les mandats ou les finalités générales ; réaliser des analyses internes et externes ; développer des objectifs et stratégies respectant chaque enjeu ; développer un plan d'implantation des actions stratégiques ; contrôler, mettre à jour et diagnostiquer ». On constate, par ailleurs, que la planification stratégique se distingue de la planification rationnelle par un effort substantiel de concentration non plus seulement sur les objectifs, mais aussi sur les moyens d'y parvenir, cela à cause de la nécessaire prise en compte des « menaces » et « opportunités » générées par l'environnement externe.

Par exemple, soit un organisme municipal ayant pour mission d'assurer une bonne qualité de l'eau du milieu aquatique : Un de ses objectifs sera d'établir un programme de gestion des eaux pluviales en temps d'orage. Une analyse exhaustive de son environnement lui

apprendra qu'il doit tenir compte de l'état biophysique actuel de l'écosystème, des pressions écologiques et sociétales, des usages récréatifs actuels et futurs, des contraintes financières actuelles et futures des industriels. Un audit interne lui permettra d'estimer ses ressources humaines et financières potentielles, ses outils réglementaires et opérationnels,... Ensuite il pourra formuler des stratégies qui répondent à ses objectifs : assurer le curage du réseau d'assainissement de sorte à dégager périodiquement les canalisations des dépôts de déchets qui s'accumulent et que l'intensité d'un orage finit par rejeter brutalement dans le milieu aquatique ; fermer les vannes des déversoirs positionnées près des habitats fauniques les plus vulnérables ; interdire la pratique de certains usages récréatifs à certains endroits et pour un certain temps ; réglementer les rejets de certaines activités industrielles particulièrement polluantes ; inciter les industriels à gérer collectivement leurs rejets,... Puis une analyse multi-attributs lui permettra d'essayer de concilier objectifs et contraintes internes et externes par comparaison des différentes options. Finalement le choix sur une stratégie (par exemple, réglementer les rejets) sera exécuté pour évaluer sa performance, éventuellement modifier la stratégie (par exemple, ajouter l'option fermeture des vannes) et, le cas échéant, réévaluer l'audit interne (par exemple, l'organisme ne possède pas assez de ressources humaines pour s'assurer que la réglementation est respectée) et les contraintes externes (par exemple, les impacts financiers de la réglementation sur les industriels sont bien plus néfastes que prévu).

Dans cette perspective, l'information n'est pas considérée comme initialement parfaite mais peut être perfectionnée au moyen des rétroactions. Autrement dit, on accepte l'existence de l'incertitude que l'on parvient à réduire *progressivement* par l'apport d'information supplémentaire et dont les mécanismes de gestion sont explicitement intégrés dans le système d'information. Le décideur va consulter certains acteurs externes afin de recueillir des données qui vont enrichir son schéma cognitif. Parce que la cohérence du schéma cognitif est établie a priori, il suppose une certaine stabilité de l'environnement, des ressources de l'organisation et des préférences des décideurs. Par contre ce schéma cognitif n'est pas initialement exact et complet : il est source d'interprétation.

Il n'y a pas de confrontations : même si les objectifs de l'organisation ne sont que partiellement explicites, il existe un consensus relativement substantiel entre les décideurs (s'il y en a plusieurs d'ailleurs) pour poursuivre le processus. Par conséquent l'ambiguïté

des effets externes n'est pas prise en compte. Plus précisément les effets externes sont considérés comme des « inputs », c'est-à-dire des données prises comme telles. L'ambiguïté des effets externes ne peut exister et être reconnue comme pertinente que lorsque les effets externes sont traités non plus comme des données, mais comme une occasion d'échange, de confrontation et éventuellement de coopération.

La figure ci-après représente le processus informationnel en contexte de planification stratégique.

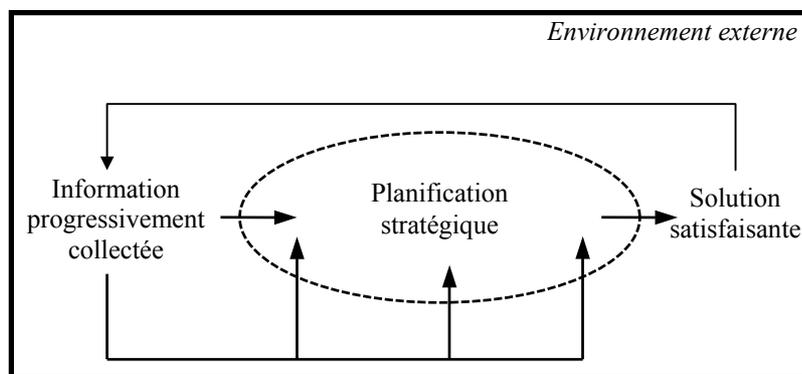


Figure 3.2 : Processus informationnel de planification stratégique

Un tel processus doit être relativement flexible pour permettre une réduction progressive de l'incertitude. D'après Lovell (1995), il doit s'accommoder d'un certain nombre de sujet d'incertitude :

- Quelles sont les options ? Pour certaines d'entre elles, il est difficile d'évaluer leur faisabilité (par exemple, quelle est la faisabilité politique de l'interdiction de certains usages en période de vacances estivales ?) ; pour d'autres, elles n'existent pas aux yeux du décideur (par exemple, ce dernier peut « oublier » l'option de gestion collective). Notons que, parce que l'ambiguïté n'est pas prise en compte dans un processus de planification stratégique, la découverte de solutions originales est difficile, voire impossible.
- Comment l'environnement réagira-t'il aux actions potentielles ? Par exemple, il est probable qu'aucune analyse de marché ne peut assurer totalement que la récupération d'un rejet est économiquement valorisable : seule une tentative en grandeur réelle

confirmera ou infirmera cette valorisation qui est un facteur important de la pertinence de l'option de gestion collective des rejets.

- Quelle est l'importance relative des différentes dimensions d'une conséquence d'une action potentielle ? Par exemple, il est difficile de comparer les avantages d'une réglementation des rejets (protéger l'environnement) et ses inconvénients (mettre en difficulté financière certaines entreprises).
- Comment les conséquences se distribuent-elles dans le temps ? Par exemple, il peut être difficile de justifier une gestion coercitive des rejets lorsque ses impacts bénéfiques sur le milieu aquatique seront appréciables sur une période de plusieurs années.

Dans cette perspective, le processus de traitement d'information ne doit pas séparer les phases de conception et celle d'utilisation du système d'information car les questions soulevées lors de l'utilisation du système d'information associée devront être réétudiées en phase de conception. Cependant ce va-et-vient est essentiellement destiné à compléter un schéma cognitif préexistant et appartenant au décideur principal. Dans un contexte à plusieurs décideurs, il en est autrement : nous ne sommes plus dans un processus de planification stratégique, mais dans un processus de négociation qui exige un autre type de processus de traitement de l'information.

La flexibilité nécessaire du processus de traitement de l'information implique alors que la robustesse de ce processus soit moyenne : on a besoin de poursuivre le processus avec un nombre important d'options qui seront mieux connues au fur et à mesure que l'incertitude sur celles-ci sera levée (par exemple, il est pertinent de retenir l'option de gestion collective des rejets industriels même si les connaissances sur cette option sont réduites et peuvent la rendre alors peu attrayante) ; mais l'incertitude sur la faisabilité de certaines options sera aussi atténuée en supprimant ces options et donc en réduisant le champ des options potentielles (par exemple, on peut vraisemblablement éliminer l'option du parc éco-industriel basé sur la transformation de déchets d'une entreprise en matière première utilisée par une autre entreprise implantée dans le même parc). Quant à l'élasticité du processus, elle doit être élevée (la planification a pour objectif de prévenir les écueils puisqu'en cherchant à réduire l'incertitude, on souhaite trouver une solution faisable). Enfin la stabilité du processus doit être élevée puisqu'il s'agit de prévoir une solution en espérant qu'elle sera satisfaisante.

Dans notre exemple, le processus de planification stratégique peut s'appuyer sur une méthode d'analyse multi-attributs (agrégation totale) qui propose une démarche de hiérarchisation des préférences à l'aide d'une pondération permettant au décideur de tenir compte des effets externes évoqués plus haut. Ce processus peut aussi être supporté par un modèle de localisation/affectation lorsque le décideur souhaite se pencher sur la faisabilité de la gestion collective des rejets industriels : un tel modèle permet de localiser une station d'épuration collective en fonction de la demande potentielle (les établissements industriels) et de critères comme la minimisation des coûts de transport ; son intérêt réside notamment dans la possibilité d'effectuer une analyse globale de sensibilité afin d'évaluer la stabilité d'une solution. Ces méthodes sont cependant consacrées à des activités pour lesquelles il existe un seul décideur principal. En effet elles ne permettent pas de favoriser une gestion adéquate des jeux de pouvoir, des confrontations de perceptions, de valeurs et d'intérêts en situation multi-acteurs, notamment parce qu'elles agissent comme des « boîtes noires ».

Les arguments ci-dessus démontrent qu'une activité de planification stratégique s'accommode d'un processus relativement flexible et partiellement automatisé de traitement de l'information ; ce processus évacue l'ambiguïté en substituant cette dernière par une incertitude dont les mécanismes de gestion sont introduits dans le système d'information afin d'accompagner le décideur dans la réduction progressive de cette incertitude.

Enfin, au chapitre 8, un exemple de contexte de planification stratégique est présenté : il s'agit d'évaluer la faisabilité territoriale de la gestion collective des rejets issus des établissements de traitement de surface implantés sur le territoire de la Communauté Urbaine de Montréal.

3.3 Négociation

Nous entendons, **par négociation, des activités pour lesquelles objectifs et moyens d'y parvenir sont étroitement liés et inconnus ou flous** ; ceux-ci doivent faire l'objet d'un traitement informationnel et décisionnel collectif. Dupont (1994) donne une définition exhaustive de la négociation : c'est « une activité qui met face à face deux ou plusieurs acteurs qui, confrontés à la fois à des divergences et à des interdépendances, choisissent de

rechercher volontairement une solution mutuellement acceptable qui leur permette de créer, maintenir ou développer une [...] relation ». Dans une certaine mesure, cette démarche est assez proche de la « Théorie de la planification communicationnelle » qui favorise la recherche d'une solution consensuelle et dont le fondement épistémologique correspond au constructivisme : il existe plusieurs réalités et constructions mentales qui dépendent, dans leur forme et leur contenu, de l'individu qui les crée ; ces réalités sont locales et spécifiques (Guba et al, 1994 ; Guba, 1990). Nous retenons la définition de la négociation telle que proposée par Dupont tout en indiquant que celle-ci ne fait pas forcément et actuellement consensus. Des auteurs comme van den Hove (2000) proposent des typologies plus approfondies en distinguant, dans les formes de processus participatifs, des nuances : audiences publiques, conférences de consensus, gestion concertée, médiation, négociation réglementaire, prospective concertative,...

Développée notamment par Sager (1994) et Healey (1992), la théorie de la planification communicationnelle n'est pas axée sur les problèmes à résoudre mais sur le comportement communicationnel des acteurs. De ce fait elle n'est pas basée sur une quelconque procédure menant d'un problème vers une solution, mais sur une stratégie reposant sur le dialogue qui permet à chacun des acteurs de se mettre à la place de l'autre afin de mieux appréhender les perceptions et les préférences, les siennes et celles des autres (Friedmann, 1987).

Innes et al (1999) évoquent cette approche en précisant l'activité du « bricoleur » d'après les travaux de Levi-Strauss : « [le bricoleur] interroge tous les objets hétérogènes qui composent son trésor afin de découvrir ce que chacun d'entre eux pourrait « signifier » et de contribuer à la définition d'un ensemble [de contraintes et objectifs] qui doit être concrétisé ». Cette théorie rejoint aussi le concept de « réflexion dans l'action » de Schön (1983) : l'acteur initialise une action de type communicationnel, qui produit un résultat non attendu (une information). Cet acteur prend acte de cette « surprise » déséquilibrante qui déclenche une réflexion à la fois sur l'objet de la surprise et l'action ayant amené à l'émergence de cette surprise. Puis l'acteur restructure sa compréhension de la situation (autrement dit son schéma cognitif) et, sur la base de cette restructuration, invente une nouvelle stratégie d'action communicationnelle (un nouvel échange). Finalement il décèle un résultat satisfaisant ou une nouvelle surprise. Dans un contexte multi-acteurs, cela implique que le schéma cognitif de chaque acteur doit être respecté.

Par exemple, un processus décisionnel destiné à dégager une solution de gestion collective des rejets industriels doit vraisemblablement se dérouler comme une négociation afin que les principaux concernés (les établissements industriels) à qui le législateur peut difficilement imposer une telle solution, s'approprient la solution et favorisent, par leur comportement, la réussite de sa mise en application. Un tel processus implique divers acteurs : les établissements industriels qui mettront de l'avant leurs intérêts et contraintes financiers tout en tenant plus ou moins compte des impératifs ou des incitations liées à la réglementation environnementale ; le législateur qui traduira plus ou moins fermement ses préoccupations relatives à la protection de l'environnement et à la santé économique du secteur industriel impliqué ; les groupes de pression qui veilleront à ce que leurs attentes soient considérées ; les experts scientifiques qui participeront à l'évaluation des propositions faites ; les entreprises spécialisées dans le traitement des rejets industriels, qui voudront assurer la rentabilité de la solution retenue.

Partant de ces objectifs plus ou moins contradictoires de négociation, les acteurs vont dialoguer et discuter pour mesurer leurs marges d'action (par exemple, développer une confiance entre des acteurs concurrents afin d'établir une gestion collective effective des rejets) et découvrir de nouvelles complémentarités (par exemple, constater que les incompatibilités entre objectifs environnementaux et économiques deviennent complémentaires lorsque l'on prend conscience qu'une gestion environnementale d'une chaîne de production peut générer une réduction des coûts). Ce travail de construction collective pourrait ainsi faire émerger la solution suivante, basée sur le principe de récupération de certains rejets : le traitement individuel s'appliquerait à des rejets demandant des opérations peu coûteuses, aisées et produisant des sous-produits économiquement peu valorisables tandis que le traitement collectif concernerait des rejets exigeant des opérations plus coûteuses, plus complexes et produisant des sous-produits économiquement valorisables.

Cependant la « Théorie de la planification communicationnelle » ne suffit pas à expliquer un processus de négociation. En effet, d'après Dupont (1994), une négociation passe généralement par une **phase distributive**, suivie d'une phase intégrative. La première phase « vise à départager les interlocuteurs en fonction des pouvoirs dont ils disposent ». Chacun précise et teste ses propres limites de négociation et celles des autres (par exemple, il n'acceptera pas d'investir un montant supérieur à un certain seuil pour la construction

d'une station d'épuration collective) et recherche ses points faibles et ses points forts, ainsi que ceux des autres acteurs (par exemple, il connaît mal les possibilités de récupération rentable ; par contre, il connaît les principales technologies de traitement individuel de ses rejets).

Le but est éventuellement d'établir une « zone d'accord possible » (Dupont, 1994) : si cette zone n'émerge pas, la négociation échoue (par exemple, les acteurs ne s'entendent pas sur le partage des responsabilités) ; si cette zone émerge sans pour autant rechercher autre chose qu'un jeu à somme nulle, la solution ne pourra être que de compromis (par exemple, les industriels veulent se contenter de résoudre le problème du traitement de leurs rejets par contrat avec une entreprise spécialisée externe) ; par contre, si cette zone indique une volonté de respecter un jeu à somme positive, la solution sera consensuelle et originale (par exemple, les industriels acceptent d'opter pour la récupération collective de certains rejets en sachant que la rentabilité est dépendante des lois du marché local). Cette dernière possibilité correspond à la **phase intégrative** : la négociation est « orientée vers le respect des aspirations du négociateur tout en faisant en sorte que la partie adverse puisse considérer l'issue comme également satisfaisante... elle est plus orientée vers les solidarités réciproques que vers les antagonismes mutuels » (Dupont, 1994). La figure ci-dessous représente le processus de traitement de l'information en contexte de négociation :

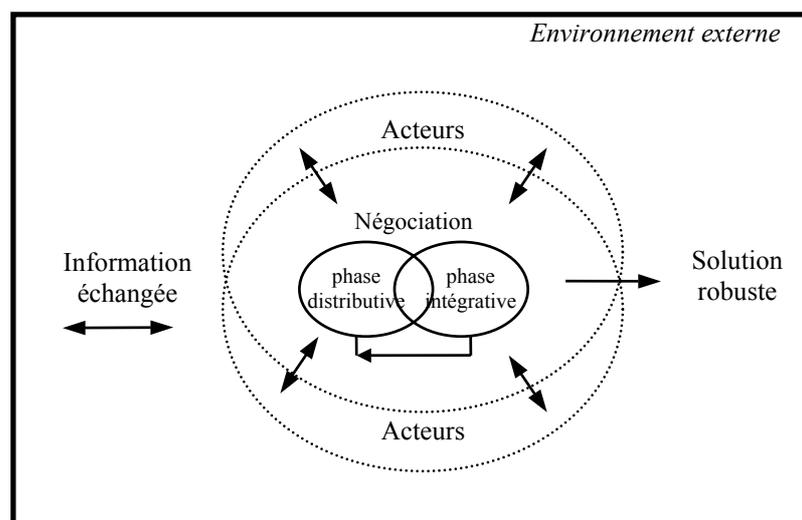


Figure 3.3 : Processus informationnel de négociation

Si la phase intégrative d'une négociation rejoint la Théorie de la planification communicationnelle, la phase distributive se rattache à la « Théorie de la planification justificative » (*advocacy planning*) qui se fonde sur le courant épistémologique de la

« Théorie critique » (*Critical Theory*) : il existe une réalité sociale qui est construite de rapports sociaux conflictuels et de valeurs sociales, ethniques et de genre ; le but est de détruire des mythes pour favoriser l'émancipation des groupes sociaux ; les individus possèdent une faculté d'adaptation créative non utilisée à son plein potentiel (Guba et al, 1994 ; Guba, 1990). La théorie de la planification justificative « considère comme sensés la formation de coalitions,..., les distorsions de l'information, le jeu interpersonnel et le développement d'incitations mutuelles » (March et al, 1988). Le processus décisionnel est constitué d'un entrechoquement stratégique de procédures en trois étapes : « décision ; propagande ; conformité » (Dutton et al, 1985). Il tient compte de « la reconnaissance de sources systématiques de désinformation » (Forester, 1977). Il en existe différentes sources (Forester, 1982) :

- « Certaines désinformations sont ad-hoc, non planifiées, aléatoires ou spontanées » : elles correspondent « aux limites cognitives (tempérament personnel des acteurs qui affecte la communication, bruits de fond générés par les activités de groupe) et aux actions de manipulation (manque volontaire d'attention, fraudes interpersonnelles, comportements de marchandage comme le « bluff ») »,
- « Les autres désinformations reflètent la position de l'acteur dans la structure de l'économie, son rôle politique et économique » : elles concernent « les limites dues à la division sociétale du travail et de l'expertise (iniquités dans l'accès à l'information qui justifie la division du travail, pertes d'information au cours de sa transmission inter-organisationnelle) et à la recherche de légitimation (distorsions des échanges à des fins monopolistiques, création biaisée des besoins, rationalisation idéologique de classes) ».

L'information (ou même la désinformation) est alors le principal objet de pouvoir (dont celui de posséder et garder secrète une information que les autres acteurs n'ont pas). Elle est essentiellement subjective, reconnue comme telle et devient l'enjeu d'une négociation de type distributif. C'est un jeu à somme nulle ce qui favorise des comportements basés sur la persuasion, l'autorité et la manipulation. L'information est destinée à légitimer les préférences de chacun des décideurs. Dans cette perspective, l'incertitude et l'ambiguïté des effets externes sont soit rejetées (pour éviter de réduire la force de l'argumentation), soit manipulées (pour persuader le cas échéant par des méthodes coercitives). Chaque acteur peut avoir aussi tout intérêt à laisser planer une certaine ambiguïté sur ses objectifs, préférences, contraintes, forces et faiblesses afin d'accroître l'incertitude des autres acteurs

et ainsi de favoriser un rapport de force avantageux pour lui ; mais il doit aussi tenter de réduire sa propre incertitude en recherchant de l'information plus ou moins confidentielle, plus ou moins informelle, afin de mieux appréhender les ambiguïtés générées par les autres acteurs. Cependant ce rôle accordé à l'ambiguïté peut devenir rapidement infructueux et marquer négativement les acteurs dans la perspective de futures négociations.

En revanche, en phase intégrative, l'ambiguïté joue un rôle de stimulateur de la créativité. En effet, cette phase ne cherche pas à gérer la confrontation perçue comme un frein à la fluidité du processus de décision, frein dont la planification stratégique tente d'atténuer les effets afin d'aboutir à une solution (cela revient alors à dire que la résolution de la confrontation passe essentiellement par la réduction de l'incertitude). Elle essaie plutôt de conduire la confrontation perçue comme révélatrice des divergences à partir desquelles émerge une solution originale : cela signifie qu'elle met en valeur l'ambiguïté de ceux-ci, qualité sans laquelle il n'y a pas de processus de création d'un schéma cognitif collectif. L'information devient la principale matière d'un processus d'apprentissage par le dialogue.

En phase intégrative, il existe aussi une incertitude qu'un climat de confiance substantielle permet de tolérer. Ainsi l'attention portée sur l'importance de l'incertitude devient moins essentielle au profit d'un accroissement de pertinence de l'ambiguïté : l'information n'est plus vraiment (ou seulement) destinée à combler une ignorance qui appellerait à une réduction de l'incertitude conséquente ; elle est employée pour dynamiser le processus de création, pour « jouer » sur l'ambiguïté. Au travers du processus de création d'une solution originale, l'ambiguïté finit par s'estomper d'elle-même ou être considérée comme secondaire par rapport à la pertinence de la solution obtenue.

Le processus de traitement de l'information en contexte de négociation est très difficile à formaliser a priori sans risquer d'entamer la marge de liberté perçue des acteurs. En effet une formalisation amène à poser des hypothèses qui ne sont pas forcément du goût des acteurs et qui violent leur espace décisionnel. La phase distributive est sans doute le moment adéquat pour s'entendre sur la structure, les outils et certaines données devant constituer le processus informationnel.

En phase intégrative, ce processus doit être tout particulièrement flexible au risque de sembler quelque peu désarticulé (au moins au début) : c'est le seul moyen de laisser

suffisamment de marge à l'ambiguïté créative. Sa robustesse doit être maximum (il faut éviter de supprimer des options que le dialogue pourrait rendre pertinentes ou utiles à un moment inattendu : par exemple, l'option de gestion collective d'un parc industriel écologique peut illustrer et motiver l'étude de l'option de récupération de certains rejets car ces rejets sont considérés comme de la matière première qu'il s'agit de valoriser). Son élasticité doit être relativement aléatoire et sans doute assez petite (il faut du temps afin que les acteurs assimilent un conflit et apprennent de ce conflit : par exemple, les considérations relatives une éventuelle coopération entre entreprises concurrentes sont trop sensibles pour ne pas être ajustées avec le temps ; de même pour les risques environnementaux perçus par les populations). Sa stabilité est aussi relativement aléatoire et faible, mais devrait s'accroître brutalement en fin de négociation (l'effort pour se dégager de l'ambiguïté passe par une forte instabilité de la pertinence des propositions jusqu'à ce qu'une solution consensuelle émerge : par exemple, la manipulation intellectuelle des différentes options de gestion collective des rejets industriels crée forcément de l'instabilité).

Dans notre exemple, le processus de négociation peut s'appuyer sur un système d'information produisant des options qu'il ne faut pas concrétiser et des options « dépouillées » ou indicatives dans le but de provoquer une discussion constructive. Ce système ne peut être pertinent pour les seules questions d'automatisation de tâches : il doit devenir un support à l'articulation rhétorique, un outil de « design » et non seulement de calcul. Une méthode d'analyse multi-critères peut être aussi pertinente si elle s'accompagne de règles collectives.

Les arguments ci-dessus démontrent qu'une activité de négociation exige un processus très flexible et peu automatisé de traitement de l'information ; ce processus jongle avec l'ambiguïté, à l'aide de mécanismes d'appréhension de cette ambiguïté, et minimise l'importance de l'incertitude.

Enfin, au chapitre 9, un exemple de contexte de négociation est traité : il consiste à faire émerger, des points de vue de différents acteurs, une solution consensuelle de gestion intégrée de rejets industriels issus des établissements du travail des métaux implantés dans le bassin versant de l'Ondaine.

Chapitre 4 :

Qualité de l'information, incertitude et ambiguïté

Dans un premier temps, la notion de qualité de l'information est succinctement évoquée à partir de la littérature pour mettre en évidence la limite de cette notion telle que communément admise : elle paraît essentiellement adaptée aux préoccupations des concepteurs et utilisateurs de systèmes d'information de gestion (soit la réduction de l'incertitude) et non à celles relatives aux contextes de planification stratégique et de négociation.

Une série de cinq attributs « bi-polaires » permet d'élargir les besoins en qualité de l'information aux autres contextes décisionnels : l'exactitude versus le réalisme (§ 4.1), la complétude versus l'interprétation (§ 4.2), la cohérence versus la dialectique (§ 4.3), l'opportunité versus la projection (§ 4.4) et l'intelligibilité versus l'originalité (§ 4.5).

Pour chacun de ces attributs, des définitions sont introduites et des exemples concrets sont présentés. De plus les rapports (de type dialectique) entre les pôles d'un même attribut sont explicités afin de mettre en évidence la différence d'approche de la qualité de l'information : l'exactitude, la complétude, la cohérence, l'opportunité et l'intelligibilité font référence à la gestion de l'incertitude qui s'appuie sur une vision post-positiviste de la réalité, tandis que le réalisme, l'interprétation, la dialectique, la projection et l'originalité concernent la gestion de l'ambiguïté qui se décline selon une vision constructiviste de la réalité.

Dans ce chapitre, un second ensemble de concepts est établi : ceux-ci sont relatifs aux besoins en qualité de l'information et seront « croisés » avec les concepts relatifs à la nature des processus décisionnels (présentés au chapitre 3). Nous pourrions alors proposer un guide d'aide à la pratique des SIRS (chapitre 5).

L'ambiguïté et l'incertitude sont des concepts trop synthétiques pour être directement appréhendés dans un processus de décision. Comme les rapports du décideur à son environnement sont modelés essentiellement en fonction de l'information disponible, nous considérons que celle-ci doit témoigner de certaines ambiguïtés et de certaines incertitudes existantes.

Pour caractériser l'information, nous nous inspirons des travaux de Gallagher (1971) qui mesure la valeur de l'information à l'aide de la « technique différentielle sémantique » de Osgood et al (1957) : il s'agit d'estimer la qualité de l'information fournie par le système en notant 14 attributs caractéristiques de cette information sur une échelle qualitative (par exemple, de +3 à -3). Ces attributs bi-polaires sont les suivants (tableau 4.1) :

Tableau 4.1 : Attributs bipolaires de qualité de l'information

<ul style="list-style-type: none"> ■ exact-inexact ■ opportun-inopportun ■ fiable-non fiable ■ claire-non claire ■ simple-complexe ■ lisible-illisible ■ complet-incomplet 	<ul style="list-style-type: none"> ■ suffisant-insuffisant ■ ordonné-désordonné ■ logique-illogique ■ valable-non valable ■ actuel-périmé ■ concis-décousu ■ efficient-inefficient
---	---

Cependant ces attributs traduisent la préoccupation principale des concepteurs et des utilisateurs de systèmes d'information de *gestion*, c'est-à-dire réduire l'incertitude. Pour éviter ce biais souvent implicite, nous construisons des attributs bi-polaires qui témoignent de la dialectique ou l'antinomie entre réduction de l'incertitude et résolution de l'ambiguïté.

Par ailleurs, des travaux relatifs à la qualité des données entre autre spatiales (Redman, 1996 ; Guptill et al, 1995 ; Lesca et al, 1995 ; Sutter, 1993), il en ressort cinq caractéristiques essentielles : **l'exactitude, la complétude, la cohérence, l'opportunité et l'intelligibilité**. A ces pôles, nous associons **respectivement le réalisme, l'interprétation, la dialectique, la projection et l'originalité** (figure 4.1).

Nous retenons ces cinq « attributs bi-polaires » parce que, tout en permettant de respecter la signification polysémique de la notion de qualité de l'information, ils évitent les redondances que l'on retrouve chez Gallagher (par exemple, lisible et clair, opportun et actuel, ordonné et logique), et leur nombre les rend plus aisés à manipuler.

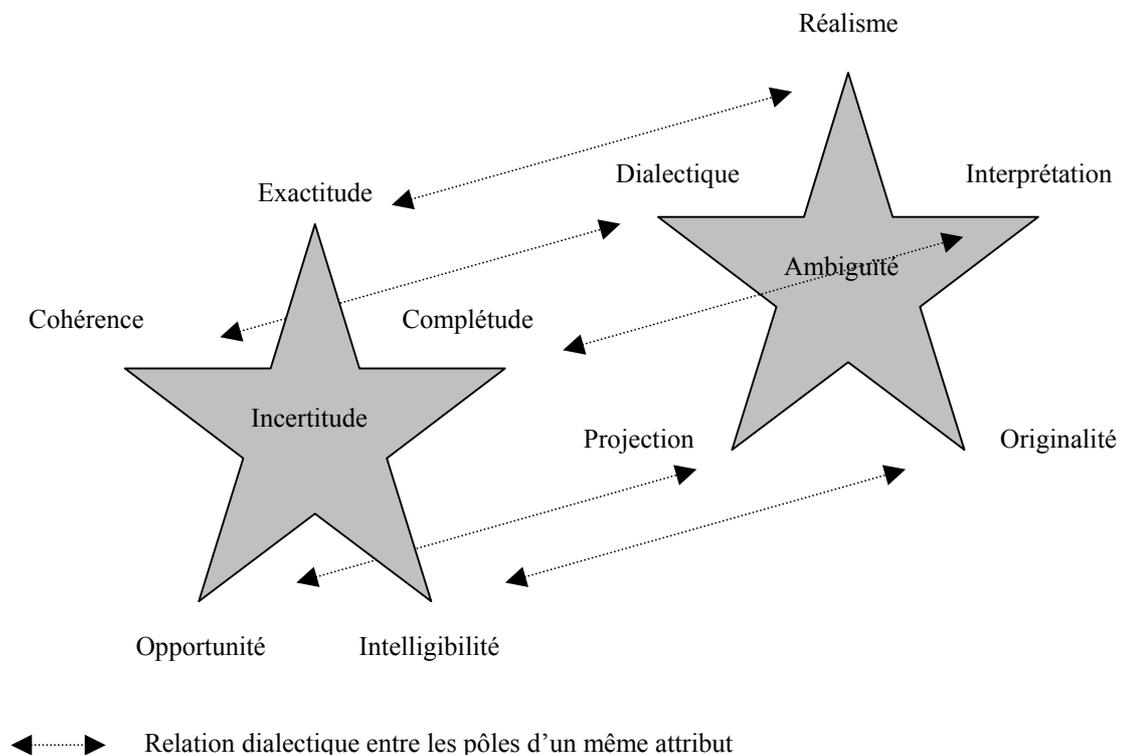


Figure 4.1 : Attributs bi-polaires retenus de la qualité de l'information

4.1 Exactitude versus Réalisme

Selon Redman (1996), l'**exactitude** d'une donnée fait référence à « **la proximité de sa valeur à une certaine valeur du domaine de l'attribut correspondant, valeur considérée comme la valeur correcte** ». Cette définition évoque le caractère relatif de l'exactitude puisque celle-ci se définit par rapport à un référentiel implicite qui est jugé fiable. Ce référentiel correspond au schéma cognitif évoqué dans notre définition de l'incertitude. De ce fait, réduire l'écart entre la valeur dont on veut estimer l'exactitude, et la valeur de référence permet de réduire l'incertitude sur cette valeur.

L'inexactitude des données est fortement dépendante de la précision des moyens de mesure et peut être aggravée par le traitement des données pouvant favoriser la

propagation d'erreurs. Par exemple, si l'on souhaite simuler des écoulements gravitaires à une échelle au 1 / 50 000 ème à partir d'un modèle numérique de terrain d'une résolution de 100 m, on peut utiliser une fonction d'interpolation afin d'affiner la résolution, mais par ce moyen, le risque de produire des résultats inexacts peut être élevé (à l'échelle considérée). Un autre exemple est donné lorsque l'on veut localiser une station d'épuration industrielle, sur un territoire accueillant un certain nombre d'établissements industriels, en cherchant à minimiser les coûts de transport (soit, en première approximation, la somme des distances à parcourir entre chaque établissement et la station d'épuration) : le modèle de simulation somme des distances qui dépendent de la position géographique des points-source et du point-destination et dont l'erreur totale est fonction des erreurs aléatoires de positionnement de ces points. Une telle erreur de type métrique peut produire des erreurs plus graves encore quand, par exemple, la localisation de la station d'épuration oscille de part et d'autre d'une limite administrative : en effet, cette limite sépare deux territoires pouvant avoir des régimes fiscaux très différents, ce qui influence fortement la faisabilité économique du projet.

Guptill et al (1995) tiennent compte de deux types d'exactitude relatifs aux données spatiales :

- **L'exactitude de localisation** (*positional accuracy* en anglais) qui « représente la proximité d'une valeur à la véritable position de l'entité dans un système donné de coordonnées ». Les auteurs indiquent que le degré d'acceptabilité de cette distance dépend de l'usage que l'on souhaite faire de l'information spatiale et met en avant l'intérêt de calculer l'erreur maximum « attendue ». Ainsi, suivant l'échelle géographique la plus pertinente pour un besoin spécifique, une valeur pourra être considérée comme exacte ou inexacte. Par exemple, un technicien chargé de gérer les vannes de déversoirs sauvages (ou sorties du réseau d'assainissement permettant de rejeter directement les eaux usées dans l'écosystème aquatique en période d'orage) doit posséder une information ponctuelle sur l'emplacement de ces déversoirs et sur celui des habitats fauniques les plus vulnérables s'il souhaite éviter que la pollution des rejets n'affecte trop ces derniers : le degré d'exactitude sera calculé à une échelle relativement grande (par exemple, 1 / 10 000 ème). Par contre, un planificateur chargé de concevoir un programme de réduction prioritaire de la pollution en amont du réseau d'assainissement pourra avoir besoin d'une information polygonale lui indiquant la

localisation des zones d'activités industrielles les plus polluantes par bassin de drainage (bassins indiquant la direction d'écoulement des eaux usées dans un réseau gravitaire d'assainissement) et l'emplacement des habitats fauniques les plus vulnérables ; ces besoins informationnels peuvent être satisfaits par agrégation partielle des données qu'utilise le précédent technicien : le degré d'exactitude sera calculé à une échelle plus petite (par exemple, 1 / 50 000 ème). Enfin un politicien désireux de faire part de l'état environnemental de l'écosystème aquatique à ses administrés pourra utiliser de l'information plutôt qualitative, à une échelle relativement petite (par exemple, 1 / 200 000 ème) sauf si, sur son territoire, des zones sont politiquement sensibles (par exemple, un lac particulièrement fréquenté à des fins récréatives) : dans ce cas la pertinence de mesurer le degré d'exactitude varie selon le lieu. A trois types de besoins, correspondent donc trois niveaux d'échelle à partir desquels mesurer l'exactitude : outre le fait qu'à chaque niveau, une donnée peut être inexacte, les données considérées comme exactes par l'un des acteurs pourront paraître inexactes pour les autres.

- **L'exactitude des attributs** qui représente la proximité de la valeur d'un attribut vis-à-vis de « sa vraie » valeur. Elle peut concerner le choix de classes d'intervalle. Par exemple, la détermination du niveau de qualité biologique de l'eau selon une échelle qualitative et discontinue passe par la définition de bornes sur un gradient continu représentant la concentration de coliformes dans l'eau : dans chaque intervalle, la valeur du niveau de qualité de l'eau s'éloigne plus au moins de la « vraie » valeur.

Même s'il est techniquement plus commode de séparer ces deux types d'exactitude, il est clair que ceux-ci sont souvent interdépendants. Par exemple, les limites de dépôts sédimentaires dans le milieu aquatique soulèvent des questions d'exactitude géométrique (est-ce que la limite retenue correspond à la limite « réelle » ?), surtout lorsque le phénomène étudié varie selon un gradient spatial continu. Elles soulèvent aussi des questions d'exactitude attributive (dans quelle mesure les valeurs de l'attribut « concentration de sédiments toxiques » de part et d'autre de la limite correspondent à la réalité ?). Une autre difficulté réside dans la signification à attacher au lien entre valeur d'attribut et nature du support géométrique : par exemple, s'il existe une signification « naturelle » entre un point de mesure topographique et la valeur altimétrique associée, il

est beaucoup moins évident de concevoir la signification entre un polygone désignant un habitat faunique spécifique et une valeur de vulnérabilité aux rejets industriels parce que cet habitat est supposé homogène.

Ce dernier exemple nous permet de mettre en évidence la différence fondamentale entre exactitude et réalisme : si la première est de nature quantitative (on mesure une « distance » entre la valeur à estimer et la valeur supposée correcte), le second est de nature qualitative. Autrement dit, l'exactitude concerne le lien numérique réalisé entre une valeur d'attribut et son support géométrique tandis que le réalisme concerne le lien sémantiquement significatif construit entre une valeur d'attribut et son support géométrique.

Le **réalisme** d'un ensemble de données correspond à **l'aptitude de cet ensemble à représenter la complexité d'un phénomène**. Comme le souligne Soudoplatoff (1996), « La conception des systèmes complexes consiste alors à élever notre capacité cognitive [...], plutôt que de baisser la complexité du système (le subdiviser en sous-problèmes simples). Il faut alors donner un sens au système global qui n'est plus réductible à une juxtaposition de sous-ensembles simples ». En effet, si la subdivision d'un phénomène complexe permet de calculer l'exactitude des données par rapport à un référentiel fixé (par exemple, les valeurs de concentration en métaux lourds attachées à une structure de polygones représentant un territoire hétérogène), la globalisation du phénomène permet de mettre en évidence le réalisme de la représentation : soit, entre autre, les interactions entre divers sous-systèmes représentés à partir de référentiels différents (par exemple, les rapports entre qualité du milieu aquatique et usages récréatifs : la superposition des polygones de qualité du milieu aquatique et de ceux d'usages récréatifs identifie des zones de conflits entre des ressources très contaminées et des usages très sensibles à la pollution).

La juxtaposition de ces référentiels qui correspondent à autant de schémas cognitifs, permet de formaliser des ambiguïtés. En reprenant l'exemple ci-dessus, on peut se demander quel équilibre trouver entre l'assainissement complet de la zone aquatique contaminée et l'interdiction de toute pratique récréative : réduire les concentrations en coliformes afin de permettre la pratique de la planche à voile tout en interdisant la

baignade ? Cet exemple illustre bien une ambiguïté entre des objectifs extrêmes qui sont irréalistes pour des raisons respectives de faisabilité économique et de faisabilité politique.

Une méthode particulièrement intéressante pour respecter le réalisme est la systémique qui cherche à formaliser des interactions entre des systèmes ouverts ; la systémique n'a pas pour objectif de déterminer des relations de cause à effet, mais plutôt d'identifier des interdépendances : par exemple, dans une situation financière imposant une priorisation des dépenses publiques, si l'absence d'un usage récréatif particulier peut s'expliquer par un milieu aquatique local dégradé, à l'inverse, cette dégradation à laquelle on ne remédie pas, peut s'expliquer par l'absence de cet usage.

Par rapport aux possibilités de représentation cartographique, le pendant à la systémique est entre autre la topologie qui met l'accent sur la proximité des objets spatialisés. En guise d'exemple, nous pouvons prendre le cas d'un planificateur chargé de déterminer l'emplacement d'un parc industriel destiné à recevoir des entreprises industrielles à des fins de traitement collectif et de proximité de leurs rejets : les informations qui lui seront utiles, incluront les interactions de proximité entre les zones industrielles existantes et potentielles (auxquelles sont attachés des attributs comme la nature et les volumes des activités industrielles, les risques de déversement, le développement économique projeté,...) et les zones d'incompatibilité auxquelles sont affectés des attributs comme le type d'usage (résidentiel, écologique,...), la densité de population, le degré d'opposition des populations, le degré de vulnérabilité,...

La formalisation d'une telle information passe par une représentation cartographique indiquant les sous-systèmes d'usage et leur interdépendance. Cette formalisation est essentiellement de nature symbolique, conceptuelle et qualitative. Exactitude géométrique et attributaire devient relativement secondaire au profit du réalisme topologique.

4.2 Complétude versus interprétation

D'après Redman (1996), « **la complétude fait référence au degré de présence des valeurs dans les collections de données** ». Ce critère permet de mesurer « le degré de capacité d'une vue [ou encore d'une représentation] à renfermer assez de données pour satisfaire les besoins de toutes les applications ».

Selon Guptill et al (1995), « le degré de complétude décrit dans quelle mesure les objets [ou représentations numériques], à l'intérieur de l'ensemble des données représentent, toutes les entités [ou phénomènes réels d'un certain type] d'un univers abstrait ». Mais l'auteur précise que la définition dépend de sa référence au concept de qualité des données ou à celui de conformité d'usage [fitness of use] :

- **La qualité des données** dépend de « la totalité des composantes et caractéristiques de l'ensemble des données susceptible de satisfaire une gamme donnée de besoins » (ISO 8402). Dans ce cas, « l'univers abstrait est spécifié à travers les règles de collecte habituellement décrites par des méta-données ». On parle de complétude des données. Cet angle est celui du producteur de données génériques : plus celui-ci voudra s'adresser à une large variété d'utilisateurs potentiels, plus il devra respecter la richesse de l'univers à représenter. Avec des objectifs plus raisonnables, le producteur sera tenté de s'approcher d'une réalité descriptive (et souvent statique) la plus objective possible. Un exemple typique, parmi les cartes d'inventaire, est la carte d'occupation réelle du sol qui décrit la localisation et la nature des activités socio-économiques d'un territoire donné. La complétude des données de cette carte dépend du nombre de bâtiments enregistrés par rapport à ceux présents sur le territoire considéré.
- **La conformité d'usage** dépend de « la totalité des composantes et caractéristiques de l'ensemble des données susceptible de satisfaire une gamme de besoins donnés par *une application particulière* » (ISO 8402). Dans ce cas, « l'application en question et ses besoins définissent l'univers abstrait [...] L'univers abstrait spécifié par l'ensemble des données sera comparé à l'univers abstrait défini par les besoins de l'application ». On parle de complétude du modèle de représentation. Elle est fortement dépendante de l'utilisateur, voire des utilisateurs. Un exemple est fourni par le planificateur chargé de localiser une station d'épuration industrielle sur un territoire urbain : afin d'évaluer la faisabilité urbanistique et environnementale du transport de matière dangereuse, il a besoin de connaître l'emplacement exact de tous les bâtiments produisant des rejets industriels tandis que les bâtiments des autres activités socio-économiques peuvent être agrégés en îlots homogènes (par rapport au degré exigé de complétude du modèle de représentation, l'utilisateur fait face à une « hyper-complétude » des données ou encore à un degré d'« essentialité » moindre) ; de plus il lui manque un certain nombre

de données importantes comme le sens de parcours du réseau routier, les débits de circulation en tant que facteur participant au calcul des risques d'accident (par rapport aux besoins du planificateur, la carte d'occupation réelle du sol possède un degré de complétude des données moindre).

La différence entre complétude des données et complétude du modèle de représentation illustre les difficultés de concilier la logique des coûts du producteur qui voudra fournir un produit générique assez complet, et celle de l'utilisateur qui voudra acheter des données exclusivement utiles à ses applications.

Selon Guptill et al (1995), la complétude des données se décompose en différents types de complétude :

- **La complétude des objets** (ou représentations numériques) spécifie « dans quelle mesure les entités [ou phénomènes réels d'un certain type] explicitement ou implicitement définies par le descriptif de données [la légende] sont effectivement présentes dans l'ensemble des données ». Par exemple, certains bâtiments industriels ont pu être omis.
- **La complétude des attributs** spécifie dans quelle mesure les attributs définis dans la légende sont effectivement présents dans l'ensemble des données. On parle d'incomplétude globale lorsqu'un attribut est manquant (par exemple, la concentration des rejets industriels pour chaque établissement) et d'incomplétude locale quand une valeur d'attribut est manquante (par exemple, le volume de rejet d'un établissement particulier).
- **La complétude formelle** « spécifie dans quelle mesure la structure formelle d'un ensemble de données est complète ». Elle concerne la disponibilité des méta-informations (par exemple, les unités de volume utilisé, la projection cartographique) et la compatibilité des formats de données (par exemple, le nombre de bits de stockage par valeur de donnée).

La complétude met l'accent sur l'existence d'un schéma cognitif de référence, que ce dernier soit générique ou applicatif. De ce fait, accroître la complétude revient à réduire

l'incertitude sur la présence des données. Comme l'évoquent Lesca et al (1995), en parlant du champ de vision d'un décideur comme d'une source d'incomplétude du modèle de représentation, « l'incertitude est une maladie de l'information de l'entreprise qui résulte de la faiblesse du champ de vision de l'entreprise, elle-même conséquence de l'anémie informationnelle ». Les auteurs ajoutent que « les informations requises sont plus variées si l'environnement extérieur est plus incertain ». Mais ils concèdent aussi que « l'idéal pour tout responsable est de prendre les meilleures décisions possibles avec le moins d'information possible ». Les arguments ci-dessus font état du fait qu'un décideur doit retenir un degré de complétude dont l'acceptabilité émerge d'un arbitrage entre les risques liés à l'incertitude « rémanente » et les coûts liés à une réduction de cette incertitude. Ce coût « marginal » de la réduction de l'incomplétude incite à rechercher les aspects positifs d'une carence en certaines données notamment parce que, comme l'explique Lovell (1995), il existe des formes d'incertitude irréductibles.

Par exemple, la survie d'une PME semble dépendre de la capacité de l'entrepreneur « non seulement à saisir les opportunités dans un environnement instable, mais à créer cette instabilité par son intrusion continuellement renouvelée dans la production ou la distribution » (Julien, 1994). Autrement dit, les PME existent en partie grâce à l'incertitude due aux turbulences de l'économie. Comme expliqué au chapitre 2, ce type d'incertitude évoque non pas tant une carence en information qu'une aptitude, de la part du décideur, à risquer une action. Elle prend sa source dans l'ambiguïté sur l'information disponible (entre autre) ou plus précisément sur l'incomplétude des données qu'il s'agit d'interpréter pour découvrir des idées originales et novatrices. Ainsi, en manipulant et en interprétant les enjeux variés et contradictoires des options de gestion individuelle et collective des rejets, on finit par comprendre que ces options ne sont pas incompatibles, mais au contraire complémentaires : parce qu'il existe une incertitude irréductible autour des activités plus ou moins confidentielles des PME, les solutions doivent être avant tout robustes, c'est-à-dire suffisamment flexibles pour se plier aux turbulences de l'économie, ce que permet la combinaison des options (plus concrètement, le traitement individuel s'appliquerait à des rejets demandant des opérations peu coûteuses, aisées et produisant des sous-produits économiquement peu valorisables -par exemple, les solutions acides- tandis que le traitement collectif concernerait des rejets exigeant des opérations plus coûteuses, plus complexes et produisant des sous-produits économiquement valorisables -par exemple, certains métaux lourds).

Si la complétude fait référence au degré de présence des valeurs dans une collection de données, **l'interprétation correspond à la marge de liberté que possède le décideur** et qui dépend du degré *d'absence* des valeurs dans une collection de données (rappelons qu'un modèle complet de représentation réduit totalement l'incertitude et détermine complètement une solution, à supposer que ce modèle existe effectivement et soit accessible d'un point de vue cognitif). Alors que l'on a tendance à vouloir assurer une complétude maximum afin de s'approcher d'une décision la plus optimale possible, l'interprétation s'appuie sur une complétude relativisée qui permet d'abandonner les options les plus inefficaces, et cible les solutions acceptables et robustes dont la hiérarchisation résulte de la manipulation des préférences contradictoires et indécises (c'est-à-dire ambiguës).

Si nous prenons l'exemple de négociateurs chargés de s'entendre sur la localisation d'une station d'épuration industrielle, au lieu de leur fournir la gamme complète des données, il serait préférable de leur procurer les données qui indiquent où la station d'épuration ne devrait pas être installée (dans les zones à forte densité de population, près des zones écologiques, sur des sols sablonneux,...). La superposition de ces données cartographiées qui représentent en quelque sorte des contraintes « de veto », permet de dégager l'ensemble des zones acceptables parmi lesquelles les négociateurs pourront choisir une option qui satisfait aux préférences contradictoires. L'emploi de ces critères de « non-choix » permet d'éviter de retenir a priori des critères de choix qui pourraient occulter des options de localisation auxquelles on ne pense pas de prime abord.

4.3 Cohérence versus dialectique

Selon Guptill et al (1995), la **cohérence** (*logical consistency* en anglais) « **concerne les règles logiques de la structure [de données] et les règles régissant les attributs** ; elle décrit la compatibilité d'une donnée avec les autres données dans un ensemble de données ». La cohérence est évaluée à l'aide d'outils mathématiques relatifs :

- **Aux espaces métriques** : par exemple, le calcul des distances peut suivre plusieurs logiques. Ainsi, dans le cas d'un territoire urbain possédant un réseau routier dense, le calcul de la distance entre deux points peut s'appuyer sur la fonction *distance*

euclidienne (ou distance à vol d’oiseau) tandis que, dans le cas d’un territoire rural pour lequel de réseau routier est peu dense, il est nécessaire de réaliser une sommation de segments de route du point-origine ou point-destination.

- **Aux espaces topologiques** : par exemple, un segment de réseau hydrographique ne peut être orienté dans un sens alors que le segment contigu est orienté dans l’autre sens ; un segment de ligne ne peut appartenir au maximum qu’à deux polygones dans un espace à deux dimensions.
- **Aux ensembles ordonnés** : par exemple, dans le cas d’une base de données à structure hiérarchique, un objet ne peut appartenir à deux classes que si l’une inclut l’autre (un bâtiment de type commercial ne peut appartenir à la classe des bâtiments de type industriel, par contre, il peut appartenir à la classe des bâtiments de type non-résidentiel). Dans le cas d’une base de données à structure relationnelle, à chaque objet, doit être associé un seul et unique numéro d’identification.

La cohérence s’applique aux relations entre les objets géométriques (par exemple, un polygone ne peut être à la fois contigu et non contigu vis-à-vis d’un même autre polygone), entre les attributs (par exemple, le volume d’entrée dans une canalisation doit correspondre à la somme du volume de fuite et du volume de sortie) et entre les objets géométriques et attributs (par exemple, un objet linéaire ne peut être associé à un attribut de surface). Le degré de cohérence doit être vérifié tout au long de la chaîne de modélisation. Guptill et al (1995) rapportent la chaîne ci-après (figure 4.2).

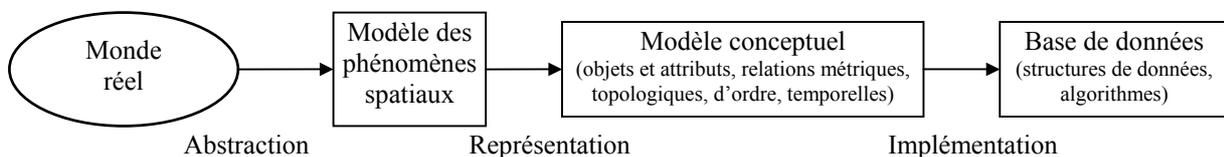


Figure 4.2 : Chaîne de modélisation (Guptill et al, 1995)

Le modèle des phénomènes spatiaux correspond au schéma cognitif de référence évoqué dans notre définition de l’incertitude. Ce modèle détermine totalement la structure du modèle conceptuel et de la base de données. De ce fait renforcer la cohérence du modèle conceptuel et de la base de données revient à réduire l’incertitude sur l’exactitude des

résultats surtout si ces derniers sont issus de procédures de calculs. Mais outre le fait que la cohérence du modèle des phénomènes spatiaux peut être affectée par les opérations d'abstraction cartographique (classification, agrégation, association et généralisation), elle suppose l'existence d'une cohérence du monde réel pour être exacte. Si nous considérons que la réalité est de type « kaléidoscopique », le travail d'abstraction produit plusieurs modèles de phénomènes spatiaux qui sont autant de schémas cognitifs plus ou moins contradictoires, plus ou moins interprétatifs et donc plus ou moins ambigus. Les impératifs de cohérence impliquent alors que nous pouvons nous retrouver avec plusieurs modèles conceptuels et donc plusieurs bases de données dont chacune représente un angle cohérent et spécifique d'une même réalité « kaléidoscopique ».

Par exemple, suivant la mission et les objectifs des acteurs concernés par la gestion des rejets industriels, la base de données sera structurée différemment :

- Un agent du Ministère de l'environnement privilégiera une approche nationale de la gestion du territoire et de l'environnement. Il pourra être intéressé par de l'information géographique agrégée à une échelle relativement petite et selon une structure de polygones représentant les bassins versants et les principaux sous-bassins afin de dégager les grandes tendances d'impacts des activités industrielles et de dresser un schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux. Ces données incluront notamment les zones principales d'activités polluantes et les zones écologiques d'importance.
- Un agent d'un organisme régional chargé de la gestion de l'environnement devra tenir compte de l'ensemble du territoire régional et notamment des zones de chevauchement entre deux bassins versants. De plus, ses interventions sur le territoire seront « priorisées » en fonction d'une classification des installations industrielles selon les risques de déversements et donc l'agent aura besoin d'une information beaucoup plus désagrégée que la précédente, d'une information ponctuelle, à une échelle plus grande. Par ailleurs, comme ce niveau géographique et administratif est généralement le plus pertinent pour analyser des options de gestion collective localisée ou non dans un parc industriel (surtout lorsque l'on souhaite éviter le transport de matière dangereuse sur de trop longues distances), une structure en réseau sera utile pour étudier les contraintes de transport sur le réseau routier, contraintes dépendant, par exemple, de la vulnérabilité des habitats fauniques adjacents à la route.

- Un agent chargé de la gestion environnementale sur un territoire inter-municipal voudra connaître la nature et le volume des activités industrielles, ainsi que leurs impacts potentiels afin notamment de proposer une répartition équitable des coûts et des responsabilités si les municipalités choisissent de participer à la construction d'une station collective d'épuration industrielle. L'agent aura besoin d'une information géographique à une échelle encore plus grande et désagrégée selon une structure de polygones respectant les limites municipales ; cette structure ne coïncidera pas forcément avec celle des sous-bassins versants (ou de tout autre découpage descriptif comme les aires de villégiature, les bassins de population). La tendance sera sans doute de créer une structure supra-municipale qui appuiera ses interventions sur un découpage en sous-bassins versants ... à moins que des considérations politiques ne fassent obstacle à ce genre d'entente.
- Enfin un agent municipal pourra être chargé de localiser une station d'épuration reliée par un réseau d'assainissement construit à cet effet, en faisant en sorte que la longueur de canalisations soit minimisée et que la loi des écoulements gravitaires soit respectée. Il aura besoin de traiter le territoire, non pas comme un ensemble d'objets spatiaux, mais comme une surface hétérogène. Autrement dit, l'information utile pourra être représentée, à très grande échelle, non pas sous forme vectorielle, mais sous forme matricielle ; ces structures sont très différentes ne serait-ce que parce que certains traitements mathématiques sont faisables sur la base de l'une, mais pas sur celle de l'autre (par exemple, le mode matriciel permet de simuler les écoulements hydrologiques pas à pas, c'est-à-dire en comparant les altitudes des pixels adjacents, ce que le mode vectoriel ne permet pas de faire). Il est possible de passer d'un mode à l'autre mais au risque de générer des erreurs au niveau des limites de valeurs (pour le mode matriciel) et des objets géométriques (pour le mode vectoriel) surtout si l'on retient une résolution peu fine.

Un tel exemple montre que des sous-systèmes (représentés par les bases de données) qui possèdent une cohérence interne, peuvent être difficilement cohérents les uns par rapport aux autres (le rôle des méta-données est alors essentiel pour identifier cette incohérence « transverse »). Il illustre aussi la dialectique entre la conceptualisation d'une problématique et l'intervention (surtout lorsque l'on adopte le principe qui consiste à penser globalement et à agir localement). Cette dialectique témoigne de l'ambiguïté des

objectifs, rôles et préférences des divers acteurs. La définition de Lesca et al (1995) de la cohérence ou plutôt de l'incohérence est intéressante car elle introduit la notion d'ambiguïté : « deux informations sont incohérentes si, une fois rapprochées et se rapportant à la même chose, elles fournissent des renseignements contradictoires ou, du moins, très flous ou sans signification ».

Un exemple d'incohérence transverse se retrouve lorsque l'agent du niveau national confronte sa représentation cartographique composée d'information polygonale avec celle de l'agent du niveau régional et composée d'information ponctuelle : si l'on affecte à chaque polygone de sous-bassins versants un attribut *volume de rejets industriels* et si l'on décide que la valeur de cet attribut est nulle lorsque ce volume est inférieur à un certain seuil, il est probable que certaines installations industrielles seront ignorées au niveau national, mais prises en compte au niveau régional. Cette incohérence n'est pas une erreur en soit : elle témoigne de la confrontation (ou encore de la dialectique) entre des schémas cognitifs qui portent en eux une cohérence interne sans pouvoir la transférer sur les autres schémas cognitifs.

La gravité d'une incohérence est fortement dépendante du type d'activité d'aménagement : comme l'expliquent Lesca et al (1995), « pour l'information de fonctionnement [autrement dit nécessaire aux activités de gestion], l'incohérence n'a pas sa place ... pour les informations d'anticipation [autrement dit nécessaires aux activités de planification ou de négociation], l'incohérence est plutôt l'hypothèse de base ».

Si la cohérence décrit la compatibilité structurelle d'une donnée avec les autres données dans un ensemble de données, la **dialectique évoque l'incompatibilité sémantique d'une donnée avec les autres données dans un ensemble de données**. La dialectique est essentielle pour la performance d'un groupe de décideur. En effet « l'homogénéité [notamment d'une information] favorise un environnement décisionnel dans lequel les membres du groupe sont moins vigilants. [Ceux-ci] tendent à passer sous silence l'information et les enjeux, deviennent [moins attentifs] aux objectifs, et prennent des décisions irréalistes. A l'inverse, l'hétérogénéité promeut l'expression de la diversité des points de vue, l'attention, le contrôle de l'information et des idées, la couverture de tous les enjeux,... » (Gouran et al, 1984). Par ailleurs, en aménagement du territoire, il est hasardeux de fixer une décision irréversible qui s'appuierait sur un semblant de cohérence

sans générer des conséquences très négatives. Par exemple, un attribut de *préférence de l'option de gestion collective des rejets*, défini à partir de l'attribut *volume de rejets* (en faisant l'hypothèse unique, mais logique qu'une entreprise sera d'autant plus intéressée par la gestion collective qu'elle produit de faibles quantités de rejets), est certes cohérent et utile lorsque l'on souhaite déterminer un emplacement optimal pour une station d'épuration industrielle à l'aide d'un modèle mathématique de localisation/affectation ; mais le résultat peut être faux si l'on ne tient pas compte d'autres critères de préférence comme la volonté de collaboration des établissements industriels. Cet argument justifie que l'on cherche à prendre des décisions « ouvrant » les activités de l'aménagement à d'autres décisions non encore identifiées (Lovell, 1995).

Enfin l'ambiguïté peut être fort utile dans la recherche d'une meilleure compréhension d'un phénomène spatial. Ainsi, d'après Loydd (1997) une carte peut être appréhendée par une approche séquentielle qui consiste à *lire* cette carte par petits pas : par exemple, on identifie les établissements les uns après les autres ; en agissant ainsi, on réduit l'incertitude liée aux formes spatiales et à leurs limites en évitant d'oublier certains établissements, mais ce repérage ponctuel ne fournit pas de sens pertinent à la compréhension de distribution spatiale de ces établissements. Cette carte peut être aussi appréhendée selon une démarche « holistique » qui consiste à *voir* la carte par un jeu de va-et-vient entre sa totalité et ses parties qui émergent peu à peu : par exemple, on ajuste visuellement des groupements d'établissements ; en agissant ainsi, on accepte l'ambiguïté initiale (on dit encore « le bruit ») pour construire un sens relatif à la distribution spatiale, mais on est contraint d'accepter une certaine incertitude sur la pertinence de ces regroupements. Cette dernière approche permet de découvrir des formes de répartition spatiale qui ne sont pas explicites au niveau de la base de données.

4.4 Opportunité versus projection

Guptill et al (1995) définissent trois types de temps : le « temps événementiel » correspond au moment où le phénomène spatial étudié change (par exemple, à une date t , la distribution spatiale des établissements industriels est différente de celle à la date $t + 1$ à cause des ouvertures et fermetures d'entreprises) ; le « temps d'observation » correspond au moment où le phénomène est observé (par exemple, à la date $t + 2$, le service de contrôle des rejets industriels effectue des analyses) ; le « temps de transaction »

correspond au moment où les données observées sont intégrées dans la base de données (par exemple, à la date $t + 3$, un agent saisit les résultats d'analyse dans le système d'information du service de contrôle des rejets industriels). L'utilisateur est essentiellement intéressé par le temps événementiel qui lui permet de vérifier si le contenu de sa base de données est périmé ou non. Mais souvent on est amené à substituer le temps événementiel par le temps d'observation fourni par le producteur de données et à admettre que le temps d'observation et celui de transaction sont identiques.

Ce critère de temporalité des données est souvent ignoré car nous avons rarement le choix entre diverses dates de saisie de données spatialisées (quand celles-ci existent d'ailleurs). Pourtant il serait essentiel d'apprécier ce facteur : par exemple, si les données relatives à la qualité du milieu aquatique peuvent être considérées comme assez stables dans le temps sauf lorsqu'un événement majeur se produit (déversement accidentel conséquent, construction d'une station d'épuration), les fortes fluctuations des activités des PME jettent un voile sur la pertinence de données collectées à des intervalles de temps assez grands ou impliquent de se contenter d'un nombre restreint d'attributs (pour une PME sous-traitante, les concentrations des rejets dépendant fortement de ses activités, leurs valeurs à la date t peuvent s'avérer peu représentatives d'une période de quelques mois).

Redman (1996) définit l'actualisation comme étant « le degré mesurant à quel point une donnée est à jour ». Sutter (1993) indique cependant l'intérêt de conserver de l'information historique qui permet de mieux comprendre la culture de l'organisation. Outre le fait que cette information peut illustrer l'expérience de l'organisation en rapport avec ce qu'il ne faut pas faire (ce qui permet de réduire l'incertitude sur le succès de la décision à prendre), elle peut témoigner des ambiguïtés historiques sur la mission de l'organisation (par exemple, dans certains pays, certaines réglementations environnementales sévères se sont soldées par une détérioration telle du secteur des PME que le législateur a dû se réapproprier sa mission, certes ambiguë, consistant à la fois à protéger l'environnement et à stimuler l'économie : pour cela, il a adopté une approche reposant à la fois sur la coercition et l'incitation).

Par ailleurs, quand on souhaite assurer la réussite du développement d'un système d'information, on mettra souvent l'accent sur « l'**opportunité** » des données, c'est-à-dire

la qualité des données à être disponibles au bon moment (ni trop tôt, ni trop tard). L'opportunité d'une donnée fait référence à un schéma cognitif en dehors duquel une donnée est jugée non opportune. Diverses approches décisionnelles peuvent illustrer cet argument :

- Dans une procédure décisionnelle de type linéaire (c'est-à-dire par étape irréversible), chaque lot de données devient opportun à une certaine étape alors qu'il ne l'était pas avant et ne le sera plus après. Par exemple, si le planificateur souhaite localiser une station d'épuration collective, il pourra d'abord identifier le territoire à cibler (pour cela, il aura besoin d'évaluer la distance maximum séparant les établissements les plus excentrés d'un noyau d'établissements près duquel la future station d'épuration a de fortes chances d'être installée afin de réduire les coûts de transport) ; à la fin de cette étape n°1, le territoire ciblé n'est plus remis en question. Ensuite il pourra éliminer les zones écologiquement vulnérables et à forte densité de population ; à la fin de cette étape n°2, les contraintes écologiques et démographiques (par conséquent les données associées) ne seront plus considérées. Enfin, à l'étape n°3, il pourra simuler une solution satisfaisante en cherchant à minimiser les divers coûts (transport, terrain,...) et en maximisant la demande potentielle pour accroître les économies d'échelle potentielles. Chaque étape est supportée par un schéma cognitif qui n'empiète pas sur le schéma cognitif suivant. Cette approche permet de réduire l'incertitude sur chaque critère de choix car elle borne totalement l'opportunité de chaque lot de données.
- La précédente approche ne permet pas de tenir compte des éventuelles mesures compensatoires qui pourraient rendre acceptable l'installation de la station d'épuration : par exemple, dans une zone densément peuplée, on peut chercher à obtenir le consentement des populations en proposant une contre-partie comme la construction d'une piscine ou une baisse des taxes foncières. Pour cela il est nécessaire d'adopter une procédure décisionnelle de type itératif (c'est-à-dire par étape réversible) : constatant que la solution proposée à l'étape n°3 n'est pas satisfaisante, le planificateur pourra relaxer les contraintes de l'étape n°2 par l'arbitrage des mesures compensatoires. Ensuite il retourne à l'étape n°3 sans oublier d'intégrer le coût des mesures compensatoires à son calcul. Il sort de la boucle lorsque la solution calculée à l'étape n°3 est jugée satisfaisante. Cette approche incrémentale provoque un chevauchement temporel des schémas cognitifs et donc des opportunités des données via la prise en compte des mesures compensatoires. Ces

dernières accroissent l'incertitude sur la pertinence de la solution bien que ou parce qu'elles proposent un arbitrage monétaire entre des préférences ambiguës.

- L'approche par scénario consiste à proposer des options intégrant l'ensemble des lots de données selon des hiérarchisations pré-établies ou modifiables des préférences. Par exemple, le planificateur pourra proposer un scénario *protection de l'environnement* qui affectera une forte pondération aux aspects environnementaux au détriment des considérations économiques et démographiques et un scénario *minimisation des coûts* qui affectera, aux aspects économiques, une forte pondération. Pour chaque scénario, tous les schémas cognitifs (ainsi que les opportunités des données) sont superposés les uns sur les autres selon la hiérarchisation correspondante. Mais on ne peut construire un nombre infini de scénarios sans rendre le processus décisionnel rébarbatif et inefficace ; la limitation du nombre d'options accroît l'incertitude sur la pertinence de la solution. De plus chaque scénario biaise le traitement des préférences ambiguës en fournissant a priori une manière de résorber ces ambiguïtés. Cette approche n'accroît pas la marge d'opportunité des données puisqu'un scénario traite simultanément de toutes les données.
- L'approche communicationnelle s'appuie sur le rôle créatif des échanges constructifs et sur le besoin de produire une solution consensuelle. Par exemple, l'objectif de localisation d'une station d'épuration peut se transformer en un objectif de récupération des rejets par un autre type d'entreprise industrielle qui s'en servirait comme matière première : ainsi le volume final de rejets pourrait être réduit et influencer fortement le dimensionnement, les impacts et donc la localisation de la station d'épuration. Les schémas cognitifs, issus des acteurs, sont confrontés et modifiés par le dialogue. Les incertitudes sur l'issue du processus décisionnel sont très grandes à cause de la forte ambiguïté générée par les échanges et les rapports de force, ambiguïté qui demeure « l'humus » permettant éventuellement à une solution originale d'émerger. Les opportunités de données sont réactivées de manière plus ou moins aléatoire et surprenante au fil des échanges. Et ce n'est pas tant l'opportunité des données qui compte, mais le besoin de **projeter leur pertinence selon la dynamique plus ou moins aléatoire du processus décisionnel.**

A titre indicatif, la gestion des historiques des informations, à l'aide de bases de données temporelles, retient l'attention de certains chercheurs comme Fauvet et al (1998) qui utilisent le principe du « *time-geography* » (définition d'un référentiel spatio-temporel

unique) dans la conception d'applications SIG. De ce fait, les attributs bi-polaires évoqués dans ce chapitre ne concerneraient plus, de manière exclusive, la dimension spatiale ou bien la dimension temporelle, mais simultanément les deux dimensions (ce qui est plus cohérent dans l'étude des dynamiques spatiales).

4.5 Intelligibilité versus originalité

Pour cet attribut bipolaire, nous nous sommes inspirés des travaux de Shannon et Weaver qui ont débouché sur la Théorie de l'Information. Cette théorie part de l'axiome selon lequel « il existe un invariant dans la transmission des messages permettant de concevoir l'information comme une quantité mesurable » (Moles, 1972). Ce dernier auteur explique que « si un message est ce qui sert à modifier le comportement du récepteur, la valeur du message [ou encore son information] est d'autant plus grande que le message est susceptible d'apporter plus de modification à ce comportement, c'est-à-dire non qu'il est plus long, mais qu'il est plus nouveau ». On retrouve un constat similaire chez Carpentier (1989) : « l'information [dans son sens commun et non le sens restrictif donné par Shannon et Weaver] c'est, par définition, une formation au-dedans de nous-mêmes ...nous ne tolérons que les in-formations (sic) qui ne nous obligent pas à une transformation très importante ; celles-ci nous dérangerait trop ». **La mesure de la quantité d'information dans un message devient alors une mesure de l'imprévisibilité du message. Imprévisibilité et originalité du message sont synonymes alors que l'intelligibilité varie en sens inverse de l'originalité.**

Shannon et Weaver ont essentiellement voulu décrire les messages d'un point de vue syntactique car ils cherchaient à définir une méthode de codage des messages à transmettre par un canal artificiel, cette méthode devant s'appuyer sur le principe d'indépendance entre la composition statistique du message (en signaux perceptibles) et la signification particulière de ce message. Leur objectif était donc d'accroître au maximum la performance de la transmission en réduisant la redondance et la prévisibilité du message (ce qui revient à accroître l'incertitude sur l'occurrence des signaux émis). Cependant, le message ne doit pas être trop imprévisible car le traitement du niveau syntactique du message dépend entre autre des capacités humaines à discriminer les signaux émis. « Pour un message visuel, ce sont les seuils différentiels de l'œil qui vont intervenir dans cette discrimination » (Moles, 1972) : ainsi, si une carte géographique du temps de transfert

hydrogéologique des sols (relatif à un déversement polluant ponctuel) possède une résolution matricielle de 10 m et une échelle au 1 / 200 000 ème, elle risque d'être illisible en mode séquentiel à cause du « bruit de fond » généré par une trop grande précision. Par contre, en mode « holistique », si le bruit de fond n'est pas trop excessif, cette carte permettra de découvrir des formes spatiales issues de l'agrégation mentale des pixels.

Mais, dans ce cas, nous ne parlons plus du **niveau syntactique**, mais du niveau sémantique. Par ailleurs l'incertitude syntactique n'apparaît intéressante que lorsque nous sommes limités par les capacités de stockage et de transmission des moyens technologiques de communication.

En dehors du niveau syntactique, il existe deux autres niveaux d'information (Lan, 1972) dont l'incertitude nous paraît plus intéressante dans le cadre d'une activité décisionnelle :

- Le **niveau sémantique** : Il correspond au degré de signification du message, degré qui dépend du récepteur, des connaissances de celui-ci. L'intelligibilité d'une information (maintenant prise sans son sens commun) est alors définie comme l'aptitude de cette information à être comprise par un acteur qui, pour cela, doit posséder et maîtriser le schéma cognitif adéquat. L'originalité d'une information est donc l'aptitude de cette information à « dérouter » l'acteur de son schéma cognitif initial pour lui faire découvrir un nouveau schéma cognitif. L'acteur ainsi dérouté éprouve une certaine ambiguïté sur l'exactitude de son précédent schéma cognitif et donc de l'incertitude sur la pertinence de s'appuyer sur ce schéma pour prendre une décision.

L'assimilation de cette originalité peut conduire à l'ajustement du schéma initial pour tenir compte des objections soulevées par le nouveau schéma : cette opération mentale, de type post-positiviste, amène l'acteur à remplacer certaines parties du schéma initial dont l'inexactitude est révélée par le nouveau schéma, ou à trouver un schéma cognitif plus général qui englobe les précédents schémas. Un exemple est donné par l'intégration des coûts environnementaux et sociaux dans le calcul de la faisabilité économique d'un projet de construction d'une station d'épuration industrielle. Cette assimilation de l'originalité peut aussi se traduire par l'émergence de confrontations cognitives et d'une structure de préférences indécises et ambiguës lorsque les schémas cognitifs s'avèrent incompatibles : l'opération mentale nécessaire, de type constructiviste, consiste à créer un nouveau schéma

cognitif sur la base de la dialectique entre les deux précédents. Par exemple, partant d'un schéma cognitif de minimisation des coûts d'une entreprise qui incite à éviter au maximum d'investir sur des équipements de traitement et de récupération des rejets et d'un schéma cognitif de protection du milieu aquatique qui exige d'investir sur de tels équipements, on peut créer un nouveau schéma cognitif qui démontre l'intérêt économique de la minimisation de la pollution au travers d'un diagnostic de la chaîne de production industrielle, diagnostic qui mettra en lumière les gaspillages de matière première (comme une fuite dans un bain d'acide chromique qui provoque à la fois un surcoût inutile et une contamination). On constate que l'information doit à la fois posséder un certain degré d'intelligibilité, pour réduire de manière satisfaisante l'incertitude sur la compréhension du monde, et un certain degré d'ambiguïté pour témoigner des divergences de perception, de valeurs et d'intérêts surtout lorsque l'on est en contexte multi-acteurs.

Enfin la normalisation de la collecte et de la structuration des données (notamment géographiques) est un bon exemple de cette dialectique qui existe entre un objectif d'intelligibilité et un objectif d'originalité. En effet si les normes permettent de construire des bases de données qui seront intelligibles pour tous les acteurs avec un minimum d'effort à réaliser, elles peuvent enfermer les acteurs dans un schéma cognitif qui ne laissera plus de place aux données originales dont la pertinence ne peut être prévue justement parce qu'elles sont originales, c'est-à-dire imprévisibles.

- Le **niveau pragmatique** : il correspond au degré d'utilité de l'information par rapport aux besoins du récepteur. Un décideur se servira de l'information pour comprendre le phénomène ciblé. Or une information trop originale peut trop dérouter l'acteur qui ne possède ni le temps, ni les moyens cognitifs pour assimiler cette originalité ; l'ambiguïté sur la valeur de cette information créera sans doute une incertitude trop importante sur la pertinence de celle-ci et l'information sera plutôt ignorée (par exemple, il existe des parcs industriels dits écologiques parce qu'ils sont composés d'établissements industriels dont les rejets sont utilisés comme matière première par d'autres établissements ; malgré l'information existante, elle est vraisemblablement trop floue, pas assez éprouvée, trop originale pour que cette option soit actuellement retenue par des industriels généralement très prudents).

Un acteur se servira aussi de l'information pour justifier sa décision. Dans ce cas, comme Taylor (1994) le montre, un acteur, sûr de ses compétences, sera plus à même de risquer l'ambiguïté d'une décision et de l'information associée au détriment d'une réduction plus grande de l'incertitude et donc d'une plus forte intelligibilité de sa décision et de l'information associée. Par exemple, pour un décideur public, l'option de gestion individuelle des rejets industriels est sans doute l'option la moins ambiguë à justifier auprès des écologistes : il lui sera possible de fournir une information, essentiellement technique, relative aux équipements dont doivent se doter les établissements (mais cette option peut être fortement remise en question par le fait que ces établissements -plus particulièrement les PME- n'ont souvent pas les moyens d'investir, ni de faire fonctionner correctement ces équipements) ; l'option de gestion collective est, par contre, beaucoup plus difficile à défendre auprès des écologistes qui peuvent être réfractaires à l'ambiguïté sur les options de transports de rejets et sur l'information associée (quel conditionnement et quel parcours privilégier ?).

Chapitre 5 :

Proposition d'un guide d'aide à la pratique des SIRS

La pertinence d'un guide d'aide à la pratique des SIRS est justifiée par les besoins des décideurs (gestionnaires, planificateurs et négociateurs) différents de ceux classiquement mis de l'avant en sciences exactes (objectivité, précision, exactitude, cohérence,...). Si un certain nombre de grilles d'analyse existantes mettent l'accent sur l'implication déterminante de l'organisation dans le développement réussi d'un SIRS, elles paraissent limitées par l'approche épistémologique implicite (post-positiviste) qui tend à évacuer la spécificité de chaque situation d'implantation d'un SIRS et les intentions des acteurs impliqués (ou encore engagés) dans les processus de traitement de l'information et de prise de décision (§ 5.1).

A partir du « croisement » des concepts relatifs aux processus décisionnels (§ 3) et aux besoins en qualité de l'information (§ 4), un guide d'aide à la pratique des SIRS est proposé : il se compose d'outils d'appréhension du contexte informationnel et décisionnel (§ 5.3) et d'une grille d'analyse des besoins en qualité de l'information (§ 5.4). Les premiers résument la démarche de pratique des SIRS sous l'angle de la gestion de l'incertitude et de l'ambiguïté, les correspondances entre contextes décisionnels et applications SIG et les principaux compromis auxquels se heurtent les concepteurs de SIRS. Quant à la grille d'analyse des besoins en qualité de l'information, elle explicite les rapports entre les attributs bi-polaires et les contextes décisionnels.

Ce chapitre achève la présentation du cadre conceptuel relatif à la pratique des SIRS, les mots-clé étant l'incertitude, l'ambiguïté, la flexibilité, la gestion, la planification stratégique, la négociation, les SIRS, les applications SIG et la qualité de l'information. Dans la partie B de cette thèse, des applications SIG sont développées dans le domaine de la gestion des rejets industriels. Ces applications seront analysées afin vérifier la pertinence du guide d'aide à la pratique des SIRS (§ 10), chacun des outils d'analyse étant considéré comme une hypothèse « opérationnelle ».

Les différents arguments et exemples des chapitres 3 et 4 ont démontré que la réussite d'un projet SIRS passe non seulement par une certaine connaissance « scientifique » de la problématique que l'on souhaite résoudre, mais aussi par une prise en compte explicite du type de contextes décisionnels et des besoins en qualité de l'information, cela afin de mieux appréhender les aspects incertains et ambigus qui jalonnent un processus décisionnel.

Dans le cadre du 5^{ème} atelier « SIG-CE », organisé par l'Institut des Applications Spatiales et par le Centre de Recherche Conjoint de la Commission Européenne, Engelen et al (1999) ont exprimé ces besoins de la manière suivante : « Beaucoup de projets de recherche [financés par le programme « Environnement et Climat » de la Direction Générale XII, Commission Européenne] ont produit des suggestions et recommandations « scientifiquement » [SIC] fondées sur les moyens de ralentir, arrêter ou inverser les processus de dégradation du sol. Cependant peu de mesures et d'interventions proposées ont été intégrées dans les processus de planification de politiques... Ainsi, du point de vue très pragmatique de la planification de politiques, ces études ont fait l'objet de peu d'applications concrètes. Ceci est en partie dû par le fait que la majorité de ces recherches ont été réalisées pour des besoins scientifiques et dans le but de mieux comprendre les processus expliquant les problèmes [de désertification]. Ce type de recherche a tendance à être très sectoriel et très approfondi, plutôt qu'intégré et multidisciplinaire. Il peut produire des résultats extrêmement valables dans une discipline précise, mais trop spécifiques et trop déconnectés pour un décideur [politique] qui a besoin d'une vue plus large sur les problèmes à résoudre ». Les auteurs concluent en disant que « le meilleur moyen de résoudre ce problème [de conformité des modèles avec les besoins des décideurs] pourrait bien être de développer, en parallèle à la version scientifique d'un modèle, ... une version « politique » spécialement conçue pour les besoins d'un planificateur ».

Ces constats justifient la nécessité de développer des guides d'aide à la pratique des SIRS adaptés aux besoins des concepteurs autres que les « scientifiques » (ou du moins les chercheurs en sciences exactes), **ces concepteurs devant développer une « complicité » avec les utilisateurs** plus ou moins directs des applications SIG : les gestionnaires, les planificateurs et les négociateurs. Si la demande pour ce genre de guide n'est pas encore formulée de manière explicite, elle semble implicite dans les constats suivants : d'une part,

la majeure partie des applications SIG exploitées en milieu non universitaire sont des SIT que l'on emploie essentiellement comme systèmes de gestion de base de données ; d'autre part, sur le nombre de SIADRS développés en milieu universitaire, rares sont ceux qui franchissent la barrière des secteurs professionnels ; enfin les quelques applications SIG conçus pour intervenir dans un processus de négociation ne paraissent pas avoir été développés en partenariat avec des négociateurs dans la mesure où ils ont tendance à occuper la place de ces négociateurs qui ne souhaitent sans doute pas se voir ainsi déposséder de leur marge d'action (ces applications SIG respectent plus la philosophie d'un SIADRS que celle d'un SISARS).

Dans ce qui suit, nous présentons un tel guide qui devrait être exploité en amont du processus décisionnel.

5.1 Quelques outils d'analyse existants

Il n'est pas dans notre propos de réaliser une étude exhaustive des grilles d'analyse existantes et relatives aux rapports entre développement d'un SIRS et contexte organisationnel, ainsi qu'au montage de projets SIRS. Cependant quelques exemples (voir annexe A) permettent de dessiner un portrait global des enjeux et préoccupations :

- Huxhold et al (1995) caractérisent le contexte organisationnel d'implantation d'un SIRS dans le secteur public en fonction de critères variés : statut de l'acteur responsable de la politique informatique, statut de l'acteur bénéficiaire, type d'objectif, type de technologie retenue,... Cette grille (annexe A.1) montre l'impact essentiel de la structure organisationnelle sur la configuration et la finalité du SIRS dont la pertinence est du coup limitée. Roche, S. (1997) explicite les différentes motivations plus ou moins conscientes et sous-jacentes à l'implantation d'un SIRS (annexe A.8) et met ainsi en relief les déterminations structurelles d'un SIRS.
- Scholten et al (1990) spécifient la nature de l'interface homme-machine et les besoins informationnels en fonction du type d'utilisateur des applications SIG. Roche, S. (1997) établit des liens de perceptions entre territoire, aménagement du territoire, information géographique et SIRS pour expliquer les modalités d'utilisation et d'appropriation des

SIRS en fonction du type d'utilisateurs (techniciens, aménagistes et élus). Ces grilles d'analyse (annexes A.2 et A.3) mettent en évidence les différences de culture de métier qui peuvent entraver la réussite d'un projet SIRS.

- Obermeyer (1994) propose des facteurs explicatifs de succès ou d'échec d'un projet SIRS (annexes A.4 et A.7). Ces facteurs mettent essentiellement en valeur l'importance d'un savoir-faire relationnelle nécessaire à une appropriation réelle du SIRS par les utilisateurs.
- Ajenstat (1984) présente les différentes approches d'implantation d'un SIAD (annexe A.5) en mettant l'accent sur leurs limites et sur l'importance des interactions entre le spécialiste et l'utilisateur.
- Scholten et al (1990) caractérisent les besoins informationnels en fonction du niveau hiérarchique d'une organisation : opérationnel, tactique et stratégique (annexe A.6). Il en ressort des différences importantes et relatives à la qualité et la nature de l'information nécessaire.

Ces grilles d'analyse mettent l'accent sur l'implication déterminante de l'organisation dans le développement d'un SIRS. Cependant, **elles n'explicitent pas les implications liées à la nature du contexte décisionnel** (on peut d'ailleurs se demander dans quelle mesure elles ne s'inscrivent pas implicitement dans un contexte décisionnel de type gestion).

De plus, sans vouloir remettre en question la pertinence ces grilles d'analyse, elles nous semblent cependant limitées par le statut même que le chercheur décide d'occuper : celui de l'observateur qui tente de dégager des lois généralisables (posture typiquement positiviste ou du moins post-positiviste). Or :

- D'une part, un concepteur de SIRS est très souvent confronté à une situation spécifique (en fait c'est moins vrai en gestion et plus vrai en planification stratégique et surtout en négociation : c'est la raison pour laquelle le guide présenté ci-après est volontairement

conceptuel, son application exigeant un effort dont le degré et la nature sont déterminés par cette situation spécifique ; l'approche suggérée est plutôt de type constructiviste).

- D'autre part, il ne peut se contenter d'être un observateur distant, objectif et neutre car il est impliqué dans le processus décisionnel : sa responsabilité est engagée ; son comportement d'être humain influence forcément ceux des autres acteurs et inversement ; il est mu par des perceptions, valeurs et intérêts plus ou moins conscientisés et en rapport avec son statut socio-professionnel, son profil psychosocial ; enfin il est quasiment impossible d'être simultanément observateur et acteur (bien sûr un va-et-vient est possible et souhaitable : mais dans quelle mesure sommes-nous capables d'agir totalement en conformité avec nos pensées ?).

En complémentarité, nous présentons donc, dans ce qui suit, des outils d'analyse proposant une lecture de la pratique (développement et utilisation) des SIRS sous un double angle décisionnel et informationnel.

5.2 Outils d'appréhension du contexte informationnel et décisionnel

Partant du principe selon lequel l'ambiguïté et l'incertitude sont des phénomènes qui influent fortement la résolution d'une problématique territoriale, nous proposons une démarche informationnelle générique destinée à ouvrir la pratique des SIRS non pas seulement sur la problématique environnementale à résoudre, mais aussi sur la qualité de l'information et la dynamique du processus de traitement de l'information. Cette démarche (figure 5.1) se décline sous deux angles :

- Le premier cherche à transcrire les concepts d'ambiguïté et d'incertitude dans les préoccupations informationnelles de nature technique. Ces dernières s'expriment en terme d'attributs bipolaires relatifs à la qualité de l'information : l'exactitude versus le réalisme ; la complétude versus l'interprétation ; la cohérence versus la dialectique ; l'opportunité versus la projection ; l'intelligibilité versus l'originalité. A leur tour, ces attributs interviennent dans la conception et l'utilisation du système d'information géographique.

- Le second angle cherche à transcrire les concepts d'ambiguïté et d'incertitude dans les préoccupations de nature procédurale. Ces dernières s'expriment au travers du degré de flexibilité du processus de traitement de l'information, degré qui dépend de la nature de l'activité d'aménagement considérée : la gestion, la planification stratégique ou la négociation relative à des enjeux territoriaux. A son tour, ce degré de flexibilité intervient dans la conception et l'utilisation du système d'information géographique.

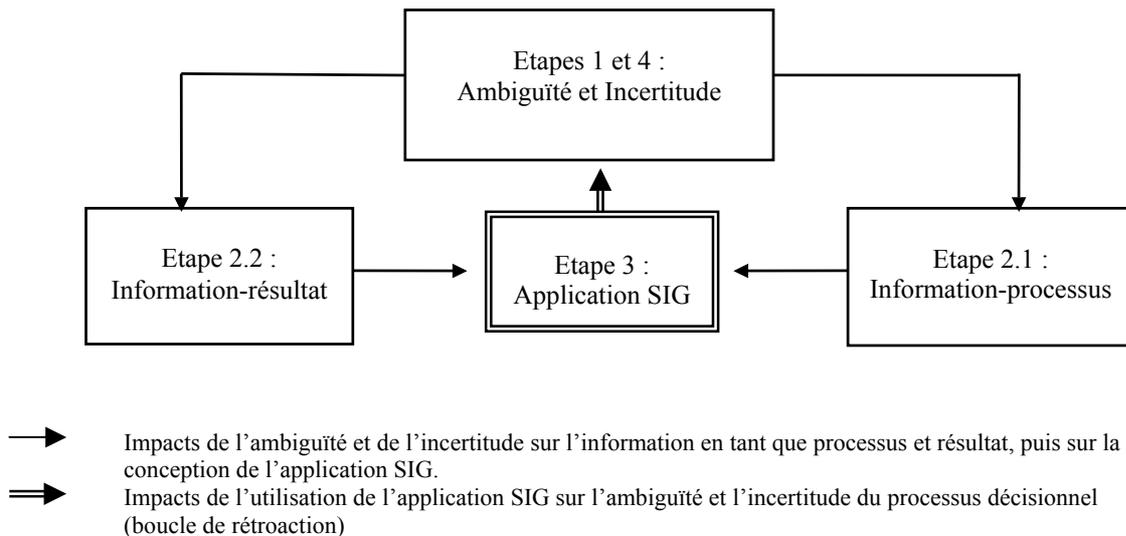


Figure 5.1 : Schéma de démarche informationnelle

Cette précédente figure met l'accent sur la confrontation observation/action (§ 11.1.2) :

- Dans un premier temps, l'observation des phénomènes d'incertitude et d'ambiguïté, en terme informationnel, est destinée à « prospecter » les besoins relatifs à la gestion de ces phénomènes pour accompagner la conception et l'utilisation du SIRS.
- Dans un second temps, le « comportement » de l'application SIG, produite en réponse aux besoins précédemment explicités, concourt à une réactualisation empirique des enjeux liés aux phénomènes d'incertitude et d'ambiguïté, soit parce que ces derniers ont pris une tournure nouvelle, soit parce qu'ils émergent sous une forme plus explicite.

Un second outil concerne une formalisation graphique des correspondances entre contexte décisionnel et type d'applications SIG (figure 5.2).

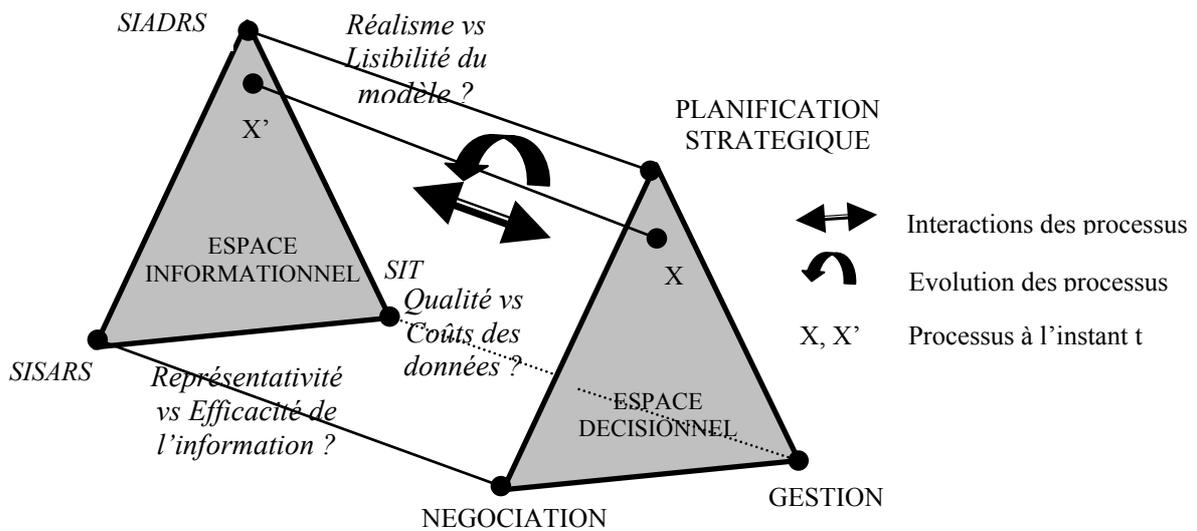


Figure 5.2 : Prisme d'interactions entre processus décisionnel et application SIG

Cette formalisation permet d'introduire trois questions fondamentales dans les modalités de pratique des SIRS :

- **En gestion, quel compromis doit-on retenir entre qualité et coût des données ?**
- **En planification stratégique, quel compromis doit-on adopter entre réalisme et compréhension du modèle ?**
- **En négociation, quel compromis doit-on accepter entre représentativité et efficacité de l'information ?**

Cependant ces contextes décisionnels, tels que définis, ne doivent être considérés que comme les bornes d'un espace décisionnel à l'intérieur duquel se situe et évolue le processus décisionnel. Ainsi, par exemple, dans un premier temps, les services publics peuvent se contenter d'assurer un contrôle réglementaire efficace des rejets industriels (contexte type gestion) tant que les interventions coercitives n'affectent pas dramatiquement la santé financière du secteur industriel ; à ce stade, il est alors

envisageable de lancer une négociation pour déterminer des groupes d'établissements industriels susceptibles de s'associer dans le cadre d'une gestion groupée ; puis une procédure de planification stratégique permet de proposer aux établissements restants, géographiquement isolés ou refusant les contraintes organisationnelles d'une gestion groupée, de faire traiter leurs rejets par une STEP centralisée ; enfin il s'agit d'adapter le contrôle réglementaire à ces nouvelles activités de pré-traitement collectif des rejets industriels.

En parallèle avec le processus décisionnel, le processus de traitement informationnel (c'est-à-dire la configuration du SIRS et de l'application SIG) évolue à l'intérieur d'un espace de développement et d'utilisation des SIRS borné par trois obstacles définis par les trois précédentes questions.

Mais afin de choisir la configuration préférable du SIRS et de l'application SIG (SIT, SIADRS ou SISARS), il est nécessaire de reconnaître le type de processus décisionnel probable. C'est la tâche de la grille d'analyse (tableau 5.1) que d'aider à cette reconnaissance. Les éléments de cette grille émanent des considérations évoquées au § 3. L'accent est mis plus particulièrement sur les modalités de gestion de l'incertitude et de l'ambiguïté, de même que sur leurs implications en terme de pratique des SIRS.

5.3 Grille d'analyse des besoins en qualité de l'information

Cette dernière grille d'analyse (tableau 5.2) est destinée à aider à une appréhension efficace des besoins en qualité de l'information (ou encore en gestion de l'ambiguïté et de l'incertitude) par rapport au type de contexte décisionnel. Elle synthétise les « réflexes » conceptuels présentés au § 4, dans la perspective d'une meilleure maîtrise concrète des enjeux liés à la qualité de l'information.

Tableau 5.1 : Grille d'analyse du contexte décisionnel

	Gestion	Planification stratégique	Négociation
Définition	Activités routinières avec objectifs et moyens connus à l'avance.	Objectifs connus et clairs, mais moyens sujets à des impondérables externes.	Objectifs et moyens flous : traitement collectif nécessaire.
Ontologie	Réalité objective	Réalité objective non complètement accessible	Réalité construite
Epistémologie	Positivisme	Post-positivisme	« Critical theory » et Constructivisme
Approches méthodologiques	Rationnelle (substantive)	Stratégique (procédurale)	« Justificative » et « Communicationnelle »
Fonction du décideur	Gestionnaire	Planificateur	Négociateur
Nature comportementale	Réactif	Pro-actif	Interactif
Attention portée sur :	Presque exclusivement la problématique	Plutôt la problématique, mais aussi les acteurs externes et internes au processus décisionnel	Essentiellement les acteurs internes, mais aussi la problématique
Contraintes Versus Potentialités *	Prise de décision entièrement déterminée par les contraintes	Recherche d'opportunités respectant des compromis au niveau des contraintes	Importance des contraintes relativisée au profit d'une recherche d'opportunités
Type de solution	Optimal, descriptif et objective	Satisfaisante, prospectif et limité dans son objectivité	Robuste, prescriptif et intersubjectif
<i>Gestion de l'ambiguïté **</i>	<i>Ambiguïté évacuée</i>	<i>Ambiguïté devenant une incertitude sur les préférences</i>	<i>Ambiguïté résolue par manipulation de l'information</i>
<i>Gestion de l'incertitude **</i>	<i>Incertain évacuée</i>	<i>Réduction de l'incertitude par apport d'information</i>	<i>Importance relativisée de la réduction de l'incertitude</i>
<i>Flexibilité du processus :</i> - <i>Robustesse</i> - <i>Elasticité</i> - <i>Stabilité</i>	<i>Minimum</i> <i>Maximum</i> <i>Maximum</i>	<i>Moyenne</i> <i>Elevée</i> <i>Elevée</i>	<i>Maximum</i> <i>Faible</i> <i>Faible</i>
Type d'information	Très formalisée et plutôt quantitative	Plutôt formalisée, quantitative et qualitative	Peu formalisée et plutôt qualitative
<i>Conception et utilisation du SIRS</i>	<i>Phases totalement séparées</i>	<i>Rétroactions plutôt incrémentales</i>	<i>Phases en parallèle et en osmose</i>
Responsabilité de l'expert vis-à-vis la solution	Totale	Principale	Secondaire
<i>Intérêt de la flexibilité dans la pratique des SIG</i>	<i>Faible</i>	<i>Assez fort</i>	<i>Très fort (« en temps réel »)</i>
<i>Intérêt de l'automatisation liée aux SIG</i>	<i>Forte</i>	<i>Relative</i>	<i>Faible</i>

* : le couple Contraintes/Potentialités est synonyme du couple Menaces/Opportunités.

** : gestion de l'incertitude et de l'ambiguïté au niveau de la pratique des SIRS et non du processus décisionnel.

**Tableau 5.2 : Grille d'analyse des correspondances
entre qualité de l'information et contexte décisionnel**

	Gestion	Planification stratégique	Négociation
Exactitude/ Réalisme	Accent mis sur l'exactitude, le réalisme devenant secondaire : il s'agit de connaître le territoire sur une dimension spécifique et à des fins d'interventions ponctuelles dans le temps et dans l'espace.	Accent mis sur le réalisme, l'exactitude étant relativement secondaire : il s'agit de mieux saisir les interactions entre différentes dimensions d'un territoire donné et par rapport à une problématique donnée.	Accent mis sur le réalisme, l'exactitude devenant secondaire : il s'agit de représenter les différents angles d'appréhension du territoire en rapport avec le profil socioprofessionnel des décideurs, leurs perceptions, valeurs et intérêts.
Complétude/ Interprétation	Par rapport à un type donné d'intervention, la base de données associée doit être complète et couvrir l'ensemble du territoire à une échelle pertinente de telle sorte que l'analyse de ces données soit résolument orientée vers l'action et non l'interprétation.	La complétude des données est essentielle mais à un niveau systémique et non analytique, symbolique et non numérique. L'approche systémique sous-entend que le modèle territorial adopté est une interprétation plus ou moins riche du territoire en fonction des besoins.	Chaque décideur venant avec une représentation individuelle du territoire, représentation justifiant leurs prises de position, celle-ci est forcément incomplète et interprétative. L'issue de la négociation est la construction d'une représentation consensuelle d'un territoire collectivement interprétée.
Cohérence/ Dialectique	Le but étant de maximiser l'efficacité de l'intervention technique sur le territoire, il est nécessaire de fournir une base de données cohérente (levant toute ambiguïté et toute incertitude).	Le modèle territorial trouve sa légitimité intellectuelle au travers de sa cohérence. Les enjeux qui pourraient faire l'objet d'une confrontation dialectique, sont traités numériquement par rapport à une échelle commune.	La négociation est fondamentalement composée de confrontations que la dialectique permet de surpasser en favorisant l'émergence de solutions originales (n'appartenant à aucun schéma cognitif individuel initial).
Opportunité/ Projection	L'intervention technique sur le territoire exige une organisation parfaite de la disponibilité des données de telle sorte qu'une donnée puisse être extraite au moment opportun.	Parce que la planification est une activité qui s'ancre dans l'historicité d'un territoire et qui cherche à prévoir les évolutions de ce territoire sur le long terme, le décideur doit être capable de projeter les données par rapport à leur appartenance temporelle.	La dynamique d'une négociation étant par essence aléatoire, il n'est pas permis de considérer a priori le degré d'opportunité des informations ; l'entrechoquement des données aléatoirement projetées dans le temps permet la construction collective de l'histoire et du devenir du territoire.
Intelligibilité/ Originalité	Pour maximiser une intervention donnée sur le territoire, il est nécessaire d'assurer une intelligibilité maximale des données et de leur structure par rapport aux besoins et connaissances de l'utilisateur ciblé.	L'intelligibilité du modèle est recherchée en tant que qualité finale de ce modèle afin que celui-ci puisse être présenté auprès des décideurs non spécialisés. Cependant cette intelligibilité est de type systémique et non analytique. Autrement dit, les simulations réalisées permettent a priori de transformer l'originalité de la problématique en intelligibilité.	La différence des points de vue des décideurs produit de l'originalité dans le traitement de l'information, originalité propre à dérouter, de leur schéma cognitif individuel initial, les décideurs acceptant d'être influencés par les autres décideurs. Cela afin de produire un schéma cognitif collectif que la reformulation des schémas cognitifs individuels rendra collectivement intelligible en fin de processus décisionnel.

L'objet de cette thèse est d'évaluer la pertinence de ces différents outils d'analyse par étude de cas (partie B) : ces outils d'analyse peuvent en effet être considérés comme autant d'hypothèses « opérationnelles » sous forme schématique ou tabulaire. Ils peuvent être aussi exprimés sous forme textuelle :

H1 : La prise en compte du contexte décisionnel implique une approche spécifique des phénomènes d'incertitude et d'ambiguïté.

Cette hypothèse s'appuie plus particulièrement sur le cadrage conceptuel synthétisé par la grille d'analyse du contexte décisionnel (tableau 5.1).

H2 : Les écueils relatifs à la détermination des besoins en qualité de l'information sont conditionnés par la nature du contexte décisionnel.

Cette hypothèse est principalement construite à partir des considérations évoquées dans la grille d'analyse des correspondances entre qualité de l'information et contexte décisionnel (tableau 5.2).

Enfin, sachant que le principal apport de cette thèse se concrétise par le guide d'aide à la pratique des SIRS, le travail de vérification concerne ces hypothèses opérationnelles et non les outils d'aide à la décision développés aux chapitres 7, 8 et 9.

Partie B : Pratique des SIRS en assainissement industriel

Chapitre 6 :

Différentes démarches de gestion des rejets industriels

Dans un premier temps, la situation générale de la gestion des rejets industriels (§ 6.1) est globalement examinée afin d'illustrer la complexité de cette problématique (variété des procédés industriels, structure économique des PME, diversité de l'information associée, rapports de force entre les acteurs concernés, effets de la réglementation, coûts, diversité des risques, ...). Cette problématique environnementale, d'actualité, s'avère commune aux pays ayant développé des activités industrielles à risque même si le contexte institutionnel, géographique, économique et socio-politique propre à chaque territoire invite à rechercher des solutions spécifiques.

Puis un panorama des interventions destinées à accroître la performance environnementale des entreprises industrielles est présenté : contrôle réglementaire, approche individuelle in situ, organisation collective et territoriale. Concernant le contrôle réglementaire (§ 6.2), de brèves références aux réglementations française et de la Communauté Urbaine de Montréal (CUM), sont présentées. Quant à l'approche individuelle in situ (§ 6.3), elle inclut diverses interventions : installation d'une station d'épuration des effluents avec éventuellement optimisation par supervision en temps réel, mise en place de technologies propres et implantation de Systèmes de Management Environnemental (SME). Enfin l'organisation collective et territoriale de la gestion des rejets industriels (§ 6.4) peut s'appuyer sur un certain nombre de filières : la gestion centralisée, mobile, groupée, l'aménagement d'une zone industrielle spécialisée ou d'un parc industriel intégré. Plusieurs cas de gestion collective sont rapidement exploités (en Allemagne, au Japon, aux USA et en France).

Ce chapitre fixe les principaux enjeux de la gestion des rejets industriels qui interviennent dans la pratique des Systèmes d'Information à Référence Spatiale (SIRS) développés aux chapitres 8 et 9.

6.1 Situation générale

Si, depuis une quarantaine d'années, les pays industrialisés s'efforcent d'atténuer significativement les impacts négatifs des sources domestiques de pollution sur l'environnement (au moyen d'infrastructures (inter-) municipales d'assainissement) les résultats paraissent plus mitigés en ce qui concerne les impacts nuisibles du secteur industriel (et ceux du secteur agricole d'ailleurs), cela pour de multiples raisons qui témoignent de la complexité du problème :

- **Une grande variété de procédés industriels de production** qui, par conséquent, génèrent des déchets (solides) et des rejets (liquides et gazeux) très diversifiés et plus ou moins compatibles entre eux : métaux lourds (notamment le chrome hexavalent), cyanures, composés aromatiques, hydrocarbures, ... : c'est le cas du traitement de surface. Cela explique notablement les difficultés de valorisation économique des déchets (Lamancusa, 1995).
- **Une structure économique essentiellement fondée sur les PME** qui ont tendance à fonctionner sur le court terme, sans personnel qualifié en environnement et avec de fortes contraintes financières (Boisvert, 1996, Julien, 1997),
- **Une masse d'information très variée**, hétérogène, difficile à manipuler et à employer à bon escient sans une connaissance approfondie des techniques, pratiques et impacts environnementaux et socio-économiques des activités industrielles (Gondran et al, 1999, Debray et al, 1996),
- **Une difficulté méthodologique à évaluer correctement les effets toxicologiques réels** des polluants chimiques (Brown, 1998) traite du cas du chrome hexavalent), ce qui affaiblit la légitimité de la réglementation environnementale,
- **Des rapports de force plus ou moins conflictuels** entre les secteurs publics, privés et associatifs (notamment le syndrome NIMBY), de même qu'entre acteurs appartenant à un même secteur d'activité (Saltzberg et al, 1985, Drot, 1997). Ces rapports de force

s'expriment notamment en termes de conflits d'usage du territoire, de choix socio-politiques et économiques, de concurrence, ...

- **Des mécanismes de réglementation trop compliqués, trop simplificateurs, trop normalisateurs**, parfois même irréalistes dans le temps prévu, ce qui empêchent les entreprises de choisir des solutions « à la carte » (Morgan, 1995).
- **Des coûts parfois prohibitifs d'acquisition de technologies performantes** (Boisvert, 1996), même conventionnelles : pour une PME « type » du secteur du traitement de surface, Norgaard (1995) évalue le coût moyen d'un nouveau système de traitement entre 150 000 et 200 000 \$ US, ce qui correspond aux chiffres donnés par Cushnie (1994). Robitaille (1991) est plus précis : « Pour une entreprise de placage ayant un débit d'effluents de 150 à 200 gallons [environ entre 700 et 900 litres] par minute et devant traiter des eaux usées contenant des cyanures, des phosphates, du chrome et divers métaux lourds, l'investissement requis pour l'achat et l'installation des équipements sera de l'ordre de 500 000 à 1 000 000 \$ Can. et les coûts d'opération annuels seront de 150 000 à 300 000 \$ Can. ». Concernant l'acquisition de technologies propres, si elle s'avère plus coûteuse que pour un système de traitement conventionnel, elle peut permettre de réaliser des économies non négligeables : MEF (1993) donne l'exemple de la société de galvanoplastie *Polissage et Placage G.G.* qui, à l'aide d'un système de récupération de sulfates de cuivre et de nickel, ainsi que d'acide chromique, a vu ses coûts de production baissés de 104 000 \$ Can.
- L'annexe B fournit un panorama relativement exhaustif des considérations à prendre en compte dans le montage de projets en gestion des rejets industriels.

Il est pourtant nécessaire d'intervenir car les risques négatifs sont nombreux (Saltzberg et al, 1985) : impact probable sur la santé humaine, conséquences financières liées à des fuites, surconsommations et ruptures dans les équipements de l'installation de l'entreprise, risques de déversement au cours du transport, risques de lixiviation dans le site d'enfouissement, risques de glissements de terrain dans le site d'enfouissement, risques d'erreur humaine ou mécanique provoquant des déversements, risques de contamination toxique de l'environnement par les émissions et les déchets traités, risques de pollution des eaux souterraines, nuisances, impacts

sur les activités économiques voisines (pêche, agriculture, tourisme,...), impact sur la valeur foncière de la localité, impact visuelle sur la valeur paysagère de la localité, impact sur l'image de marque de la collectivité, de l'entreprise.

Drot (1997) évoque les conséquences possibles liées à un accident dans le secteur du traitement de surface : morts, blessés, dégâts matériels, pertes de production, évacuation de personnes, limitation de la circulation, pollution atmosphérique, pollution des eaux de surface, contamination des sols, atteintes de la faune et de la flore sauvages.

Séguin (Gouvernement du Québec et al, 1988) ajoute : « outre les risques liés à la santé et à la sécurité du personnel et les risques de dommage aux réseaux d'égout et ouvrages d'assainissement, les eaux usées municipales peuvent véhiculer des substances susceptibles de dérégler ou réduire l'efficacité du procédé de traitement de la STEP, de causer des coûts excessifs de traitement ou d'élimination des résidus et de causer des impacts importants aux cours d'eau récepteurs ».

Enfin les coûts d'infraction à la réglementation deviennent non négligeables (CUM, 1994) : « depuis la mise en vigueur du règlement 87 [relatif aux rejets des eaux usées dans les réseaux d'égout et les cours d'eau de la CUM], un total de 1500 avis d'infraction ont été adressés à l'ensemble des industries dont plusieurs industries du traitement de surface. Plus de 300 poursuites ont été intentées dont 186 pour le secteur du traitement de surface. Environ 250 jugements sont déjà rendus et les amendes totales obtenues sont aux environs de 500 000 \$ Can. Les deux tiers de ces amendes proviennent des industries du traitement de surface condamnées ».

Pour chercher à accroître la performance environnementale (figure 6.1) des secteurs industriels potentiellement pollueurs (comme celui du traitement de surface), une gamme variée d'interventions est envisageable : **le contrôle réglementaire** (§ 6.2), du ressort des autorités publiques qui doivent cependant tenir compte des impacts politiques et économiques de leur décision ; **l'approche individuelle in situ** (§ 6.3), du ressort des entreprises qui peuvent cependant être encouragées ou/et forcées par les pouvoirs publics ; **l'organisation collective et territoriale** (§ 6.4), du ressort des entreprises *et* des pouvoirs publics.

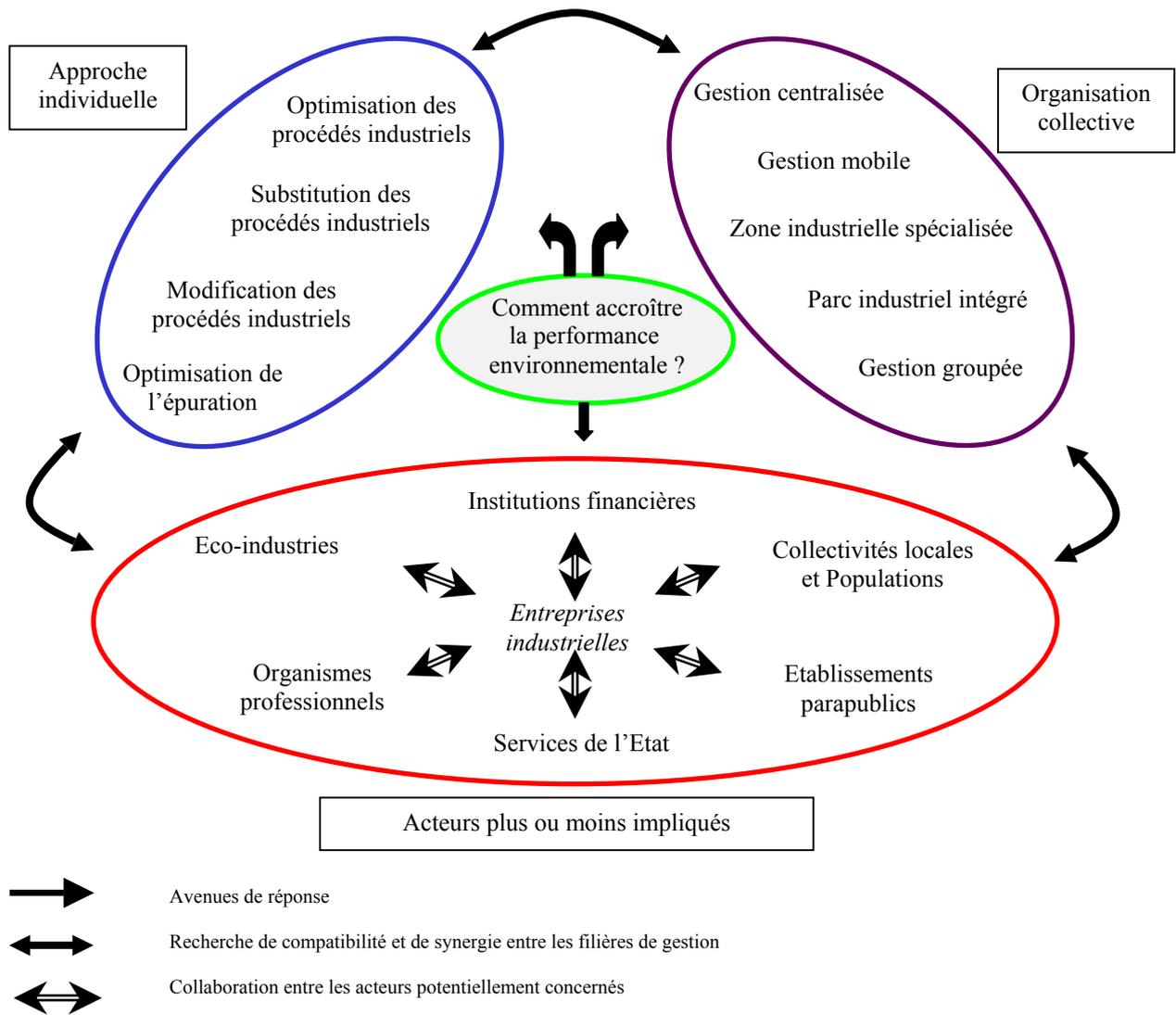


Figure 6.1 : Gestion des rejets industriels : filières et partenaires (Roche, V. et al, 2000a)

La nature des implications des différents acteurs est illustrée au tableau 6.1 :

Tableau 6.1 : Implications des acteurs

Acteurs	Nature de leur éventuelle implication
Institutions financières	Proposer des prêts à taux préférentiel
Eco-Industries	Vendre des produits, équipements et services
Organismes professionnels	Coordonner certaines actions et stimuler la collaboration
Services de l'Etat	Veiller au respect de la réglementation et offrir des subventions
Etablissements parapublics	Fournir une expertise et de l'information
Collectivités locales et populations	Pousser les entreprises à améliorer leur performance environnementale
Entreprises industrielles	Participer aux actions en tant que principaux concernés

Il ne s'agit pas, dans le cadre de cette thèse, de décliner *précisément* l'ensemble des interventions possibles avec leurs limites et atouts puisque nous nous intéressons essentiellement aux rapports entre développement du territoire et gestion des rejets industriels dans le but de montrer l'intérêt et les modalités de pratique des SIRS.

Cependant, comme la situation et la marge d'action des entreprises industrielles influencent fortement la faisabilité de ces interventions, il est nécessaire d'en tenir compte pour **modéliser l'interface entre la situation interne à l'entreprise et le contexte territorial** : ainsi, par exemple, l'estimation des économies d'échelle potentielles dans le cas des établissements de traitement de surface installés sur le territoire de la Communauté Urbaine de Montréal (§ 8.2.1.1) et le calcul des risques dans le cas des établissements du travail des métaux implantés dans la Vallée de l'Ondaine (§ 9.3.2.5) dépendent de la situation propre à ces entreprises (mais aussi du positionnement des autorités publiques par rapport aux questions environnementales et à leurs modalités d'intervention).

6.2 Contrôle réglementaire

Dans les pays occidentaux, la réponse à une menace industrielle sur la qualité de l'environnement s'exprime essentiellement de manière réglementaire. C'est le cas de la France, comme le rapporte Laforest (1999) au sujet des activités de traitement de surface : loi du 15 juillet 1975 modifiée le 13 juillet 1992 sur l'élimination des déchets et la récupération des matériaux ; loi du 19 juillet 1976 sur les installations classées ; arrêté du 26 septembre 1985 spécifique aux revêtements et traitements de surface ; arrêté du 18 février 1994 relatif au stockage de certains déchets industriels spéciaux.

Ces différents lois et arrêtés limitent notamment les teneurs en polluants (en terme de concentration), le domaine de variation du pH, la température et les débits d'effluents (tableaux 6.2 et 6.3).

**Tableau 6.2 : Nomenclature des Installations Classées
concernant les activités de traitement de surface (loi du 19 juillet 1976, France)**

Rubrique	Désignation des activités	Régime*
2561	Métaux et alliages (trempé, recuit ou revenu)	D
2565	Traitement des métaux et matières plastiques pour le dégraissage, le décapage, la conversion, le polissage, la métallisation, etc., par voie électrolytique, chimique ou par emploi de liquides halogénés : 1. Lorsqu'il y a mise en œuvre du cadmium 2. Procédés utilisant des liquides (sans mise en œuvre du cadmium), le volume des cuves de traitement mis en œuvre étant : a) supérieur à 1500 litres b) supérieur à 200 litres, mais inférieur ou égal à 1500 litres 3. Traitement en phase gazeuse ou autres traitements sans mise en œuvre du cadmium	A A D D
2566	Métaux (décapage ou nettoyage des) par traitement thermique	A
2567	Métaux (galvanisation, étamage de) ou revêtement métallique d'un matériau quelconque par immersion ou par pulvérisation du métal fondu	A

* : A : activité soumise à autorisation ; D : activité soumise à déclaration

**Tableau 6.3 : Valeurs limites de teneur en polluant des effluents en sortie d'installation
(arrêté du 26 septembre 1985, France)**

Paramètres	Valeurs limites de rejet mg/l
Cr VI (chrome hexavalent)	0,1
Cr III (chrome trivalent)	3,0
Cd (cadmium)	0,2
Ni (nickel)	5,0
Cu (cuivre)	2,0
Zn (zinc)	5,0
Fe (fer)	5,0
Al (aluminium)	5,0
Pb (plomb)	1,0
Sn (étain)	2,0
Somme des métaux	15,0
MES (matières en suspension)	30,0
CN (cyanure)	0,1
F (fluor)	15,0
Nitrites	1,0
P (prospore)	10,0
DCO (demande chimique en oxygène)	150,0
Hydrocarbures totaux	5,0

C'est aussi le cas de la Communauté Urbaine de Montréal, Québec, Canada : le « Règlement relatif aux rejets des eaux usées dans les réseaux d'égout et les cours d'eau » (Règlement 87) de la CUM participe à la protection du milieu aquatique de la région de Montréal. Il réglemente les teneurs et volumes des rejets des ETS dans les réseaux d'assainissement unitaire et pluvial par des normes de prohibition de rejet de substances spécifiques (comme l'acétone, le naphte) et de substances ou liquides contenant des matières en concentration supérieure à certaines quantités pré-déterminées. De plus, le règlement interdit la dilution des effluents (article 13), ce qui permettrait à une entreprise de satisfaire à une norme de rejet prévue au règlement sans avoir à procéder à l'épuration préalable de son effluent. A titre indicatif, les normes de rejets en terme de métaux lourds sont présentées au tableau 6.4 ([http : //www.cum.qc.ca/station/](http://www.cum.qc.ca/station/)) :

Tableau 6.4 : Normes de rejets industriels, Règlement 87, CUM

Pour des rejets dans un réseau d'égout pluvial :	
	concentration maximum en Cr : 1 mg/l
	quantité maximum journalière en Cr, As*, Cd, Cu, Pb, Ni et Zn : 2 kg/jour,
Pour des rejets dans un réseau d'égout unitaire ou domestique :	
	concentration maximum en Cr : 5 mg/l,
	quantité maximum journalière (Q _{max}) en Cr, As, Cd, Cu, Pb, Ni et Zn :
	<i>si débit inférieur à 180 m³/j, alors Q_{max} = 4 kg/j,</i>
	<i>si débit compris entre 180 et 720 m³/j, alors Q_{max} = 6 kg/j,</i>
	<i>si débit supérieur à 720 m³/j, alors Q_{max} = 12 kg/j.</i>
	concentration maximum en Cr, As, Cd, Cu, Pb, Ni et Zn : 15 mg/l.

* As : Arsenic (pour les autres abréviations, voir tableau 6.3)

Par ailleurs, une prérogative importante du Règlement 87 concerne l'émission de permis de déversement d'eaux usées industrielles : d'après l'article 15, tout établissement détenant un tel permis de déversement voit ses rejets faire, en principe, l'objet d'analyses en laboratoire pour vérification du respect des normes. Un ETS contrevenant au règlement commet alors une infraction et est passible d'amendes, voire de peines d'emprisonnement.

6.3 Approche individuelle in situ

Dans le secteur du traitement de surface, l'approche individuelle in situ, largement favorisée par la réglementation environnementale (au moins implicitement) et mise en application par une grande majorité d'ETS, inclut diverses interventions envisageables, complémentaires et interdépendantes :

- L'installation d'une **station d'épuration** que l'on peut optimiser à l'aide d'un système automatique de supervision en temps réel (Szafnicki et al, 1998). A titre indicatif, les principales techniques d'épuration sont la décyanuration, la déchromatation, l'insolubilisation des métaux, la décantation/flottation, l'osmose inverse, les techniques électrolytiques, l'échange d'ion, l'évaporation, la filtration et le déshuilage (Laforest, 1999).
- La mise en place de **technologies propres** qui englobent toutes les interventions (techniques et fonctionnelles) effectuées sur la chaîne de production avant le traitement final en station d'épuration : optimisation, substitution et modification de la chaîne de production (Laforest, 1999). Ces interventions incluent des mesures correctives comme l'égouttement suffisant des pièces, l'addition de mouillants réduisant la viscosité des liquides adhérents, une mise en opposition des entrée et sortie d'eau des bains de rinçage, l'installation de jet d'air et parfois jet d'eau latéral dans les bains de rinçage, la régulation des débits, la régulation du chauffage des bains de solution concentrée, la construction d'un muret de collecte des fuites d'égouttage, le contrôle de la conductivité de l'eau (Fortier, 1990).

Laforest (1999) inclut dans la notion de technologies propres l'optimisation du procédé existant en terme de consommation d'eau, de réactifs et d'énergie, la valorisation des rejets pour en tirer de l'énergie, un nouvel usage, une nouvelle matière première : elle concerne la régénération (réutilisation du flux dans sa fonction initiale), la récupération (extraction de la part valorisable du flux) et le recyclage (utilisation du flux pour une fonction autre que celle prévue initialement). Dans les techniques de valorisation, on retrouve certains procédés de traitement ci-dessus mentionnés (électrolyse simple, électrodialyse, filtration, osmose inverse, résines, évaporation,...). Laforest (1999) mentionne aussi la substitution qui concerne les

produits chimiques (par exemple le Cr VI en Cr III) et/ou les technologies de production (par exemple, dépôt non plus en phase aqueuse, mais en phase vapeur).

Tremblay (1981) propose une typologie relativement exhaustive des interventions possibles en terme de « contrôle interne » (tableau 6.5).

Tableau 6.5 : Typologie des interventions en contrôle interne (Tremblay, 1981)

<p>Recyclage des eaux usées, Récupération des sous-produits et solutions (régénération), Entretien de l'équipement, Préventions des déversements accidentels et protection de l'équipement,</p>	<p>Réduction de la consommation d'eau, Ségrégation des eaux usées, Assèchement et égouttement des pièces, Modification des solutions et des matériaux, Définition de modalités de construction de l'atelier.</p>
---	--

De ces différentes énumérations, il ressort une quasi-infinité de combinaisons d'interventions in situ, ce qui exige des outils performants de production d'informations relatives à la dynamique des procédés industriels (Szafnicki et al, 1998), aux choix technologiques (Laforest, 1999, Debray et al, 1996), à la situation organisationnelle de l'entreprise (Gondran et al, 1999), notamment en terme de risques (Gardes et al, 1999).

Les choix d'informations pertinentes se complexifient encore lorsqu'il s'agit de positionner la problématique de gestion des rejets industriels selon les différentes dimensions d'un territoire, ce qui justifie la pratique des SIRS.

Enfin, dans la perspective de fonder ses décisions (notamment techniques) sur la connaissance de ses modalités de fonctionnement, l'entreprise peut choisir d'implanter **un Système de Management Environnemental (SME)** qui l'aide à formuler une stratégie environnementale tenant compte des exigences législatives et des informations relatives aux impacts de ses activités sur l'environnement (Personne, 1998) : Système Communautaire de Management

Environnemental et d'Audit (SMEA), Normes ISO 14001,... L'intérêt pour l'entreprise est d'acquiescer un avantage concurrentiel, de réaliser des économies immédiates (diminution du gaspillage, recyclage), de mieux gérer les risques, de connaître et maîtriser les nuisances (préservation de la qualité de vie, bonne intégration locale, bonnes relations de voisinage), mettre en œuvre un plan d'action global (anticipation des coûts et contraintes réglementaires) et obtenir un bénéfice d'image (crédibilité, pérennité).

6.4 Organisation collective et territoriale

L'action de « territorialiser » une problématique comme la gestion des rejets industriels permet de considérer la gestion environnementale dans des dimensions spatiales complémentaires :

- D'une part, la localisation d'un établissement industriel enrichit la caractérisation des impacts éventuels de ses activités sur son environnement. Cela concerne autant des aspects physiques (localisation près d'un cours d'eau, implantation sur un sol plus ou moins perméable, impacts sur les écosystèmes situés en aval,...) et des aspects humains (niveau de dialogue avec les populations environnantes, conformité avec les politiques de développement et de sécurité civile de la collectivité locale d'attache,...).
- D'autre part, la mise en contexte territorial permet de relier les forces et faiblesses d'un territoire aux contraintes et marges d'action des acteurs industriels et publics appartenant à ce même territoire. Parce que chargé de signification historique, culturelle et politique, le territoire agit à la manière d'un organisme vivant qui émet des signaux plus ou moins contradictoires, plus ou moins explicites, à destination des acteurs de ce territoire dans un jeu de confrontation plus ou moins productif. Autrement dit, la prise en compte de la nature et du degré de « complicité » entre acteurs et territoire permet de déterminer les potentialités et les moyens d'impulser une image positive du développement local du type éco-tourisme, pôle de recherche universitaire, patrimoine culturel, technopôle,... (surtout dans des zones économiquement vulnérables).
- Enfin la « territorialisation » de la gestion des rejets industriels peut stimuler l'émergence de solutions collectives par la recherche d'objectifs communs, d'actions complémentaires et synergiques. La conjugaison des deux premiers points qui correspondent à la

détermination des impacts des activités industrielles sur la dynamique et l'état du territoire et inversement, prépare en effet un contexte décisionnel propice à l'émergence d'actions négociées et collectives (comme évoquées au § 9 pour la gestion des rejets industriels).

6.4.1 Typologies existantes

Compte tenu de la complexité de la notion de territoire, il existe une certaine diversité de typologies en matière de gestion collective des rejets issus des ETS que l'on peut définir comme l'organisation de la gestion des rejets d'un établissement industriel requérant la collaboration d'au moins une autre entreprise (Boisvert, 1996).

Ce dernier auteur qui parle plutôt de gestion groupée que de gestion collective, propose la typologie (plutôt organisationnelle et territoriale) suivante (figure 6.2) :

- Mise en commun « contrainte » des déchets ultimes dans un site d'élimination agréé (par exemple, l'entreprise Cintec-Environnement au Québec) avec, sous-entendu, traitement in situ des rejets,
- Conseils d'un consultant qui engage ainsi sa responsabilité (par exemple, l'entreprise Zénon Environnement, au Québec, et USF, en France),
- Aide à « l'opérationnalisation » efficace du système de traitement in situ par un bureau d'étude ou un organisme de recherche qui conçoit des systèmes de surveillance télémétrique et des systèmes-expert (par exemple, l'entreprise Thermonic, au Québec, et l'Ecole des Mines de St-Etienne, en France),
- Traitement combiné par l'association d'établissements industriels producteurs d'effluents (actuellement, à notre connaissance, il n'y a pas d'exemple de gestion coopérative),
- Délégation de la gestion combinée à un établissement industriel (exemple d'une entreprise à Bordeaux, en France),
- Traitement confié à une entreprise spécialisée (par exemple, l'unité mobile MAUD de la société nantaise CREDIA ou celle de la société québécoise SANIMOBILE ; la STEP fixe régionale en Allemagne ou STABLEX, au Québec ; la « mini » STEP fixe dans un parc industriel spécialisé comme celui de Chuo au Japon ou la Plating City de Brooklyn, dans le New-Jersey).

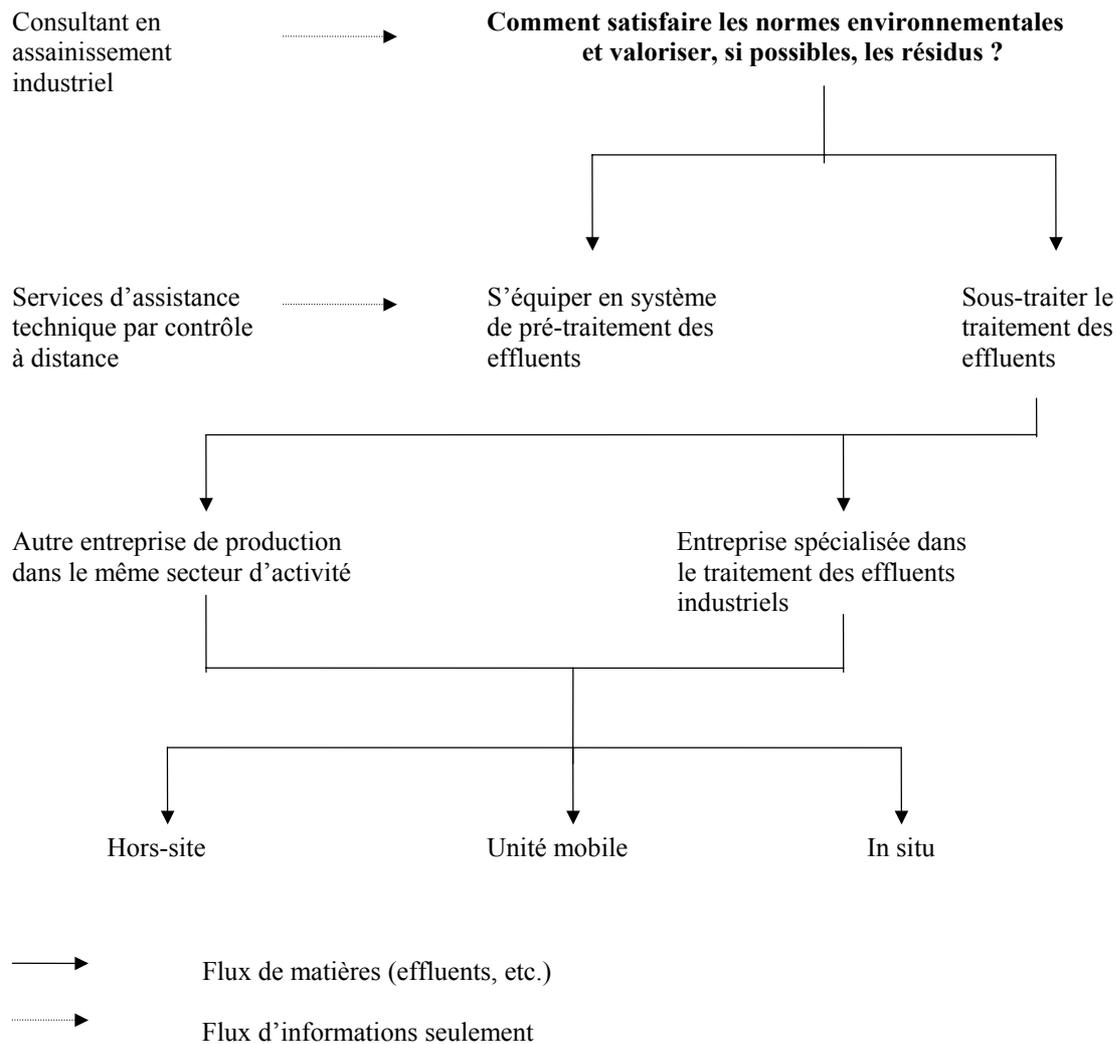


Figure 6.2 : Filières de gestion collective des rejets industriels (Boisvert, 1996)

Morgan (1995) suggère une typologie (plutôt organisationnelle) d'options de gestion des rejets industriels composée du traitement conventionnel, de la récupération en site, du partage des équipements (achat et gestion coopératifs d'équipements ; achat et gestion d'équipements par un tiers), de l'installation centralisée à des fins de traitement ou/et récupération, du parc industriel conçu pour la récupération (parc standard dans lequel on trouve divers types d'activités industrielles, parc spécialisé dans lequel ne sont implantés que des établissements appartenant à un même type de secteur industriel ou parc intégré pour lequel les rejets des uns deviennent les matières premières des autres). Quant à Saltzberg et al (1985), ils proposent la typologie (plutôt technique) suivante :

- Une STEP centralisée (de type physico-chimique) qui traite tous les effluents directement acheminés (c'est-à-dire sans traitement in situ),

- Des STEP in situ qui traitent les rejets cyanurés et acido-alcalins dont les boues liquides sont envoyées à une STEP centralisée qui s'occupe du traitement de ces boues, mais aussi de celui des solutions chromées,
- Des STEP in situ qui traitent les rejets chromés et acido-alcalins dont les boues liquides sont envoyées à une STEP centralisée qui s'occupe du traitement de ces boues, mais aussi des solutions cyanurées,
- Des STEP in situ qui traitent les effluents dont les boues diluées sont déshydratées par la STEP centralisée,
- Des STEP in situ qui traitent intégralement les rejets,
- Des STEP in situ qui utilisent des échangeurs d'ion de telle sorte qu'une STEP centralisée se charge de traiter les solutions acido-alcalines et les résines issues des échangeurs d'ion.

Dans leur typologie, Saltzberg et al (1985) ne font pas explicitement la distinction entre transport routier et transport par canalisation. Pourtant, d'un point de vue territorial, les filières de gestion que, dans le cadre de cette thèse, nous qualifions respectivement de centralisée (transport routier) et de groupée (transport par canalisation), s'expriment différents en termes technique, économique, environnemental, urbanistique, managérial, socio-politique et organisationnel (annexe B).

6.4.2 Typologie proposée

La difficulté d'établir une typologie exhaustive des filières de gestion collective (ce terme concernant l'ensemble des filières *techniques* regroupant au moins deux entreprises et non les simples associations plus ou moins contractuelles) s'expliquent par les nombreuses dimensions intervenant dans la définition de ces filières. Les plus significatives de ces dimensions s'expriment au travers des deux questions suivantes :

- **Quelle configuration urbanistique la gestion collective peut-elle revêtir ?**
- **Sur quelle structure organisationnelle la gestion collective peut-elle s'appuyer ?**

Les autres dimensions (technique, environnemental, managérial, économique et socio-politique) interviennent plutôt comme des contraintes, mais de manière rétroactive. Nous proposons la typologie suivante (tableau 6.6).

Tableau 6.6 : Typologie retenue des filières de gestion collective des rejets industriels

Gestion centralisée	interventions pluri-disciplinaires sur le transport routier et le traitement des effluents par une STEP industrielle collective fixe.
Gestion mobile	interventions pluri-disciplinaires sur le transport routier et le traitement des effluents par une STEP industrielle collective mobile.
Zone industrielle spécialisée	interventions pluri-disciplinaires sur le transport par canalisation et le traitement des effluents par une (mini-) STEP industrielle collective implantée dans un parc industriel accueillant les ETS acceptant cette relocalisation*.
Parc industriel intégré	interventions pluri-disciplinaires destinées à développer un parc industriel accueillant les établissements industriels (dont certains ETS) acceptant cette relocalisation*, établissements rejetant des effluents susceptibles d'être utilisés comme matière première par d'autres établissements.
Gestion groupée	interventions pluri-disciplinaires sur le transport par canalisation et le traitement des effluents par une STEP industrielle collective et située à proximité d'ETS non relocalisées*.

* la relocalisation est une opération qui consiste à déplacer des entreprises sur un territoire donné et implique des travaux d'aménagement plus ou moins substantiels.

Enfin, la diversité des dimensions dont il faut tenir compte en gestion collective des rejets industriels, nous incite à penser que ce genre de problématique se prête mal à une tentative de généralisation : d'une part, la complexité d'une telle problématique suggère plutôt d'accepter une certaine subjectivité qui, d'ailleurs, rejoint celle de tout décideur dont l'activité est forcément inscrite dans un contexte institutionnel particulier (c'est aussi un axiome de la théorie de la systémique).

D'autre part, l'approche par le territoire suggère de mettre l'accent sur les limites et atouts du territoire ciblé et de relativiser les possibilités d'imitation issue d'expériences déjà réalisées (notons d'ailleurs que l'étude du cas des ETM installés dans la Vallée de l'Ondaine correspond plutôt à l'approche par le territoire tandis que celle du cas des ETS implantés sur le territoire de la CUM suit plutôt l'autre approche, plus classique).

Enfin la rareté des expériences réalisées en gestion collective, ainsi que leur occurrence dans le temps, ne permettent pas une comparaison pertinente : ces expériences s'étalent sur les 50 dernières années au cours desquelles la situation économique et socio-politique a énormément varié.

Néanmoins, à titre indicatif, nous proposons ci-dessous quelques exemples concrets.

6.4.3 Exemples de gestion collective

Saltzberg et al (1985) présentent les trois cas suivants (adaptées à notre propre typologie).

- Un cas allemand de gestion centralisée

Au milieu des années 60, dans le bassin de la Rhur, les rejets issus des ateliers de traitement de surface étaient transportés par camion vers des STEP centralisées chargées du traitement des rejets, de la récupération des métaux lourds, de l'entreposage et de l'élimination des résidus par enfouissement. Ces STEP collectives possédaient des caractéristiques propres : elles desservaient des villes majeures et leur environs (entreprises situées dans un rayon de 16 à 32 kilomètres des installations) pour un nombre variable d'établissements selon la densité (entre 50 et 250 établissements industriels) ; elles ne fournissaient pas tous les types de traitements requis par les rejets des établissements, certains traitement devant être réalisés par les entreprises elles-mêmes avant vers transport vers les unités centralisées ; elles n'étaient pas localisées à des endroits où le transport des rejets pouvait s'effectuer par égouts industriels (le transport des rejets se faisait par camion) ; elles s'appuyaient des sites de collecte, où les rejets en petites quantités étaient entreposés afin de pouvoir être transportés en plus gros volume et donc à coût moindre ; elles possédaient un site d'enfouissement des résidus sur le site même du traitement des rejets.

Le succès du cas allemand peut vraisemblablement s'expliquer par la taille relativement grande des bassins industriels (les économies d'échelle sont favorisées), la spécialisation des STEP en terme de services (les coûts marginaux liés à la variabilité des rejets sont évités) et le pouvoir d'initiative des structures politiques locales (elles peuvent animer des réseaux de collaboration entre les acteurs privés).

Cette formule est déjà appliquée dans la région de Montréal par l'existence de Stablex qui offre le transport et l'élimination des déchets inorganiques des établissements industriels, notamment ceux des ETS. Son succès provient sans doute du fait que c'est le seul site autorisé

à recevoir des déchets inorganiques, que son marché s'entend aux entreprises de l'Ontario et des Etats américains de la Nouvelle Angleterre et que cette entreprise traite des boues et non des rejets (le volume est donc moindre).

- Un cas japonais d'une zone industrielle spécialisée

Dans les années 70, planifié par la municipalité de Tokyo, le projet Chuo Park consistait en un regroupement de dix petites entreprises de placage des métaux, autrefois localisées à l'intérieur de zones résidentielles et aujourd'hui réparties dans deux bâtiments construits sur une île artificielle dans la baie de Tokyo. Les entreprises qui avaient accepté de se relocaliser sur l'île, étaient éligibles à un prêt à faible taux d'intérêt du gouvernement pour l'achat de terrain et la construction de bâtiments, ainsi qu'un prêt sans intérêts pour l'installation d'un système de traitement des eaux. Cette formule de regroupement procurait plusieurs avantages, notamment la possibilité d'obtenir plus d'espace de travail par le nouveau site exclusif à l'industrie du traitement de surface, le partage de systèmes de traitement des rejets de même que de laboratoires, la coopération possible entre plusieurs entreprises pour certains processus et enfin, la possibilité d'utiliser des technologies récentes et efficaces.

Le succès de ce projet s'explique vraisemblablement par la présence active des pouvoirs publics (les entreprises sont fortement invitées à agir par le double jeu de la réglementation et des incitations financières) et par la nature des marchés visés par les entreprises japonaises (outre des considérations culturelles basées sur l'appartenance prononcée à la nation, les entreprises développent des stratégies basées sur l'exportation atténuant les risques de concurrence sur le marché national et favorisant l'esprit d'entente, plutôt que celui de compétitivité).

- Des cas américains de gestion centralisée et d'une zone industrielle spécialisée

Dans les années 80, aux États-Unis, une étude fut entreprise pour estimer la répliquabilité du concept japonais au cas de Brooklyn Plating City, à New-York. Les résultats de l'étude préliminaire indiquèrent que les coûts de traitement des rejets des ATS seraient considérablement plus faibles que ceux existants actuellement à chacun des ateliers. Suite à

ces résultats encourageants, un plan de Plating City fut même élaboré. Malheureusement, le projet de Plating City ne fut pas mené à terme.

De même des études faisabilité de la gestion centralisée réalisées sur les villes de Cleveland, Milwaukee, Philadelphie, Atlanta et Seattle ont démontré l'intérêt économique de ces filières sans pour autant que des projets concrets aient vu le jour.

Cet échec s'explique peut-être par la combinaison des raisons suivantes : poussé par les groupes écologistes, les gouvernements américains ont privilégié une approche essentiellement réglementaire (au moins à cette époque) ; de plus, les mécanismes de régulation économique (de type libéral) stimulent plutôt l'esprit de compétitivité au détriment des initiatives collectives ; enfin la concurrence croissant avec la mondialisation, beaucoup de PME ont, semble-t-il, disparu par manque de moyens financiers pour réduire leurs coûts de production.

- Un cas français d'une zone industrielle spécialisée (Drot, 1997)

Dans les années 90, un projet de regroupement d'ETS à Villeurbanne a été qualifié d'exemplaire : du point de vue technologique, il permettait l'utilisation d'un système de dépollution efficace ; du point de vue financier, il bénéficiait d'aides publiques et d'un montage financier commun ; du point de vue des industriels, il favorisait l'exploitation d'installations plus productives et offrant des produits de meilleure qualité ; du point de vue social, il permettait l'amélioration des conditions de travail et l'embauche de personnel supplémentaire ; du point de vue administratif, il favorisait les relations avec les pouvoirs publics ; du point de vue relationnel, il engageait une concertation entre façonniers par la mise en commun des services ; enfin du point de vue écologique, il respectait les préoccupations d'environnement.

Cependant ce projet a échoué à cause du mauvais choix du site (sur le champ captant de l'agglomération lyonnaise), d'un déclin progressif des volontés des ETS et finalement d'une levée de bouclier des populations et des écologistes. On pourrait éventuellement rajouter qu'une structure politique fortement hiérarchique, une réglementation très présente et une

décentralisation difficile à mettre en œuvre inciteraient les entreprises à opter pour un comportement réactif plutôt que proactif (or toute activité collective nécessite une dynamique collective forte).

En guise de conclusion, s'il est difficile de trouver les raisons objectives expliquant l'échec de certains projets de gestion collective des rejets industriels ou leur réussite, on peut avancer que **l'établissement de la faisabilité technique et économique n'est pas suffisant pour aboutir au succès : la prise en compte de la dimension humaine apparaît primordiale**, ce qui justifie, d'ailleurs, l'approche de négociation présentée au chapitre 9.

Chapitre 7 :

Méthode d'aide à la gestion : cas des ETS de la CUM

L'objectif de ce chapitre est d'explicitier la situation environnementale et les besoins informationnels s'exprimant dans un contexte de gestion comme celui qui prévaut au sein des services chargés de l'environnement de la Communauté Urbaine de Montréal (CUM).

Dans un premier temps, nous positionnons la situation des établissements de traitement de surface (ETS) implantés sur le territoire de la CUM par rapport à la problématique environnementale des rejets industriels (§ 7.1).

Puis, nous présentons les caractéristiques du « Système Intégré d'Aide à la Décision pour l'Environnement » (SIAD-Environnement), conçu par les services chargés de l'aménagement et de l'environnement à la CUM et ceux du Ministère de l'environnement et de la faune du Québec (§ 7.2). Il s'avère que l'objectif initial n'était pas de développer une application SIG pour gérer convenablement les infrastructures d'assainissement dans des conditions météorologiques exceptionnelles. Il s'agissait plutôt de concevoir un système de stockage des données précédemment collectées : soit un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) correspondant à une approche par les données.

Ensuite, en adoptant une approche par objectif, nous proposons le développement d'un Système d'Information Territorial (SIT) destiné à hiérarchiser les interventions des services chargés de l'environnement à la CUM auprès des établissements de traitement de surface selon une procédure de simulation des risques de pollution du milieu récepteur (§ 7.3).

Enfin ce type d'application SIG est discuté par rapport à leurs utilisateurs potentiels : si ces applications sont, en premier lieu, destinées à des services publics, ils peuvent s'adapter aux besoins des populations et groupes communautaires, mais s'avèrent difficiles d'accès aux entrepreneurs moins sensibles aux implications territoriales de leurs activités (§ 7.4).

Une partie de ce chapitre (§ 7.3) fournit la « matière première » dont nous nous servirons pour vérifier la pertinence du guide d'aide à la pratique des SIRS (§ 5) dans un contexte de gestion (§ 10.1).

7.1 Contexte

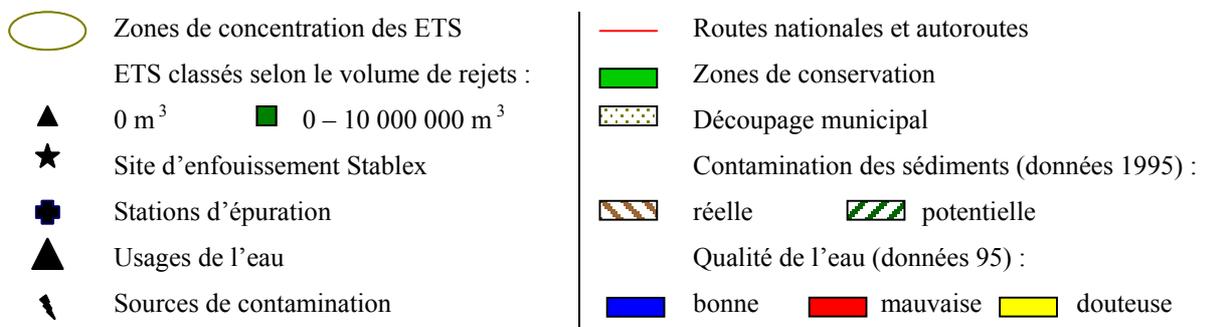
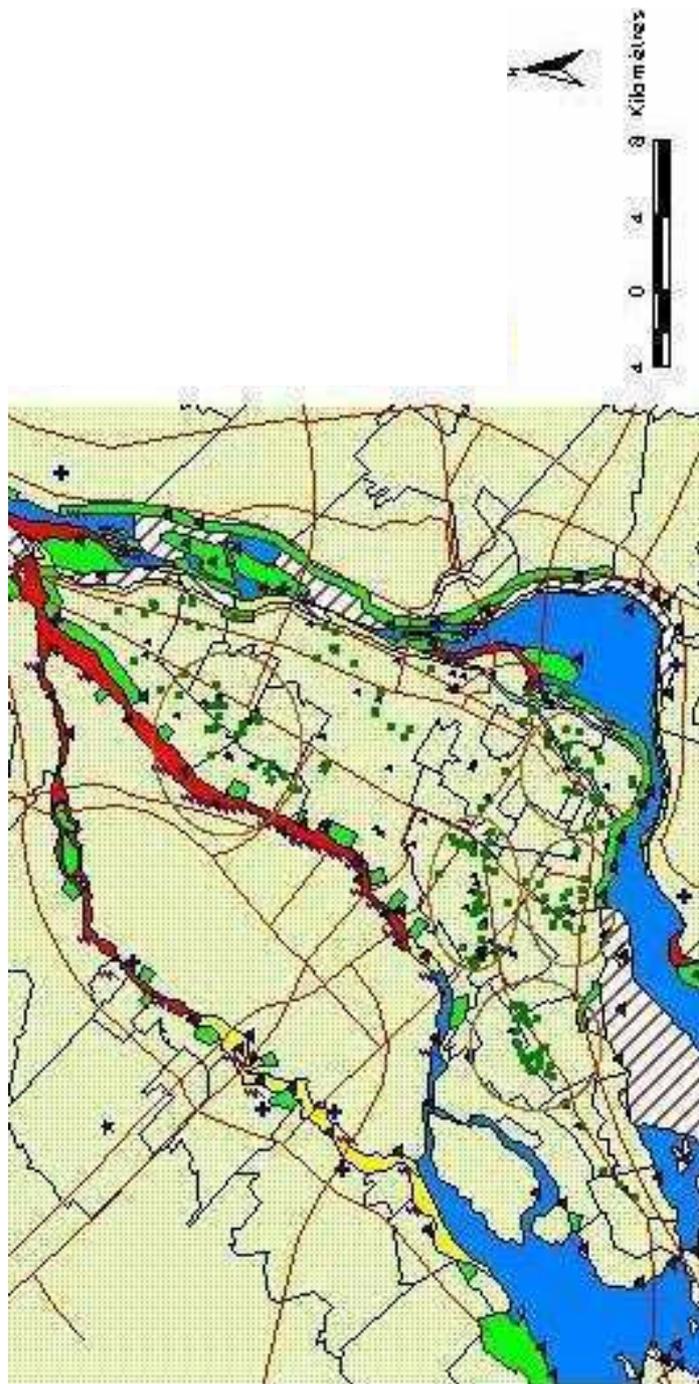
Depuis les années 70, les responsables publics de la grande région de Montréal cherchent à améliorer la situation environnementale de l'Archipel (construction des collecteurs et de la station d'épuration de l'île de Montréal, développement des espaces verts, surveillance des cours et plans d'eau, mise en place d'une réglementation anti-pollution, ...).

Cependant certaines activités industrielles génèrent encore des risques de pollution pouvant mettre en péril les usages (essentiellement récréatifs) et les éco-systèmes du milieu récepteur.

C'est dans cette perspective que les services chargés de l'environnement à la Communauté Urbaine de Montréal cherchent à faire respecter le règlement 87 relatif aux rejets des eaux usées dans les réseaux d'égout et les cours d'eau (§ 6.2), cela par des moyens coercitifs (imposition d'amendes) et consultatifs (conseil auprès des établissements industriels).

Dans le but de protéger le milieu aquatique d'éventuelles pollutions, un gestionnaire pourrait notamment s'intéresser aux rejets produits par les **établissements de traitement de surface (ETS) dont les activités concernent la transformation des surfaces métalliques afin de leur conférer des propriétés intéressantes comme la résistance à l'usure ou celle à la corrosion** (Laforest, 1999). En effet, de par la nature de leurs procédés de fabrication, la quantité et la toxicité des produits chimiques utilisés, ces activités industrielles demeurent une source de préoccupation pour les services chargés de l'environnement à la CUM et sont ciblées comme secteur à intervention prioritaire (CUM, 1994). Il s'agit ainsi de faire respecter la réglementation : un exemple récent, paru dans le journal La Presse du 13 février 1999, concerne une usine localisée sur le territoire de Ville-Saint-Laurent et œuvrant dans le traitement des boutons de métal ; celle-ci a reçu une amende de 35 000 \$ Can. pour avoir rejeté à l'égout un liquide ayant une concentration de 11 mg/l de cuivre, alors que la norme maximale en vertu du Règlement 87 est de 5 mg/l.

Les établissements de traitement de surface répertoriés sur le territoire de la Communauté Urbaine de Montréal sont au nombre de 247. La carte 7.1 permet de situer ces ETS par rapport au contexte environnemental de la grande région de Montréal (Chartier et al, 1996).



Carte 7.1 : ETS et contexte environnemental de la grande région de Montréal

Les ETS sont relativement dispersés sur le territoire de la CUM avec des concentrations significatives en cinq zones : au nord (Anjou, Montréal et Montréal-Nord) au centre (Ville-Saint-Laurent), au centre-sud (Lachine), à l'ouest (Pointe-Claire et Dollard-des-Ormeaux) et au sud (La Salle et Montréal). Bien qu'une majorité de ces établissements industriels soient aujourd'hui localisés dans des grandes zones industrielles, il en existe encore en zones mixtes, à faible distance des habitations, bénéficiant généralement de droits acquis sur l'usage.

Une simple analyse statistique permet de mieux connaître l'ensemble de ces ETS (tableau 7.1). Sur les 247 répertoriés, 176 (71 %) ont un volume différent de zéro et les 39 % d'ETS restants sont ceux pour lesquels le volume de rejets est négligeable par rapport à la réglementation, est inconnu ou récupéré à l'interne, ou encore ceux qui ont fermé entre temps. L'ensemble d'ETS est relativement peu homogène du point de vue des débits d'eau usée car l'écart-type indique une variabilité importante de cet attribut.

Tableau 7.1 : Caractéristiques des ETS (1993)

Ensemble d'ETS considérés	Tous les ETS	ETS tels que Débit \neq 0
Nombre d'ETS	247	176
Débit total (m ³)	21 062 423	21 062 423
Débit moyen (m ³)	85 273	119 673
Ecart-type sur le débit moyen	488 256	575 303
Débit maximum (m ³)	7 095 000	7 095 000
Débit minimum (m ³)	0	100

Source : compilation de données issues de la CUM (voir sources des données brutes)

Cette variabilité peut s'expliquer en partie par les différences de volume d'activité entre les établissements de type captif et ceux de type sous-traitant (les ETS implantés sur la CUM se répartissent approximativement à raison d'un tiers captif et de deux tiers sous-traitants). Les premiers, qualifiés aussi « d'intégrés », servent uniquement les besoins d'une entreprise (on les retrouve fréquemment dans les secteurs de l'électronique et de l'aéronautique). Quant aux sous-traitants (ou encore les « façonniers »), ils ne font pas partie d'une entreprise fabriquant des produits particuliers mais sont plutôt des unités indépendantes spécialisées dans le traitement de surface de pièces déjà existantes, fournies par diverses entreprises-clientes. Les sous-traitants sont généralement de petites entreprises de moins de vingt employés tandis que les établissements industriels ayant des ateliers captifs ont souvent plus de cent employés.

Dans la grande région de Montréal, la société Stablex est la seule entreprise à posséder l'autorisation de prendre en charge l'élimination des déchets dangereux des ETS (cette entreprise dessert environ 90 % des ETS de la région de Montréal ; les autres ETS envoient leurs déchets dangereux aux Etats-Unis ou en Ontario où des sites d'enfouissement reçoivent des déchets ne comportant qu'une faible proportion de liquides). Située à Blainville, sur la rive Nord du fleuve St-Laurent, cette entreprise propose certains traitements spécialisés comme la réduction du chrome et l'oxydation des cyanures (deux types de traitement particulièrement coûteux pour des petites unités de traitement de surface). Par ailleurs, elle s'occupe de l'élimination des déchets ultimes par enfouissement. N'ayant pas le permis gouvernemental adéquat, Stablex n'effectue pas la récupération des métaux lourds contenus dans les rejets.

Globalement la situation de la grande région de Montréal en matière de gestion des rejets issus des ETS peut s'apparenter à une approche mixte individuelle et collective de type contractuel entre les ETS et les éco-industries concernées, sans pour autant favoriser une collaboration effective entre les producteurs de rejets. De plus, comme **la chaîne de traitement de Stablex concerne essentiellement la gestion des boues, cela implique que des traitements conséquents doivent être pris en charge par les ETS eux-mêmes.**

La présentation succincte de la situation de la gestion et de l'élimination des rejets industriels issus des ETS implantés sur la CUM montre que l'on peut s'attendre à des défaillances de la part de certains établissements. Ce risque justifie les préoccupations de la CUM et sa volonté de mieux maîtriser les éventuels impacts de ces activités sur un environnement particulièrement vulnérable puisque constitué d'une large superficie d'eau.

Dans un premier temps, nous présentons la seule application SIG actuellement disponible à la CUM et en rapport avec la protection de l'environnement (§ 7.2). Puis nous proposons une procédure de simulation destinée à améliorer l'intervention des services chargés de l'environnement à la CUM dans ses tâches de contrôle réglementaire des rejets issus des ETS (§ 7.3).

7.2 Le SIAD-Environnement

La maîtrise des impacts des activités industrielles sur l'éco-système environnant passe notamment par la mise à disposition d'une information géographique pertinente, mais souvent très volumineuse et très diversifiée. Pour cela, il est nécessaire de faire appel à des systèmes de saisie, stockage et restitution de cette information : le « Système Intégré d'Aide à la Décision pour l'Environnement » (SIAD-Environnement) de la CUM constitue un exemple. Cette section s'inspire largement des travaux de Lacasse (2000) sur cette application SIG.

7.2.1 Présentation de l'outil et du contexte de développement

Parmi ses différents champs d'activités, la CUM est en charge des questions environnementales sur son territoire. Plus précisément, ces dernières sont du ressort des trois Services suivants :

- La mission de la **Division de l'assainissement de l'air et de l'eau** est « de surveiller l'évolution de la qualité de l'air ambiant et du milieu aquatique, de contrôler les émissions atmosphériques et les rejets d'eaux usées dans les réseaux d'égouts et les cours d'eau sur le territoire afin d'améliorer et de préserver la qualité de l'air et de l'eau, de protéger les personnes, leurs biens et leur environnement, des pollutions et des nuisances, et d'assurer la protection des ouvrages d'assainissement des eaux » (CUM, 1998).
- Le mandat de la **Division de l'aménagement du Service de la mise en valeur du territoire** concerne les tâches liées à « la confection du schéma d'aménagement et de l'application de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme pour les municipalités de la CUM. De plus, la division recommande des orientations stratégiques en aménagement et voit à la diffusion des données à référence spatiale utiles aux municipalités de la Communauté » (CUM, 1998). La réalisation de ces tâches passe nécessairement par la prise en compte des enjeux environnementaux.
- Les fonctions du réseau de collecteurs et de la Station d'épuration sont « d'intercepter et d'épurer les eaux usées du territoire de la Communauté urbaine de Montréal afin de contribuer à l'assainissement des cours d'eau, et ce, dans un esprit de préservation des ressources et de valorisation des résidus... » (CUM, 1998). **Le Service de l'épuration**

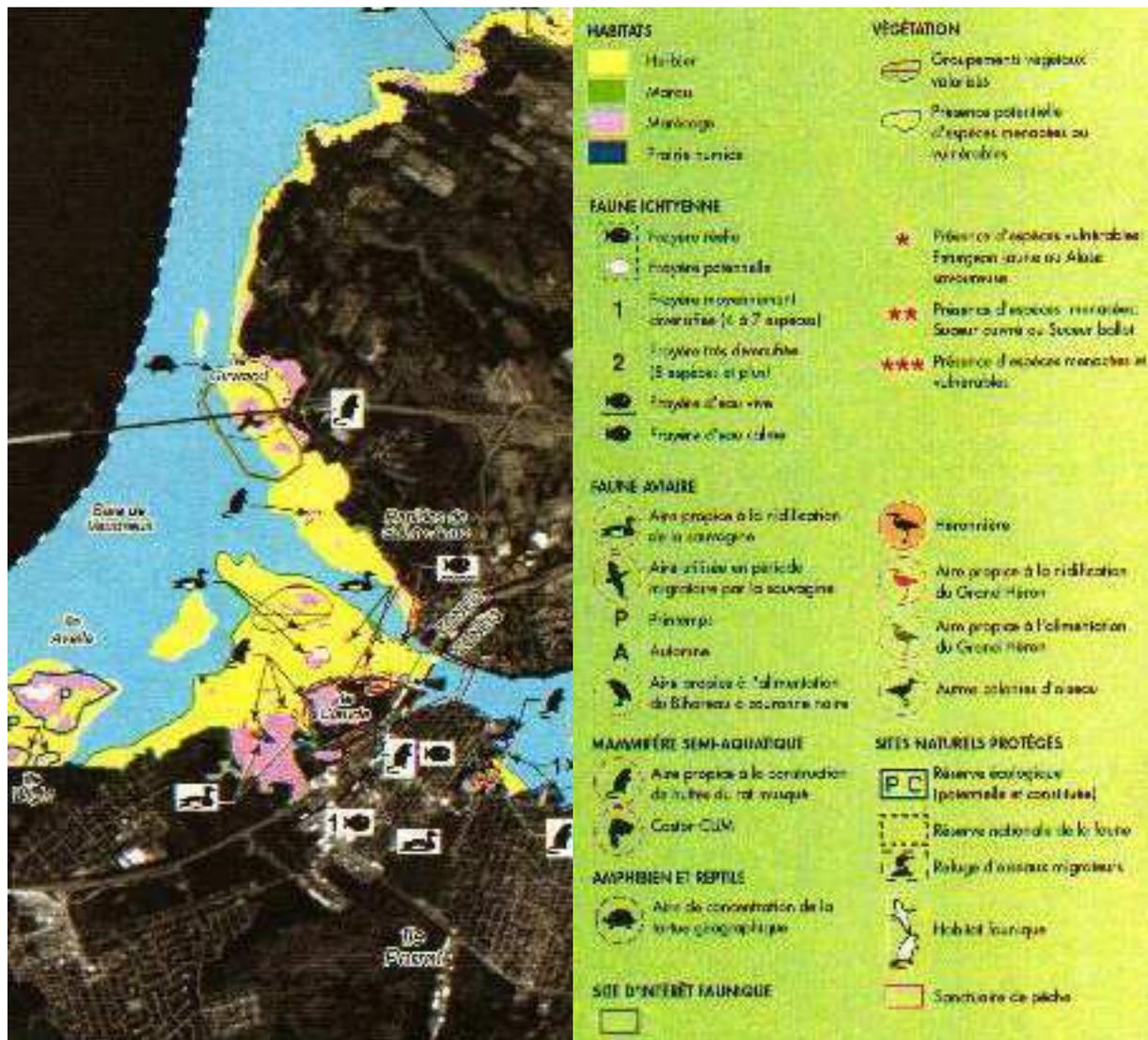
des eaux usées, chargé de la gestion de ces infrastructures, « contribue à l'élaboration et à la mise en place de programmes incitatifs visant à réduire la consommation d'eau, l'infiltration d'eau ainsi que les matières toxiques provenant des industries » (CUM, 1998).

C'est dans ce contexte institutionnel qu'en 1994, la société d'ingénierie Tecsumt a commencé une étude financée par le Gouvernement du Québec pour le compte de la CUM ; cette étude couvre l'éco-système fluvial, du Lac des Deux Montagnes, à l'ouest, au Lac St-Pierre à l'est. Cette étude qui ne participait pas à un objectif spécifique et initial d'aménagement du territoire, est composée de deux volets (TECSULT, 1996) :

- **Un volet d'inventaire du milieu biophysique** (eau, sédiments, rives, habitats, végétation, faune, sites protégés,...(cartes 7.2 et 7.3) **et des usages de l'eau** (usages fonctionnels comme prises d'eau, pêche commerciale, barrages ; usages récréatifs comme plages, quais, campings, ports de plaisance ; autres usages comme chasse, sentiers, sites patrimoniaux).



Carte 7.2 : Milieu physique (Lacs des Deux-Montagnes et St-Louis)

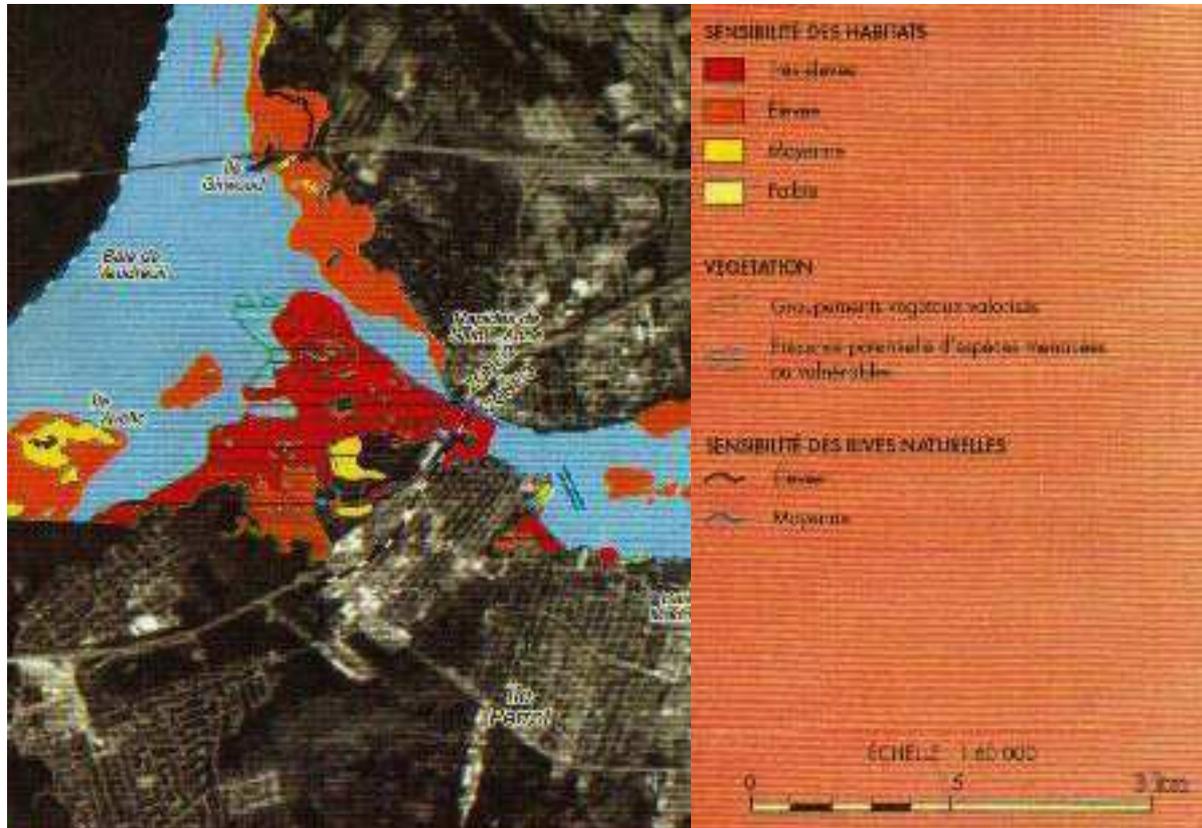


Carte 7.3 : Milieu biologique (Lacs des Deux-Montagnes et St-Louis)

- **Un volet d'évaluation de la sensibilité des habitats et ressources et de celle des usages vis-à-vis des rejets en eaux usées** (cartes 7.4 et 7.5) : la première s'obtient par combinaison de la mesure des effets du contaminant sur l'organisme et de celle d'un facteur d'exposition tandis que la seconde s'estime par rapport aux normes provinciales de qualité de l'eau et à la valeur socio-économique des usages.

Dans la perspective de capitaliser sur cette étude, la CUM et le gouvernement du Québec ont cherché un moyen de développer une information utile à « l'aiguillage » des eaux usées en temps d'orage afin de minimiser les impacts environnementaux dus aux déversements « sauvages » dans le milieu récepteur. C'est ainsi qu'a émergé le projet SIAD-Environnement destiné aux agents des services chargés de l'environnement à la CUM et du Ministère de

l'environnement et de la faune du Québec. Ce système a été développé par le Service de la mise en valeur du territoire de la CUM en partenariat avec Softkit, une société de développement de logiciel informatique.



Carte 7.4 : Sensibilité du milieu biophysique (Lacs des Deux-Montagnes et St-Louis)

L'offre de service du SIAD-Environnement, formulé par la Division de l'aménagement, identifie 4 objectifs :

- « Fournir un outil d'aide à la décision relatif à la gestion des eaux usées,
- Faciliter la mise à jour numérique des informations et des évaluations contenues dans l'étude [de Tecsalt] et prévoir l'élargissement éventuel du territoire couvert,
- Permettre l'utilisation des informations par le gouvernement du Québec, par les municipalités de la CUM et une plus grande diffusion auprès du public,
- Produire un lieu virtuel d'intégration et de diffusion des informations sur le milieu biophysique et les usages récréatifs propres au territoire. » (Hodder, 1996).



Carte 7.5 : Sensibilité des usages (Lacs des Deux-Montagnes et St-Louis)

La figure ci-dessous permet de situer les principaux intervenants selon leur implication dans le projet d'implantation du SIAD-Environnement.

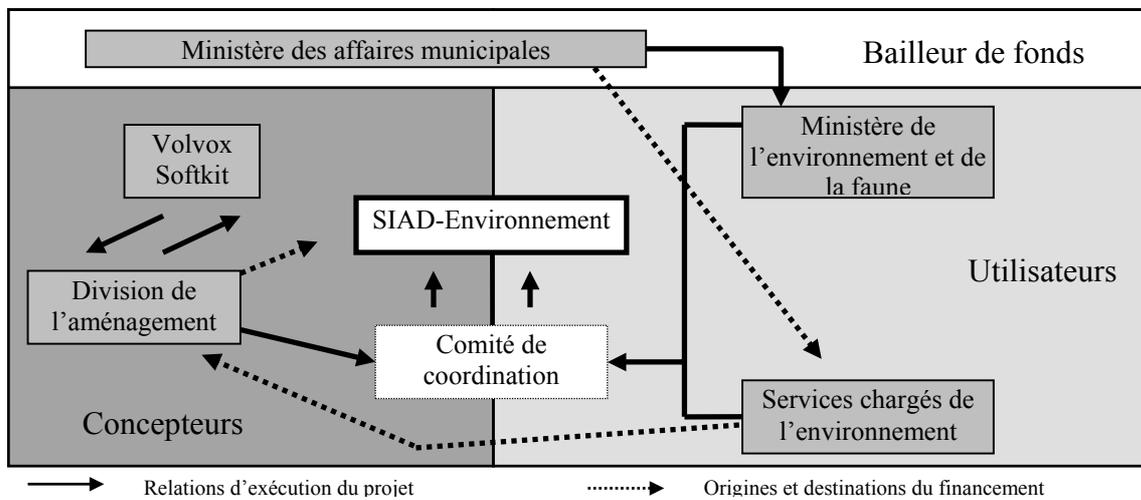


Figure 7.1 : Schéma des intervenants du projet SIAD-Environnement (d'après Lacasse, 2000)

Sur la précédente figure, la partie gauche précise les concepteurs qui ont développé la plateforme informatique et le SIAD-Environnement. La partie opposée présente les utilisateurs et la partie supérieure, le principal bailleur de fonds, soit le Ministère des affaires municipales du Québec qui contribua financièrement au projet (la CUM a aussi participé au financement, ne serait-ce qu'en fournissant la main-d'œuvre en informatique et en gestion de projet).

7.2.2 Discussion sur la conception du SIAD-Environnement

Si le projet SIAD-Environnement est sans doute un succès technologique, il ne répond, semble-t-il, à aucun objectif attendu (§ 7.2.1) puisque cette application SIG n'est actuellement pas utilisée (cependant nous insistons sur le fait que de tels projets sont essentiels et positifs dans un processus reconnu d'apprentissage par l'organisation). Lacasse (2000) tire de cette expérience les leçons suivantes :

- Les acteurs du projet SIAD-Environnement « ont compris **l'importance de positionner le système à développer, par rapport aux niveaux organisationnels [stratégique, tactique ou/et opérationnel], aux besoins en matière de décision et aux objectifs de l'organisation**. Lors de la mise en place du SIAD-Environnement, les intervenants nous ont confié qu'ils ont simplement intégré les données dans le logiciel sans pour autant établir un questionnement sur cette intégration. Ainsi, ils ont procédé selon l'approche par les données ». Cette approche par les données consiste à porter l'attention du projet SIRS sur la structuration des données alors que les objectifs d'utilisation de celles-ci sont ultérieurement établis. Elle débouche sur l'implantation d'un Système de Gestion de Bases de Données à Référence Spatiale (SGBDRS) dont les applications sont multiples et variées. Le fait que les services impliqués n'aient pas de culture de métier similaire (les services chargés de l'aménagement fonctionnant dans un contexte de planification stratégique et ceux chargés de l'environnement, dans un contexte de gestion), peut expliquer l'existence d'une ambiguïté non résolue, demeurée latente, empêchant la formulation d'objectifs concrets et réalistes et finalement incitant les acteurs du projet à retenir, comme dénominateur commun, la gestion technique de données.
- « La seconde leçon [que les intervenants] tirent est l'importance d'identifier les décisions à prendre et de confronter les visions. Ainsi, ils considèrent tous qu'il y a eu un problème de **leadership** dans le dossier du SIAD-Environnement, mais ils saisissent davantage

maintenant la nécessité de mettre en place un processus de **concertation** qui déterminerait un lieu pour confronter ces visions. En effet, les intervenants ont cru que l'implantation du système était le moment de se concerter. Or, ils comprennent dorénavant que la concertation doit se faire avant même de vouloir instaurer un tel système, afin de définir les besoins et les décisions qui concernent les divers intervenants ». On remarque un effet négatif de la présence d'ambiguïté *lorsque celle-ci n'est pas reconnue et voulue* : d'une part, la *planification (plus ou moins stratégique)* d'un projet SIRS exige la nomination a priori d'un décideur principal et, d'autre part, une telle application SIG à usage multiple nécessite un processus de *négociation* sur les finalités communes à retenir et sur la nomination du « leader ». On constate un certain « télescopage », dans le temps, entre les tâches de négociation sur les finalités, de planification du projet et de gestion de l'existant (les données), tâches qui auraient dû se succéder.

- « La dernière leçon [que les intervenants] tirent concerne le projet lui-même... Les intervenants nous ont tous fait part de leur méfiance [vis-à-vis d'une relance du projet SIAD-Environnement] : avant de refaire un projet d'aussi grande envergure, ils auraient d'abord recours à un prototype ». Ce prototype concernerait alors une zone plus restreinte de l'écosystème aquatique afin de mieux contrôler la pertinence de l'organisation des données en regard des besoins réels de gestion du milieu biophysique. C'est aussi une manière de s'assurer que les rapports entre observation (définition des besoins) et action (prise de décision) sont relativement harmonieux (§ 11.1.2).

Si l'objectif initial concret du projet SIAD-Environnement était de développer une application SIG pour gérer convenablement les infrastructures d'assainissement dans des conditions météorologiques exceptionnelles, le projet s'est plutôt cantonné sur la conception un système de stockage des données collectées ou produites par Tecsalt, soit un Système de Gestion de Base de Données à Référence Spatiale (SGBDRS) qui constitue un « réservoir de données » susceptibles d'être mises à jour, mais qui, en soi, ne prévoit pas une production d'information et de connaissance spécifiques à un besoin établi a priori.

On peut retenir, de cette expérience qui s'attachait plutôt à un contexte de gestion, la nécessité de tenir compte des conditions intangibles comme les déterminants décisionnels,

institutionnels et culturels (en terme de métier) et de cibler les objectifs (par exemple, la minimisation des risques de déversement de rejets issus des ETS). Dans ce qui suit, nous adoptons une approche inverse (soit par objectif et non par les données).

7.3 Procédure de simulation physique

Bien que tous les ETS soient généralement supposés faire l'objet d'un permis de déversement et donc posséder des installations de traitement des eaux résiduaires avant rejet dans le réseau d'assainissement de la CUM, ce secteur industriel rencontre des difficultés de mise en conformité avec la réglementation pour diverses raisons (§ 6.1).

D'autre part, les services chargés de l'environnement n'ont pas forcément tous les moyens financiers et humains nécessaires pour effectuer des analyses régulières et coûteuses pour chacun des quelques 250 établissements de traitement de surface (nous retrouvons le même genre de problème dans d'autres pays comme la France ou les Pays-Bas, ce dernier tentant de résoudre le problème en incitant les entreprises à adopter, par contrat, une attitude plus volontariste) .

Une alternative plus réaliste consisterait à **hiérarchiser les interventions selon une évaluation des impacts liés à un déversement éventuel** dans les infrastructures publiques d'assainissement temporairement sous-dimensionnées par des conditions météorologiques exceptionnelles : la station d'épuration de la CUM ne pouvant traiter l'ensemble du débit de pointe (ce problème se rencontre dans bien d'autres contextes urbains), une certaine proportion sera rejetée directement dans le milieu récepteur via des déversoirs parmi les 300 existant sur le réseau.

Certaines fonctions génériques d'analyse spatiale du logiciel Arc-Info (FLOWDIRECTION et FLOWACCUMULATION) permettent de simuler, de manière systématique, le cheminement d'un déversement à travers le réseau d'assainissement (figures 7.2 et 7.3) pour localiser le déversoir susceptible de recevoir ce déversement, puis identifier la qualité de la portion correspondante du milieu récepteur, enfin hiérarchiser les ETS, sources de pollution potentielle.

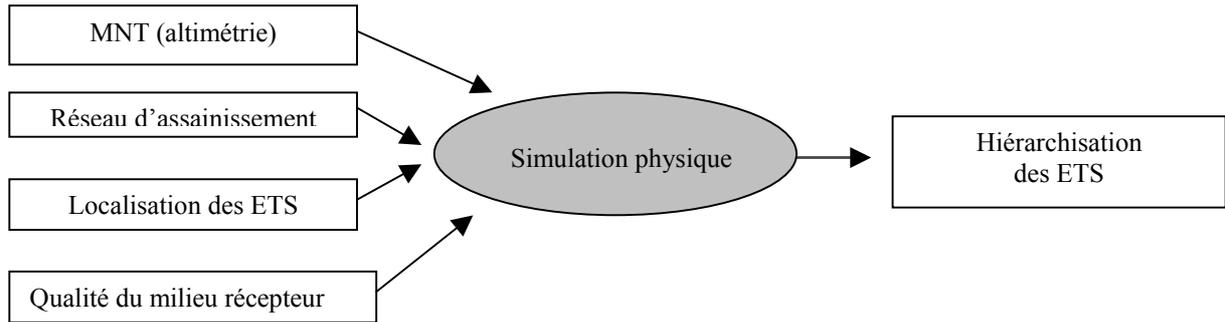


Figure 7.2 : Démarche conceptuelle de hiérarchisation des sources ETS

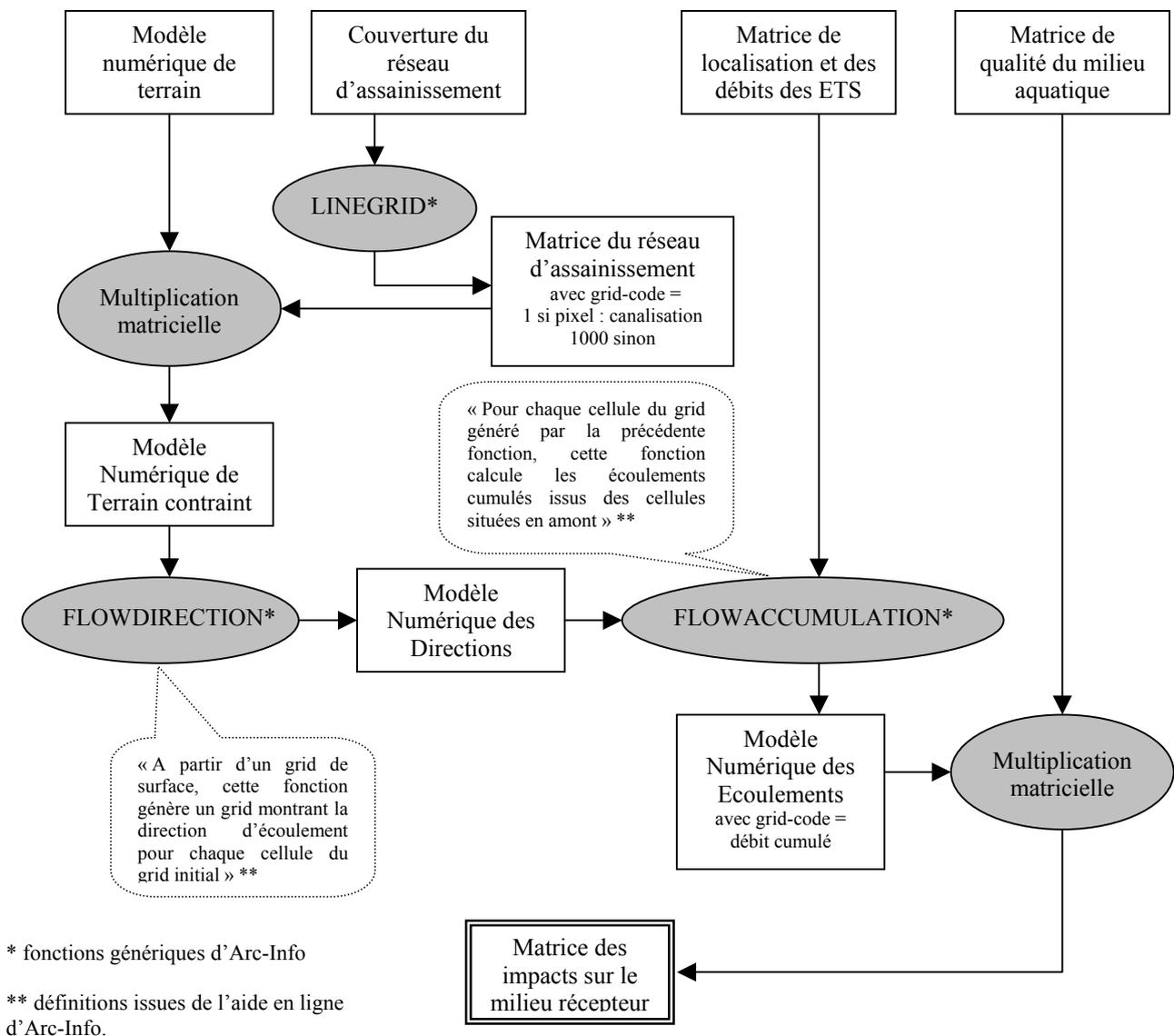
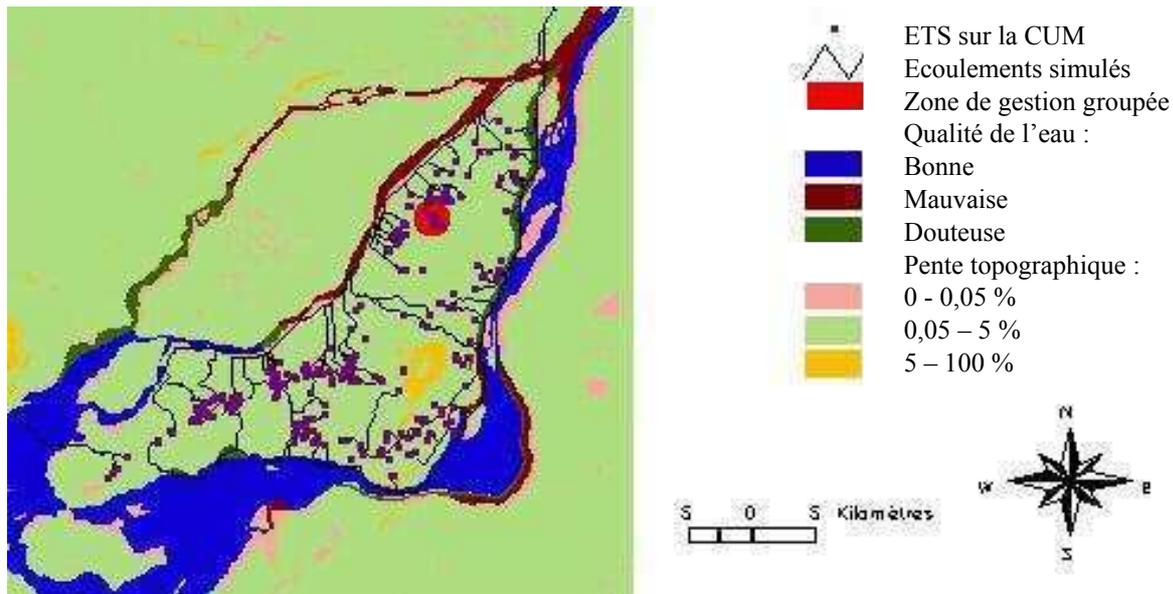


Figure 7.3 : Procédure de calcul des impacts des déversements sur le milieu récepteur

Plusieurs approximations et simplifications ont dû être admises à cause d'une carence en données disponibles (Modèle Numérique de Terrain (MNT) relativement grossier, réseau d'égout numérisé non disponible en trois dimensions, données sur les ETS relativement approximatives, qualité de l'eau spatialement peu discriminée). Les résultats de la simulation physique sont visualisés sur la carte 7.6.



Carte 7.6 : Résultats de la simulation physique

L'intérêt de cette méthode de simulation a été confirmé par le chef des services chargés de l'environnement à la CUM. Cependant la carte résultante ne fournit pas une information suffisamment précise pour permettre une hiérarchisation un tant soit peu exacte et surtout pertinente en cas d'éventuelles procédures judiciaires à entamer (comment justifier exactement cette discrimination entre ETS en terme de contrôle des rejets ?).

Il serait nécessaire d'investir une somme substantielle afin d'obtenir des données de meilleure qualité, ce qui risque de remettre en question l'intérêt financier de cette méthode de hiérarchisation (nous explicitons, de manière plus approfondie, ce problème de qualité des données au § 9.1). Par ailleurs, l'implémentation complète de ce Système d'Information Territorial (SIT) ne produirait pas en soi de résultats pertinents pour les besoins spécifiques de cette thèse qui peut se contenter de ceux présentés sur la carte 7.6.

7.4 Discussion sur l'utilité de ces SIT

De tels SIT permettent d'obtenir des représentations cartographiques multiscalaires (c'est-à-dire à différentes échelles géographiques) qui, d'une part, illustrent la situation environnementale globale du territoire de la CUM et, d'autre part, permettent d'identifier des liens possibles entre sources potentielles de pollution et cibles éventuelles.

Si, en principe, l'utilité de ces SIT pour une organisation publique comme la CUM a été précédemment mise en évidence (§ 7.2 et 7.3), on peut s'interroger sur leur pertinence pour d'autres types d'acteurs : les populations et les groupes environnementalistes sont en droit d'exiger des renseignements sur la qualité de leur environnement, éventuellement à des fins de concertation. Le site Internet de la CUM ([http : //www.cum.qc.ca/](http://www.cum.qc.ca/)) fournit d'ailleurs des informations cartographiques sur la qualité de l'éco-système aquatique, mais demeure sans réponse détaillée sur les risques spatialisés de déversement de substances toxiques (pour des raisons de confidentialité). Néanmoins l'accessibilité de ces applications SIG doit être assurée par un effort significatif de communication cartographique.

Quant aux entreprises potentiellement polluantes comme les ETS, l'accès à ces applications SIG pourrait les aider à mieux :

- Comprendre le trajet de leurs rejets liquides et solides jusqu'à leur élimination,
- Déterminer l'impact, au moins qualitatif, de leurs rejets sur l'environnement en cas de déversement (accidentel ou volontaire),
- Apprécier les interdépendances entre les différents usages du territoire afin de développer une certaine appartenance au territoire, un plus grand respect des besoins des autres usagers du territoire et, par conséquent, des rapports plus constructifs avec ceux-ci, de même qu'un certain esprit collectif dans la résolution des problématiques environnementales.
- Saisir les enjeux, atouts et limites des différentes options envisageables de gestion de leurs rejets (individuelle, centralisée, groupée (§ 6.1)).

Malheureusement, l'intérêt actuel des ETS pour de tels outils ne semble pas flagrant et même si ceux-ci peuvent se sentir concernés par les questions environnementales, ils semblent peu sensibles à ce type d'outils. On peut spéculer sur ce comportement : le temps substantiel à investir pour utiliser une application SIG, l'origine externe de l'initiative, la difficulté d'appréhender de l'information cartographique, la crainte de faire émerger des problèmes s'ajoutant aux problèmes quotidiens,...

Un important exercice de sensibilisation auprès des ETS serait nécessaire et devrait impliquer des organisations publiques comme la CUM et des organismes professionnels comme « l'American Electroplaters and Finishers Society-Section Québec ».

Chapitre 8 :

Méthode d'aide à la planification stratégique : cas des ETS de la CUM

L'objet de ce chapitre est de proposer, éventuellement aux services de la Communauté Urbaine de Montréal (CUM), Québec, Canada, une méthode d'aide à la planification stratégique destinée à mieux appréhender la faisabilité de la gestion collective des rejets issus des établissements de traitement de surface (ETS) implantés sur le territoire de la CUM.

Une présentation brève du contexte (§ 8.1) permet de justifier le choix d'une procédure de planification stratégique et de préciser le processus de traitement de l'information qui fait intervenir quatre dimensions décisionnelles : la propension des ETS pour une gestion collective de leurs rejets, la capacité d'accueil du territoire, les coûts liés au transport et la vulnérabilité « démographique » du territoire vis-à-vis d'un déversement polluant éventuel.

Les procédures de modélisation des stratégies de gestion collective (§ 8.2), décomposées en modules, sont explicitées pour les trois types de filières retenues : la gestion centralisée, la gestion groupée et la gestion collective combinée. Plusieurs simulations stratégiques sont définies en fixant les valeurs de paramètres et selon l'organisation des modules (§ 8.3).

L'analyse des résultats (forcément intermédiaires dans un tel processus) issus des précédentes simulations (§ 8.4) montre, entre autre, qu'il est très difficile de trouver des solutions de gestion centralisée minimisant à la fois les indicateurs de protection environnementale et ceux des coûts de transport, et que le choix d'une parcelle d'accueil d'une station d'épuration centralisée sur le territoire de la CUM devrait se porter sur celles situées dans la zone Nord de l'île de Montréal. Par ailleurs, cette analyse établit que la gestion groupée exige une convergence d'atouts difficile à obtenir et que Ville-Saint-Laurent, Dollard-des-Ormeaux et Pointe-Claire possèdent sans doute les caractéristiques (géographiques) les plus favorables à une gestion groupée.

L'ensemble de ce chapitre fournit la « matière première » dont nous nous servirons pour vérifier la pertinence du guide d'aide à la pratique des SIRS (§ 5) dans un contexte de planification stratégique (§ 10.2).

8.1 Contexte

La gestion réglementaire des rejets industriels issus de ces ETS implantés sur le territoire de la CUM, telle qu'explicité au § 7, apparaît certes nécessaire, mais pas suffisante dans la perspective d'un développement harmonieux de pratiques industrielles respectant impératifs économiques (contraintes de temps, gestion des stocks, variabilité des commandes,...) et contraintes environnementales (réglementation, compatibilité des usages du territoire, marketing vert,...). Ainsi :

- Malgré la réglementation, le milieu récepteur et les infrastructures d'assainissement public pourraient encore subir les agressions dues aux déversements générés par des ETS.
- Il n'est pas toujours facile de promouvoir les technologies propres (§ 6.3) : ce secteur industriel utilise des produits chimiques très toxiques et dont la substitution est économiquement peu envisageable à moyen terme.
- Le secteur du traitement de surface est composé d'une majorité de PME que les contraintes environnementales rebutent à cause d'une santé financière précaire, d'une carence en personnel qualifié, d'une difficulté à projeter leurs activités sur le long terme,...

Ces arguments plaident pour une planification stratégique de la gestion des rejets industriels dans le but de proposer des solutions efficaces et permanentes. Un programme global de gestion intégrée des rejets pourrait s'appuyer sur différentes actions, sans doute plus complémentaires qu'antagonistes (§ 6) : la consolidation des procédures de surveillance de la qualité des rejets industriels, le management environnemental, la gestion individuelle in situ, la gestion collective des rejets industriels.

La situation des établissements de traitement de surface (ETS) implantés sur le territoire de la CUM a été présentée au chapitre précédent (§ 7).

8.1.1 Finalité du travail de recherche

Pour éventuellement satisfaire certains besoins des services chargés de l'environnement à la CUM, il est proposé **d'analyser la faisabilité de la gestion centralisée, de la gestion**

groupée et de leur combinaison (§ 6). Dans cette perspective, il semble que le processus décisionnel s'apparenterait plutôt à une démarche de type « planification stratégique », du point de vue de la CUM. En effet, dans un premier temps, la complexité de la problématique sera mieux appréhendée de cette manière que par une approche de type « négociation ». En outre, les acteurs industriels ne sont pas actuellement engagés dans une démarche de négociation sur des modalités de gestion collective de leurs rejets. De plus, la gestion centralisée concerne un nombre trop élevé d'ETS pour être traitée par une approche de type « négociation ». Par ailleurs, les services chargés de l'environnement à la CUM n'ont pas de mandat approprié pour déclencher un processus de négociation et, outre l'absence d'instruments réglementaires réellement efficaces, ils n'ont pas toujours les moyens humains et financiers nécessaires pour surveiller régulièrement et correctement les établissements industriels (200 ateliers), si bien qu'une approche de type gestion (réglementaire) s'avère peu efficace à plus ou moins long terme. Cependant il existe une structure publique (le Service de la mise en valeur du territoire de la CUM) qui possède un mandat de planification du territoire.

8.1.2 Présentation du processus de traitement de l'information

Le choix des modalités de gestion des rejets industriels se caractérise par une très forte complexité multi-disciplinaire. Celle-ci se renforce par le caractère géographique de la gestion collective qui s'inscrit résolument dans le territoire et qui justifie le développement et l'utilisation d'un SIRS. Ce dernier trouve son utilité notamment dans l'identification de parcelles propices à l'installation d'une STEP centralisée et de zones propices à la gestion groupée : un planificateur chargé de ces simulations pourrait être amené à intégrer les principales dimensions décisionnelles qui caractérisent les points de vue parfois divergents des acteurs concernés (les populations, les élus et les ETS) ; ces derniers n'interviennent pas tous directement dans la prise de décision, mais influencent significativement la faisabilité des options de gestion collective.

L'intégration de ces enjeux peut s'appuyer sur un outil d'aide à la décision du type « système d'information et d'aide à la décision à référence spatiale » (SIADRS) et issu du couplage entre un SIG et des procédures interactives de modélisation typiques de la recherche opérationnelle. Cependant le processus décisionnel sera alors largement influencé par la configuration de l'outil d'aide à la décision : le comportement et la réflexion du

planificateur sera effet fortement conditionné par les procédures de modélisation (§ 8.2) à moins de refuser de s'appuyer sur un tel outil.

A la lecture de la littérature concernant la gestion collective des rejets industriels, nous avons orienté le travail de modélisation vers une meilleure appréhension des interdépendances entre quatre principales dimensions décisionnelles traitées sous un angle spatial : **la propension des ETS pour une gestion collective de leurs rejets, la capacité d'accueil du territoire, les coûts liés au transport, la vulnérabilité « démographique » du territoire vis-à-vis d'un déversement polluant éventuel.**

En outre, les simulations réalisées appartiennent à différentes catégories structurées selon le type de parcelles d'accueil (parcelles vacantes versus ETS gros producteurs de rejets), le montage organisationnel de la chaîne de traitement collectif étant différent, d'une part, et le type de gestion collective (gestion centralisée versus gestion groupée), la faisabilité s'estimant à l'aide de fonctions et d'algorithmes différents, d'autre part.

8.2 Procédures de modélisation

8.2.1 Procédure « gestion centralisée »

Le tableau 8.1 et la figure 8.1 résument la procédure « gestion centralisée ».

Tableau 8.1 : Attributs et paramètres (gestion centralisée)

Désignation	1	2	Signification
DEBIT	I	A	Volume de rejets produits par chaque ETS et par an
ALPHA	I	P	Proportion du volume produit et traité par chaque ETS
SVMAR*	I	P	Volume de rejets en deçà duquel un ETS est candidat à un pré-traitement centralisé
SVMIR*	I	P	Volume de rejets au-delà duquel un ETS est candidat pour recevoir des rejets d'autres ETS
CTRANSF**	I	P	Rapport de réduction volumique in situ des rejets en boues (ou déchets)
CTRANSF2**	E	P	Rapport de réduction volumique de la STEP centralisée des rejets en déchets
SVMAD*	I	P	Volume de déchets en deçà duquel un ETS est candidat à un transport collectif
POS	E	A	Plan d'occupation du sol ou plan d'urbanisme (espaces vacants, industriels et verts retenus)
AREAvac**	E	P	Superficie en deçà de laquelle l'espace vacant ne peut accueillir la STEP centralisée
AREAetso**	I	P	Superficie en deçà de laquelle « l'ETS offre » ne peut physiquement accueillir les rejets
DISTvert	E	P	Distance euclidienne minimum entre la parcelle d'accueil et les espaces verts
Population	E	A	Couverture de recensement des populations de la grande région de Montréal
R	E	P	Rayon d'impact d'un déversement de la STEP centralisée sur les populations proches
Réseau	E	A	Couverture du réseau routier simplifié et topologiquement correct
ETS	I	A	Couverture de localisation des ETS et de Stablex (après sélection des ETS candidats)
L	E	P	Largeur d'impact d'un déversement lors du transport sur les populations proches

* valeur dépendant de la situation financière et managériale de chaque ETS ** valeur dépendant de la technologie choisie.

1 : données internes (I) ou externes (E) à l'entreprise ; 2 : données type attribut ou variable (A) ou donnée type paramètre ou seuil (P)

NB : les questions relatives aux intervalles de variation des données sont évoquées au § 10.2.

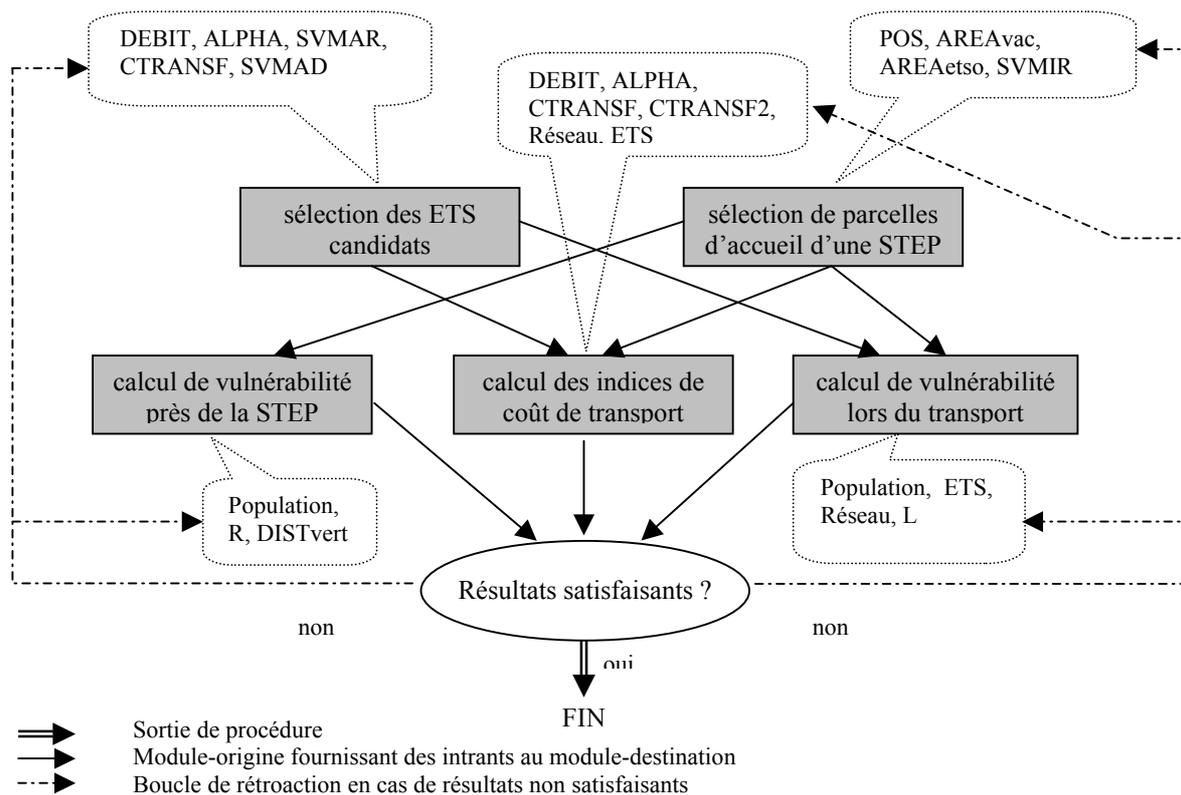


Figure 8.1 : Procédure de modélisation « gestion centralisée »

Pour chacun des cinq modules de la procédure, nous précisons l'objectif, les hypothèses, les sous-modules et les données employées.

8.2.1.1 Sélection des ETS candidats

Ce module a pour objectif de ne retenir que les ETS susceptibles de s'engager dans une gestion collective de leurs rejets. L'hypothèse de base est d'admettre que le choix de participer dépend essentiellement du débit annuel (*DEBIT*) de rejets de l'ETS, débit qui ne doit pas dépasser un seuil (*SVMAR*, pour les rejets ou *SVMAD*, pour les déchets) au-delà duquel l'ETS a plus intérêt à choisir une gestion individuelle interne pour des raisons financières et de préservation de son indépendance. Pour s'approcher de la situation réelle, nous affinons la sélection de la manière suivante :

- Les ETS ont le choix de traiter in situ une partie de leurs rejets (*ALPHA* -figure 8.2) : par exemple, les rejets composés de chrome sont traités hors site pour des raisons de coûts et de complexité du traitement tandis que les solutions acido-basiques, neutralisées assez

facilement et à moindre coût, sont prises en charge par chaque ETS (*ALPHA* apparaît comme un paramètre caractérisant les rejets en terme de qualité alors que *SVMAR* caractérise plutôt les rejets en terme de quantité),

- Les ETS peuvent combiner le traitement centralisé des rejets non traités in situ et le transport collectif de déchets issus du traitement in situ des rejets ; quatre catégories d'ETS sont alors établies : les ETS qui participent au traitement centralisé de leurs rejets et au transport collectif de leurs déchets, les ETS qui ne participent qu'au transport collectif de leurs déchets, les ETS qui ne participent qu'au traitement centralisé de leurs rejets, et enfin les ETS qui ne participent à aucune activité collective,
- Le traitement in situ s'accompagnant d'une réduction de volume des rejets initiaux, le calcul du débit de déchets (boues) en tient compte via un coefficient de transformation *CTRANSF* qui caractérise la performance globale des installations in situ (type de technologie, état des équipements,...),
- Les valeurs des paramètres *ALPHA*, *SVMAR*, *SVMAD* et *CTRANSF* peuvent être personnalisées pour tenir compte de situation managériale et financière particulière à chaque ETS : par exemple, plus l'ETS sera en situation financière délicate, moins il sera à même d'investir sur des équipements de traitement in situ, plus il sera intéressé par la gestion collective, plus *ALPHA* et *SVMAR* auront tendance à être élevés.

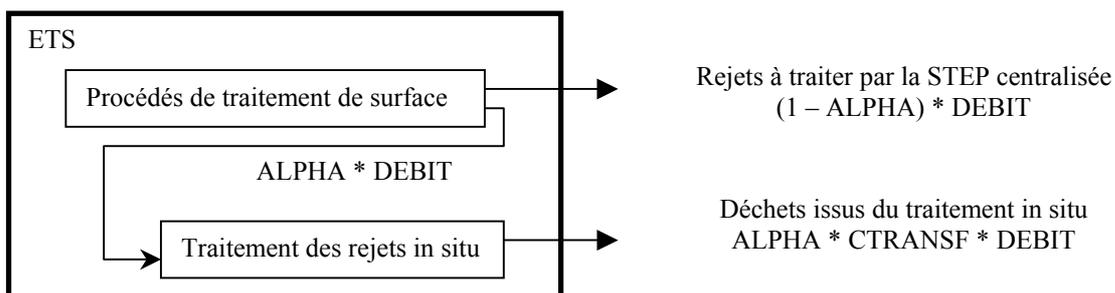


Figure 8.2 : Schéma de répartition des rejets à traiter

Par ailleurs, la manipulation des valeurs de *SVMAR*, *SVMAD* et *ALPHA* permet de mieux appréhender le rapport entre faisabilité de la gestion collective et situation propre à chaque ETS : par exemple, un ETS qui veut concentrer ses efforts exclusivement sur ses activités de traitement de surface, favorisera la gestion collective (valeur de *SVMAR* élevée) tandis qu'un

ETS qui souhaite conserver la maîtrise totale de sa production, fera en sorte de traiter tous ses rejets (valeur de *ALPHA* proche de 1).

Le principal inconvénient de ce module est qu'il ne tient pas compte explicitement de la nature et des concentrations des rejets ; or ces données sont importantes pour identifier plus précisément les besoins réels en équipement.

8.2.1.2 Sélection des parcelles d'accueil d'une STEP

Ce module a pour objectif de déterminer les parcelles susceptibles d'accueillir une STEP selon les données du plan d'occupation du sol (*POS*) -dit encore plan d'urbanisme-, plus précisément celles concernant les parcelles vacantes et les parcelles industrielles. L'hypothèse de base est d'admettre que la capacité d'accueil d'une parcelle dépend essentiellement de la superficie de celle-ci. En effet la parcelle doit être suffisamment grande pour permettre l'installation des équipements de traitement des rejets, le stockage en entrée et en sortie de traitement, le chargement et le stationnement des camions, le respect des périmètres de sécurité.

Pour s'approcher de la situation réelle, nous affinons la sélection de la manière suivante : les parcelles d'accueil sont de deux types (vacantes ou occupées par un ETS gros producteur de rejets -« ETS offre »). La sélection des « ETS offre » part de l'hypothèse selon laquelle des ETS gros producteurs de rejets (débit annuel supérieur à un seuil *SVMIR*) peuvent accepter de prendre en charge les rejets des autres ETS moyennant rétribution financière. Et parce que ces ETS possèdent déjà des infrastructures, la superficie nécessaire (*AREA etso*) est moindre que celle des parcelles vacantes (*AREA vac*).

Les principaux inconvénients de ce module sont les suivants : d'une part, il ne tient pas compte de la forme de la parcelle ; or la faisabilité technique d'implantation d'une STEP dépend de l'ordonnancement spatial des différentes tâches sur le terrain. D'autre part, la place occupée par les équipements peut être réduite par une organisation verticale des process.

8.2.1.3 Calcul de vulnérabilité « démographique » près de la STEP

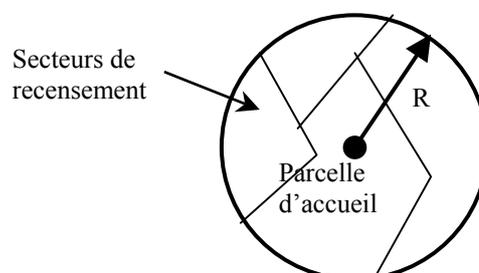
Ce module a pour objectif de caractériser la vulnérabilité « démographique » du territoire à un éventuel déversement sur le site de la STEP. La vulnérabilité intervient dans l'évaluation des risques dans la mesure où elle permet de caractériser la cible.

L'indicateur de vulnérabilité choisi s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle la vulnérabilité dite « in situ » est essentiellement proportionnelle à la quantité de population (*Population*) vivant autour de la parcelle accueillant la STEP (c'est pourquoi nous la qualifions de « démographique »). L'aspect relativement arbitraire de ce choix et la précision qui en découle, ne paraissent pas problématiques dans la mesure où nous nous situons dans un contexte de planification stratégique qui s'appuie sur des connaissances de première analyse, éventuellement approfondies en cours de processus décisionnel.

On ne peut parler d'indicateur de vulnérabilité technique car la STEP sera en principe conçue pour orienter les rejets vers le réseau d'assainissement inter-municipal, un déversement au niveau de la STEP étant alors relativement peu dangereux pour les populations environnantes. Par contre on peut considérer cet indicateur comme caractéristique de l'acceptabilité sociale du projet de localisation d'une STEP industrielle : en milieu urbain, les populations sont de plus en plus critiques vis-à-vis de l'implantation d'installation industrielle dans leur voisinage.

Afin de calculer cet indicateur, nous utilisons les données de recensement et nous fixons le rayon d'influence R au-delà duquel il est supposé que les populations ne se sentent pas concernées par l'installation de la STEP (figure 8.3).

Figure 8.3 : Schéma de calcul de la vulnérabilité « démographique » in situ



Par ailleurs nous réduisons le nombre de parcelles pour lesquelles l'indice de vulnérabilité est estimé, en supprimant celles qui sont trop proches d'un espace vert. Le seuil de distance

euclidienne $DIST_{vert}$ est un paramètre normatif au même titre que les périmètres de sécurité d'une installation à risque.

Notons que, dans la couverture de recensement (*Population*), une valeur de population a été arbitrairement affectée au polygone englobant les cours et plans d'eau afin d'éviter d'obtenir des localisations de STEP au bord du milieu récepteur.

Le principal inconvénient de ce module concerne la pertinence même de l'indicateur de vulnérabilité retenu. Le choix a été en grande partie conditionné par l'existence des données susceptibles de représenter, d'une manière ou d'une autre, la vulnérabilité du territoire. Nous aurions pu suivre la même démarche avec les données issues du plan d'occupation du sol (ou plan d'urbanisme).

8.2.1.4 Calcul de vulnérabilité « démographique » lors du transport

Le calcul de cette vulnérabilité suit le même principe que celui de la vulnérabilité in situ (figures 8.4 et 8.5). Les fonctions d'Arc-Info PATH et ROUTE permettent de trouver le chemin le plus court respectivement entre la parcelle d'accueil et le centre d'enfouissement de Stablex (les déchets étant forcément enfouis à cet endroit) et entre tous les ETS candidats (*ETS*) et la parcelle d'accueil. Plus précisément, le choix des parcours s'effectue en pondérant les distances avec un indice de vulnérabilité « démographique » (quantité de population contenue dans un polygone de longueur le tronçon de route et de largeur L , paramètre-seuil au-delà duquel il est supposé que les populations ne se sentent pas concernées par le transport de matière dangereuse).

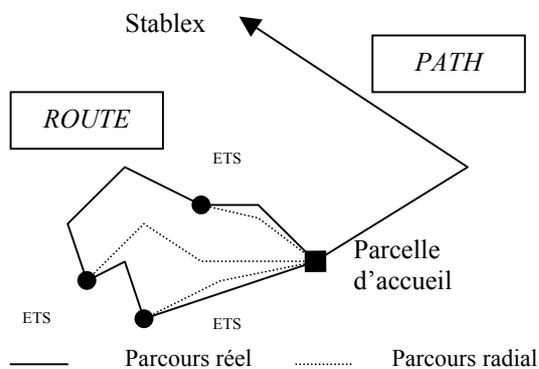


Figure 8.4 : Schéma de transport des rejets et des déchets

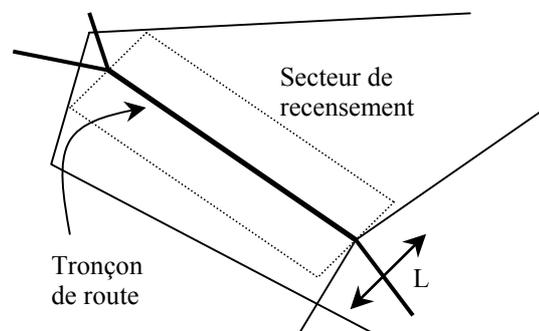


Figure 8.5 : Schéma de calcul de la vulnérabilité « démographique » lors du transport

Notons que, dans la couverture de recensement (*Population*), une valeur de population a été arbitrairement affectée au polygone englobant les cours et plans d'eau afin d'éviter des traversées trop fréquentes au-dessus du milieu récepteur.

Par ailleurs, afin de réduire la complexité et le temps des calculs et afin d'accroître la visibilité des résultats, la couverture du réseau routier (*Réseau*) a été simplifiée de la manière suivante :

- Suppression de toutes les rues (ce sont les routes d'emprise réduite qui ne devraient pas être empruntées par un camion transportant des matières dangereuses),
- Suppression de tous les arcs relatifs aux doubles voies et aux échanges routiers afin d'éviter les ambiguïtés de parcours,
- Non prise en compte des contraintes de circulation (sens unique, ponts,...) : cette simplification ne devrait pas porter à conséquence car la trame routière est très dense,
- Connexion de chaque ETS sur le tronçon de route le plus proche de cet ETS,
- Capacité de transport des camions non prise en compte, ce qui implique l'hypothèse selon laquelle le camion visite tous les ETS en même temps avant de retourner à la parcelle d'accueil.

L'inconvénient de ce module est qu'il ne renseigne pas sur les risques réels liés à un déversement. Pour cela il faudrait connaître et intégrer, dans la procédure de calcul, les données sur le type et le volume de matières dangereuses transportées, ainsi que sur les probabilités d'accident qui dépendent, entre autre, de la densité spatialisée de circulation ; or, outre le fait que ces données ne sont pas toutes à notre disposition, cela impliquerait d'entrer dans les fonctions PATH et ROUTE, ce qui est impossible pour un utilisateur d'Arc-Info.

8.2.1.5 Calcul des indices de coûts de transport

Ce module a pour objectif de fournir plusieurs indices (non exprimés en valeur monétaire) qui caractérisent les coûts de transport affectés à chaque parcelle d'accueil. L'hypothèse de base est que les coûts de transport sont proportionnels au volume transporté (*DEBIT*) et à la distance-réseau (*Réseau*) entre chaque ETS et la parcelle vacante. Cela sous-entend que le transport est radial (figure 8.4) et donc ne correspond pas au parcours réel puisque, dans la réalité, le camion visitera les ETS tant que le volume cumulé ne sera pas proche de la capacité

maximale du camion. Néanmoins, les indices calculés sont pertinents car ils permettent d'évaluer la situation des ETS, les uns par rapport aux autres, pour une même simulation et une même parcelle d'accueil.

Les distances calculées (*Distpond*) sont pondérées à l'aide des attributs et paramètres *DEBIT*, *ALPHA*, *CTTRANSF* et *CTTRANSF2* (*CTTRANSF2* est supposé de valeur inférieure à celle de *CTTRANSF* car la construction et la gestion d'une STEP centralisée sont pertinentes essentiellement si celle-ci assure une meilleure performance de traitement des rejets que celle des équipements de traitement des ETS). Quatre cas se présentent (figure 8.6) :

- **Cas A** : l'ETS accepte le traitement centralisé de certains de ses rejets (c'est-à-dire ceux non traités à l'interne), mais se charge du transport de ses déchets (issus d'un traitement in situ),
- **Cas B** : l'ETS accepte à la fois le traitement centralisé de ses rejets (c'est-à-dire non traités à l'interne) et le transport collectif des déchets résultants,
- **Cas C** : l'ETS n'accepte que le transport collectif de ses déchets issus d'un traitement in situ,
- **Cas D** : l'ETS n'accepte aucune activité collective (le cas D n'est pas traité par notre procédure).

Pour chaque simulation et un nombre réduit de parcelles d'accueil (les plus pertinentes pour une simulation donnée), ce module produit les résultats tabulaires présentés au tableau 8.2.

Tableau 8.2 : Résultats tabulaires des simulations « gestion centralisée »

Désignation	Définition	Observation
Nbrets	nombre d'ETS candidats	ETS appartenant au cas A, B ou C
Debitsum (m ³)	\sum DEBIT ETS candidats	Résultat caractérisant les économies d'échelle envisageables.
Distmoy (m)	\sum Distpond / Nbrets ETS candidats	Résultat caractérisant, en valeur absolue, les coûts de transport pour chaque parcelle d'accueil d'une simulation spécifique.
Distecart (m)	écart-type de Distmoy	Résultat caractérisant l'iniquité de la répartition, en valeur absolue, des coûts de transport pour chaque parcelle d'accueil d'une simulation spécifique.
Rapmoy	\sum [10000 * Distpond / \sum Distpond] / Nbrets ETS candidats ETS candidats	Résultat caractérisant, en valeur relative, les coûts de transport pour chaque parcelle d'accueil d'une simulation spécifique.
Rapecart	écart-type de Rapmoy	Résultat caractérisant l'iniquité de la répartition, en valeur absolue, des coûts de transport pour chaque parcelle d'accueil d'une simulation spécifique. Renseigne sur l'équité de la répartition des coûts de transport entre les ETS.

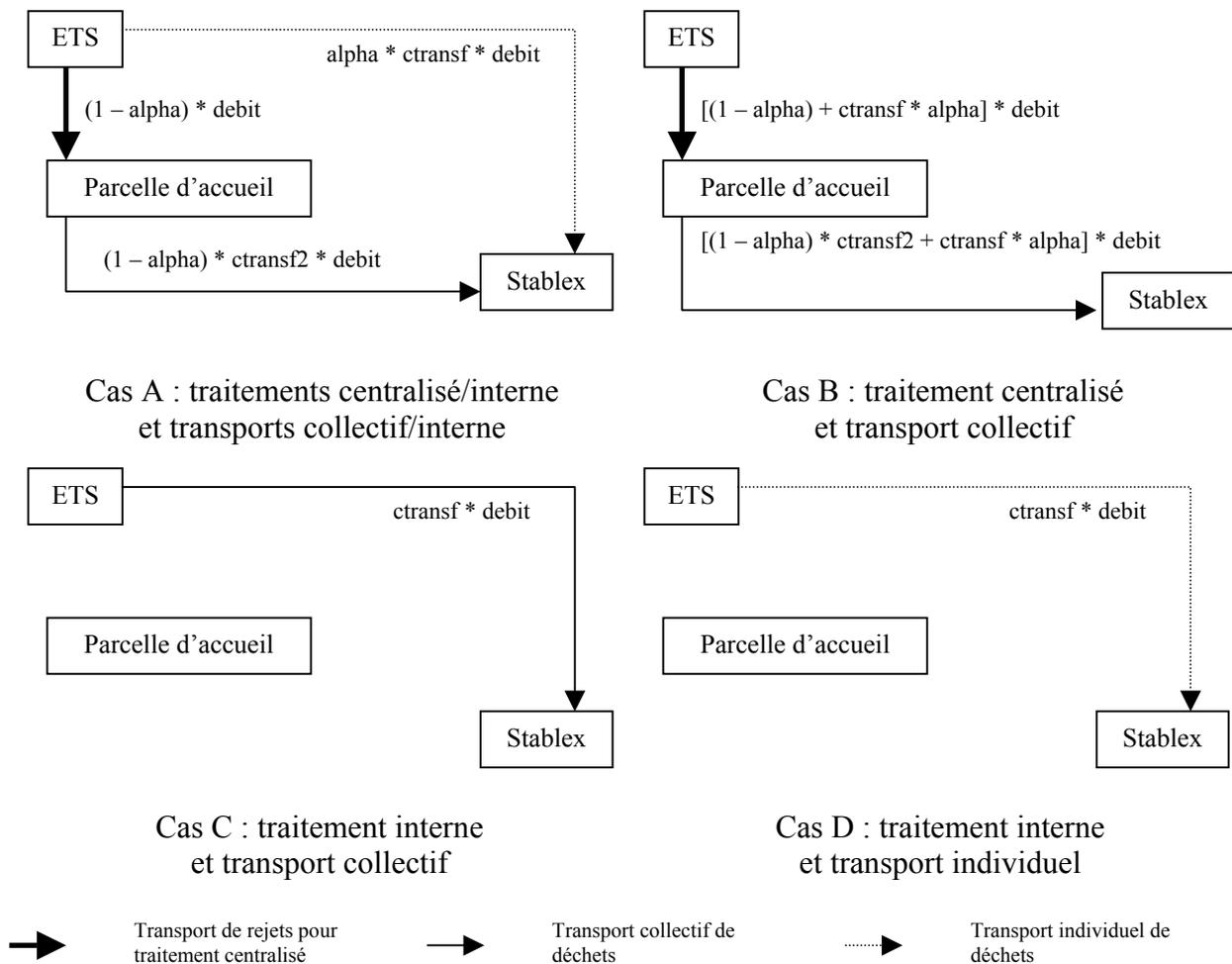


Figure 8.6 : Schémas de répartition spatiale des rejets et déchets lors du transport

L'inconvénient de ce module concerne sa pertinence : compte tenu des dimensions du territoire (50 km par 50 km), les coûts de transport ne devraient pas dépendre substantiellement des distances.

8.2.2 Procédure « gestion groupée »

Le tableau 8.3 et la figure 8.7 résument la procédure « gestion groupée ».

Tableau 8.3 : Attributs et paramètres « gestion groupée »

Désignation	1	2	Signification
DEBIT	I	A	Volume de rejets produits par chaque ETS et par an
SVMAR0*	I	P	Volume de rejets en deçà duquel un ETS n'est pas candidat à un traitement groupé
SVMAR1*	I	P	Volume de rejets au-delà duquel un ETS n'est pas candidat à un traitement groupé
POS	E	A	Plan d'occupation du sol ou plan d'urbanisme (on retient les espaces vacants)
AREAvacg**	E	P	Superficie en deçà de laquelle l'espace vacant ne peut accueillir la STEP groupée
Population	E	A	Couverture de recensement des populations de la grande région de Montréal
ETS	I	A	Couverture de localisation des ETS
D ets***	E	P	Distance euclidienne maximum entre au moins deux ETS d'un même regroupement
Vg mini***	E	P	Volume cumulé minimum en deçà duquel le regroupement d'ETS n'est pas retenu
D buffer	E	P	Distance d'extension de la zone de regroupement pour les besoins de sa caractérisation
MNT	E	A	Modèle numérique de terrain

* valeur dépendant de la situation financière et managériale de chaque ETS ** valeur dépendant de la technologie choisie.

*** valeur dépendant de la situation financière et managériale, ainsi que des potentialités organisationnelles du regroupement d'ETS

1 : données internes (I) ou externes (E) à l'entreprise ; 2 : données type attribut ou variable (A) ou donnée type paramètre ou seuil (P)

NB : les questions relatives aux intervalles de variation des données sont évoquées au § 10.2.

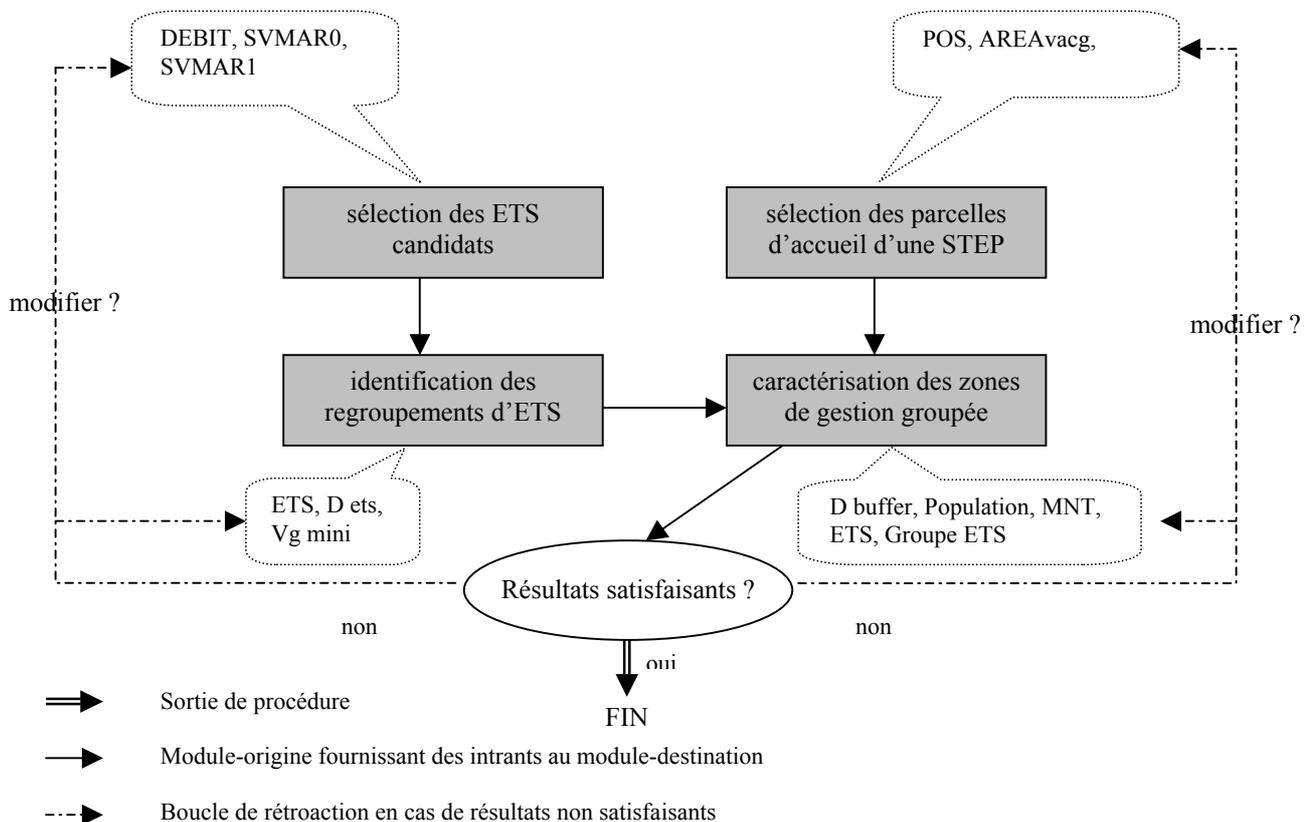


Figure 8.7 : Procédure de modélisation « gestion groupée »

Pour chacun de quatre modules de la procédure, nous précisons l'objectif, les hypothèses, les sous-modules et les données employées.

8.2.2.1 Sélection des ETS candidats

Ce module a pour objectif de déterminer les ETS susceptibles d'être intéressés par la gestion groupée de leurs rejets. L'hypothèse de base consiste à admettre que cet intérêt dépend essentiellement de la quantité de rejets à traiter. Ce volume (*DEBIT*) doit être compris entre un seuil (*SVMARI*) au-delà duquel l'ETS va probablement opter pour une gestion individuelle interne de ses rejets, et un autre seuil (*SVMARO*) en deçà duquel l'ETS préférera l'option de gestion centralisée, les quantités de rejets à traiter ne pouvant justifier les investissements en équipements et infrastructures in situ ou groupés.

Par ailleurs, l'investissement nécessaire à la gestion groupée (notamment la construction du réseau d'assainissement) nous permet d'admettre raisonnablement que tous les rejets seront traités par la STEP groupée : on ne prévoit donc pas d'équipement individuel (mais plusieurs canalisations en parallèle seront nécessaires afin de discriminer des rejets chimiquement incompatibles). Par conséquent, les attributs et paramètres *ALPHA*, *SVMAD*, *CTRANSF* et *CTRANSF2* ne sont plus pertinents.

Le principal inconvénient de ce module est identique à celui évoqué pour le module correspondant de la procédure « gestion centralisée ».

8.2.2.2 Sélection des parcelles d'accueil

L'objectif de ce module est d'identifier les parcelles susceptibles d'accueillir les équipements et les activités nécessaires à une gestion groupée selon les données du plan d'occupation du sol (*POS*) -ou encore plan d'urbanisme-, plus précisément celles concernant les parcelles vacantes (les parcelles industrielles ne sont pas considérées car il semble peu réaliste qu'un ETS, même gros producteur de rejets, accepte de se lancer dans une gestion groupée compte tenu des travaux d'infrastructure souterraine que cela exigerait). L'hypothèse de base est d'admettre que le choix de la parcelle dépend essentiellement de sa superficie qui, cependant, devra être moins grande que celle dans le cas de la procédure « gestion centralisée » : en effet, les volumes cumulés étant moins importants, les besoins en espace d'installation des équipements et de stockage des rejets seront en conséquence réduits.

Les principaux inconvénients de ce module sont identiques à ceux évoqués pour le module correspondant de la procédure « gestion centralisée ».

8.2.2.3 Identification des regroupements d'ETS

Ce module a pour objectif de déterminer les ETS qui pourraient être regroupés à des fins de gestion groupée, sachant que la faisabilité de celle-ci dépend fortement du coût de construction du réseau d'assainissement. En première analyse, nous admettons la démarche suivante comme pertinente :

- Un ETS est retenu dans un regroupement d'ETS si sa distance euclidienne à l'ETS le plus proche et appartenant au regroupement est inférieure à un seuil (D_{ets}).
- Le regroupement d'ETS est finalement retenu si le volume cumulé ($Vol-cum$) de rejets à traiter est supérieur à un certain seuil (Vg_{mini}).

L'inconvénient de ce module réside dans l'exactitude relative des résultats de cette démarche :

- La distance cumulée ($Dist-cum$) ainsi calculée ne donne qu'une indication relative de la longueur nécessaire de canalisation puisque le réseau d'assainissement sera vraisemblablement de forme arborescente,
- Les zones de regroupement peuvent être d'une morphologie qui augmente substantiellement la longueur de canalisation.

8.2.2.4 Caractérisation des zones de gestion groupée

Comme chaque zone de regroupement présente des caractéristiques propres, il nous semble plus pertinent de proposer des informations sans chercher à comparer systématiquement et quantitativement les zones de regroupement les unes par rapport aux autres.

Notons que ces zones ont été volontairement élargies par la fonction BUFFER d'Arc-Info afin tenir compte des parcelles situées à proximité. Les résultats cartographiques sont illustrés par la figure suivante.

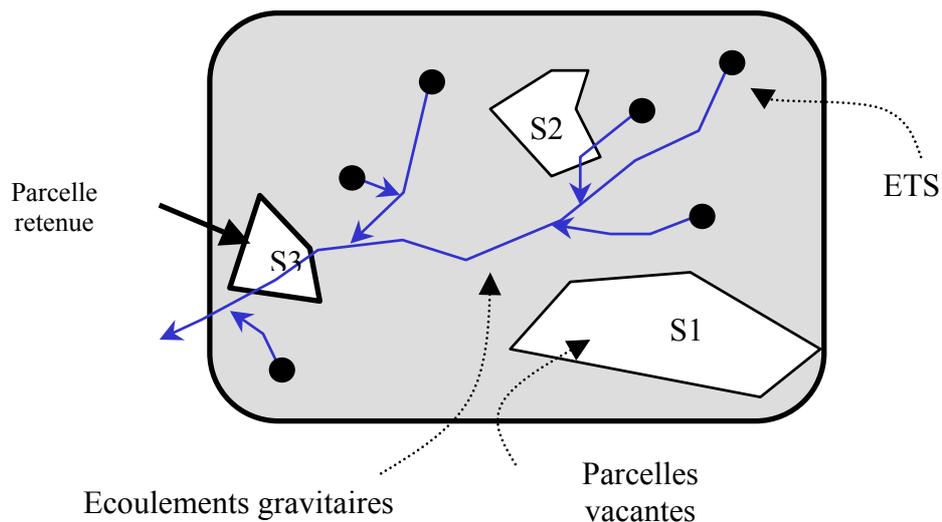


Figure 8.8 : Caractérisation spatiale des regroupements

- Caractéristiques des regroupements :

- Le volume cumulé (*Volcum*) est la somme des volumes de rejets issus des ETS regroupés : plus le volume est élevé, plus les économies d'échelle seront importantes, plus la STEP groupée sera rentable. Cependant, compte tenu du nombre d'ETS pouvant appartenir à un même regroupement (inférieur à une dizaine) et de leur volume respectif, il est peu réaliste de considérer que la recherche d'économies d'échelle est l'objectif premier à retenir : l'intérêt du regroupement s'explique plutôt par la mise en place d'une gestion plus efficace des rejets industriels, ce qui permet entre autre d'éliminer les risques de déversements accidentels et les activités non productives au sein de chaque ETS.
- La distance cumulée (*Distcum*) est la somme des distances entre un ETS et l'ETS le plus proche, tous deux appartenant au même regroupement. Elle donne une indication très approximative de la longueur de canalisation nécessaire. *Distcum* devrait être le plus petit possible.

- Vulnérabilité « démographique » :

En suivant le même principe que celui du calcul de la vulnérabilité « in situ » (procédure « gestion centralisée »), on obtient un indicateur de vulnérabilité couvrant la zone de regroupement. Par ailleurs, on ne tient pas compte du transport des boues en sortie de la STEP

groupée et vers le Centre d'enfouissement Stablex : contrairement aux rejets et déchets issus des ETS participant ou non à une gestion centralisée et concernant de gros volumes à transporter avec une compatibilité physico-chimique plus ou moins maîtrisée, les déchets issus de la STEP groupée sont considérés comme inertes (la gestion groupée favorisant une ségrégation maîtrisée des rejets et déchets) et de faible volume (regroupement d'un petit nombre de PME rejetant de faibles quantités d'effluents) si bien que les risques de déversements et les coûts de transport en aval de la STEP groupée peuvent être admis comme relativement secondaires. De plus, en gestion groupée, le transport par canalisation rend moins pertinent la prise en compte de la distance entre la STEP groupée et les espaces verts.

Le principal inconvénient est similaire à celui évoqué dans le cas de la procédure « gestion centralisée ».

- Identification des parcelles vacantes :

Par superposition de la couverture de parcelles précédemment sélectionnées avec celle des zones de regroupement, il est visuellement possible d'identifier les zones pour lesquelles une parcelle suffisamment proche est disponible.

- Ecoulements gravitaires :

Pour identifier la parcelle la plus pertinente parmi les parcelles inscrites dans une zone de regroupement, nous réalisons une simulation physique des écoulements dont les sources sont localisées à l'emplacement des ETS (figure 8.9).

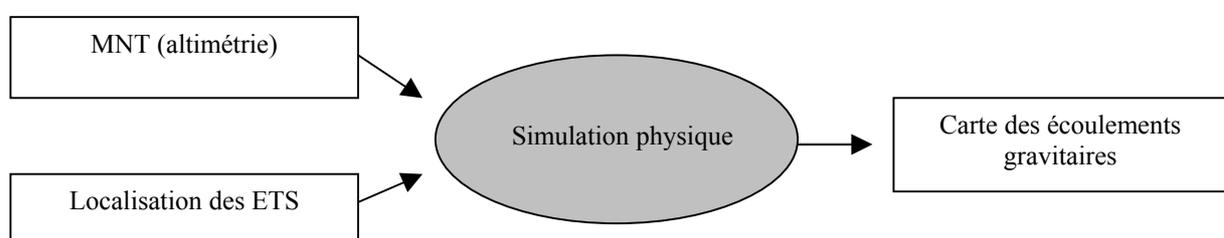


Figure 8.9 : Procédure de simulation des écoulements gravitaires

L'hypothèse de base consiste à accepter que les écoulements soient gravitaires et suivent le chemin de plus forte pente topographique. Il s'agit d'utiliser les fonctions d'Arc-Info

(FLOWDIRECTION et FLOWACCUMULATION) et les grids de localisation des ETS (ETS) et du *Modèle Numérique de Terrain*. Le réseau arborescent des écoulements permet de visualiser l'adéquation entre la position des parcelles d'accueil et celle des ETS appartenant au même regroupement sachant que l'on devrait privilégier la parcelle la plus en aval de ce réseau des écoulements.

L'inconvénient de cette démarche réside dans la non prise en compte des caractéristiques urbaines du territoire étudié : les canalisations sont, en principe, installées sous le réseau routier. Par ailleurs la résolution du *MNT* étant trop grossière, nous avons affiné les pixels (de 93 à 20 m) avec la fonction « Resample » d'Arc-Info, cela bien qu'il soit délicat d'utiliser ce genre de fonction d'interpolation.

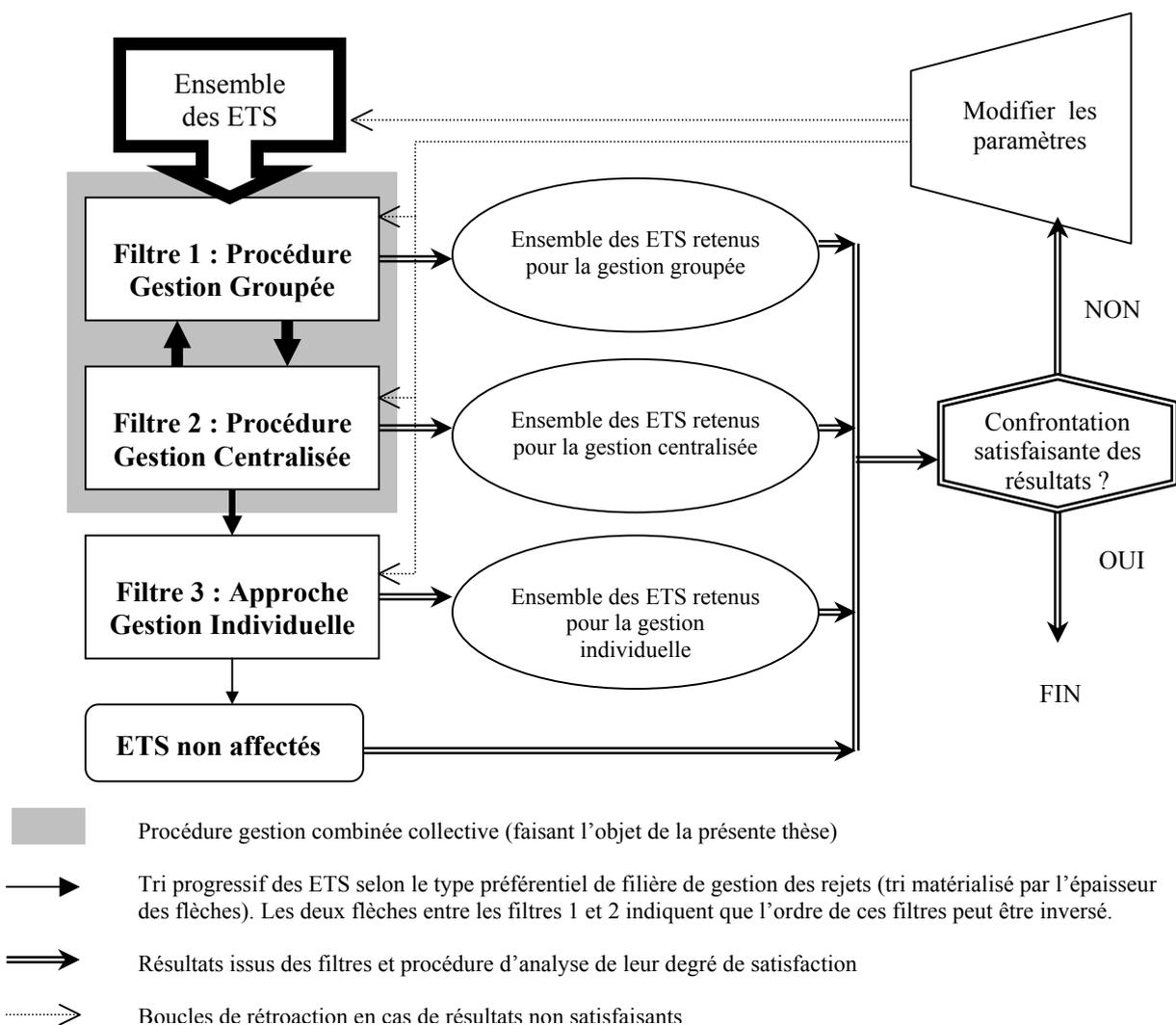


Figure 8.10 : Procédure de gestion intégrée

8.2.3 Procédure gestion combinée collective

La démarche de gestion intégrée proposée (figure 8.10 ci-dessus) utilise trois procédures comme des filtres à travers lesquels l'ensemble des ETS va en diminuant : dans un premier temps, on recherche les ETS pouvant faire l'objet d'une gestion groupée. Puis, des ETS restants, on ne retient que ceux qui peuvent participer à une gestion centralisée, ce qui permet entre autre d'évaluer l'influence des résultats de la procédure « gestion groupée » sur ceux de la procédure « gestion centralisée ». Cette démarche est inversée afin de vérifier l'influence des résultats de la procédure « gestion centralisée » sur ceux de la procédure « gestion groupée ». Enfin, dans les deux cas, le reste des ETS devrait être traité sous l'approche « gestion individuelle interne » qui dépasse notre domaine d'étude. **Les deux premières procédures permettent de caractériser la gestion combinée collective tandis que la gestion intégrée correspond à la gestion combinée collective associée à la troisième procédure.**

En principe, l'ensemble des résultats devrait être confronté pour que le planificateur puisse évaluer la pertinence et le réalisme de la stratégie ainsi caractérisée. Si cette confrontation ne lui semble pas satisfaisante, il peut modifier les paramètres intervenant dans les filtres ou ceux caractérisant les ETS.

8.3 Définition des simulations stratégiques

Il s'agit de présenter les diverses simulations effectuées à partir des procédures explicitées ci-dessus, chacune se caractérisant par des valeurs de paramètres et d'attributs résumées en annexe C.1.

Nous devons indiquer que ces valeurs sont fictives même si nous pensons qu'elles sont d'un certain réalisme. Pour obtenir des valeurs plus réelles, il faudrait effectuer des études substantielles qui dépassent le propos de nos travaux de recherche. De plus, pour chaque attribut, on affecte la même valeur à tous les ETS (sauf pour les débits spécifiques à chaque ETS).

Les simulations n°1 et n°6, dits de « référence », correspondent aux résultats les plus pertinents dans l'éventualité d'une prise de décision tandis que les simulations n°2 à n°5, puis

n°7 et n°8 sont utiles essentiellement pour effectuer une analyse de sensibilité du poids des paramètres et attributs impliqués dans la prise de décision. Le travail de simulation débouche finalement sur les simulations n°9 et 10 qui se déduisent de l'analyse précédemment effectuée et fournissent les résultats de combinaisons entre gestions centralisée et groupée.

8.3.1 Simulations « gestion centralisée »

La figure 8.11 positionne les simulations les unes par rapport aux autres dans un espace à trois dimensions : protection environnementale, distance moyenne, nombre d'ETS retenus.

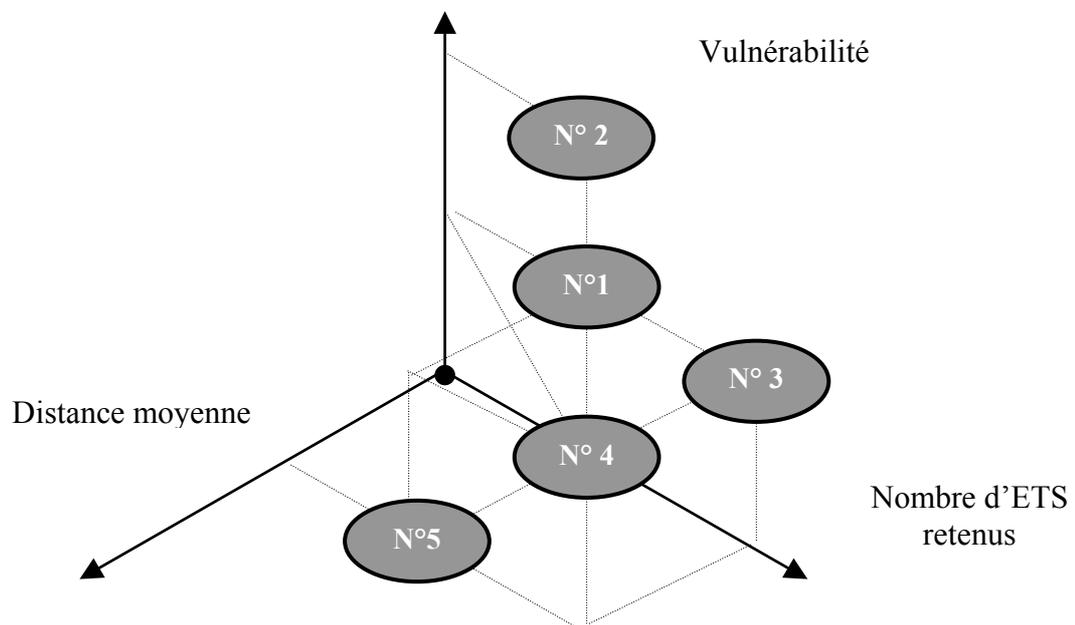


Figure 8.11 : Positionnement des simulations « gestion centralisée »

8.3.1.1 Simulation n°1 : simulation de référence

Cette simulation qui se fonde sur des valeurs de paramètres et d'attributs jugées les plus « raisonnables », est notre simulation de référence à partir de laquelle d'autres simulations sont caractérisées. Elle met l'accent sur la vulnérabilité « démographique » parce que le territoire étudié est fortement urbanisé :

- Les ETS possèdent peu de moyens techniques, financiers et humains pour s'occuper de la totalité de leurs rejets à part une petite quantité de rejets particuliers ; les 3 / 4 du volume de rejets produits par l'ETS ne sont pas traités par celui-ci (ALPHA = 0,25).
- Les équipements de traitement employés par l'ETS sont relativement peu performants en terme de capacité de réduction du volume de rejets (CTRANSF = 0,75).
- Le seuil volumique maximum de rejets (SVMAR) est fixé à 100 000 m³ (la moyenne des débits non nuls est d'environ 120 000 m³). Quant au seuil volumique maximum de déchets, il est assez bas (SVMAD = 10 000 m³) dans la mesure où les ETS qui préfèrent gérer eux-mêmes leurs rejets, s'occuperont vraisemblablement eux-mêmes de leurs déchets. Rappelons que ces seuils devraient être de valeur variable selon la situation technique et financière propre à chaque ETS.
- Les équipements de la future STEP centralisée seront supposés très performants (CTRANSF2 = 0,25).
- Seuls les ETS ayant un volume très élevé de rejets pourraient accepter les rejets des autres ETS (SVMIR = 1 000 000 m³).
- La dimension des parcelles vacantes et industrielles sélectionnées doit être supérieure à 250 000 m² (AREAvac) et 100 000 m² (AREAetso) respectivement (ces valeurs sont assez larges).
- Les valeurs de paramètres normatifs sont inspirées du cas de Stablex (André, 1994) :

Distvert = 500 m

R = 500 m

L = 200 m

La méthode de sélection finale est la suivante : on ne retient que les 5 premières parcelles ayant des indices de vulnérabilité « démographique » les plus faibles.

8.3.1.2 Simulation n°2 : simulation « protection environnementale prioritaire »

Les valeurs de paramètres relatifs à la protection environnementale deviennent plus contraignantes. Par conséquent, toutes les valeurs sont identiques à celle de la simulation n°1 sauf les suivantes :

Distvert = 1 500 m

R = 5 000 m

L = 1 000 m

La méthode de sélection finale est la suivante : on ne retient que les 5 premières parcelles ayant des indices de vulnérabilité « démographique » les plus faibles.

8.3.1.3 Simulation n°3 : simulation « tout collectif »

Cette simulation concerne tous les ETS sans tenir compte de leur souhait de participer ou non à une gestion collective.

Par conséquent, toutes les valeurs sont identiques à celle de la simulation n°1 sauf les suivantes :

- ALPHA = 0 (tous les rejets de tous les ETS sont traités hors site)
- SVMAR = 10 000 000 m³ (tous les ETS s'engagent dans la gestion collective)
- CTRANSF = 1 (puisque'il n'y a pas de traitement des rejets in situ)
- SVMAD = 0 m³ (puisque'il n'y a pas de déchets produits in situ)

La méthode de sélection finale est la suivante : on ne retient que les 5 premières parcelles ayant des indices de vulnérabilité « démographique » les plus faibles.

8.3.1.4 Simulation n°4 : simulation « économies d'échelle maximisées »

Pour obtenir des économies d'échelle effectives, il est nécessaire de rechercher des coûts minimums de transport et de traiter l'ensemble des ETS sans tenir compte de leur spécificité. Par conséquent, toutes les valeurs sont identiques à celle de la simulation n°1 sauf les suivantes (ce sont les mêmes valeurs que celles de la simulation n°3, seule la méthode de sélection finale change).

$$\text{ALPHA} = 0 \quad \text{SVMAR} = 10\,000\,000 \text{ m}^3 \quad \text{CTTRANSF} = 1 \quad \text{SVMAD} = 0 \text{ m}^3$$

La méthode de sélection finale est la suivante : on ne retient que les 5 premières parcelles ayant des valeurs de Distmoy les plus faibles.

8.3.1.5 Simulation n°5 : simulation « protection environnementale ignorée »

Bien qu'elle ne paraisse pas d'actualité, nous proposons cette simulation qui relaxe complètement des contraintes environnementales. Toutes les valeurs sont identiques à celle de la simulation n°1 sauf les suivantes :

$$\text{AREAvac}^* = 500\,000 \text{ m}^3 \quad \text{Distvert} = 0 \text{ m} \quad \text{R} = 0 \text{ m} \quad \text{L} = 0 \text{ m}$$

* augmentation du seuil nécessaire pour réduire le nombre de parcelles et le temps de calcul.

La méthode de sélection finale est la suivante : on ne retient que les 5 premières parcelles ayant des valeurs de Dismoy les plus faibles.

8.3.2 Simulations « gestion groupée »

Pour ces simulations, on ne propose pas de méthode systématique de sélection finale comme dans le cas des simulations n°1 à n°5 : la confrontation des différents résultats renseigne le planificateur qui aurait la charge de retenir les regroupements globalement les plus « pertinents » à son avis.

Par ailleurs, la figure 8.12 ci-après positionne les simulations les unes par rapport aux autres dans un espace à trois dimensions : contraintes volumiques individuelles, distance ETS-ETS et contrainte volumique groupée.

8.3.2.1 Simulation n°6 : simulation de référence

Cette simulation qui se fonde sur des valeurs de paramètres et d'attributs jugées les plus « raisonnables », est notre simulation de référence à partir de laquelle d'autres simulations sont caractérisées :

- Les seuils volumiques minimum et maximum de rejets sont respectivement de $25\,000 \text{ m}^3$ (SVMAR0) et de $500\,000 \text{ m}^3$ (SVMAR1). Bien que pris arbitrairement, ces seuils permettent de conserver un nombre assez important d'ETS (environ 70) tout en évitant de garder les ETS à valeur de débit trop extrême.

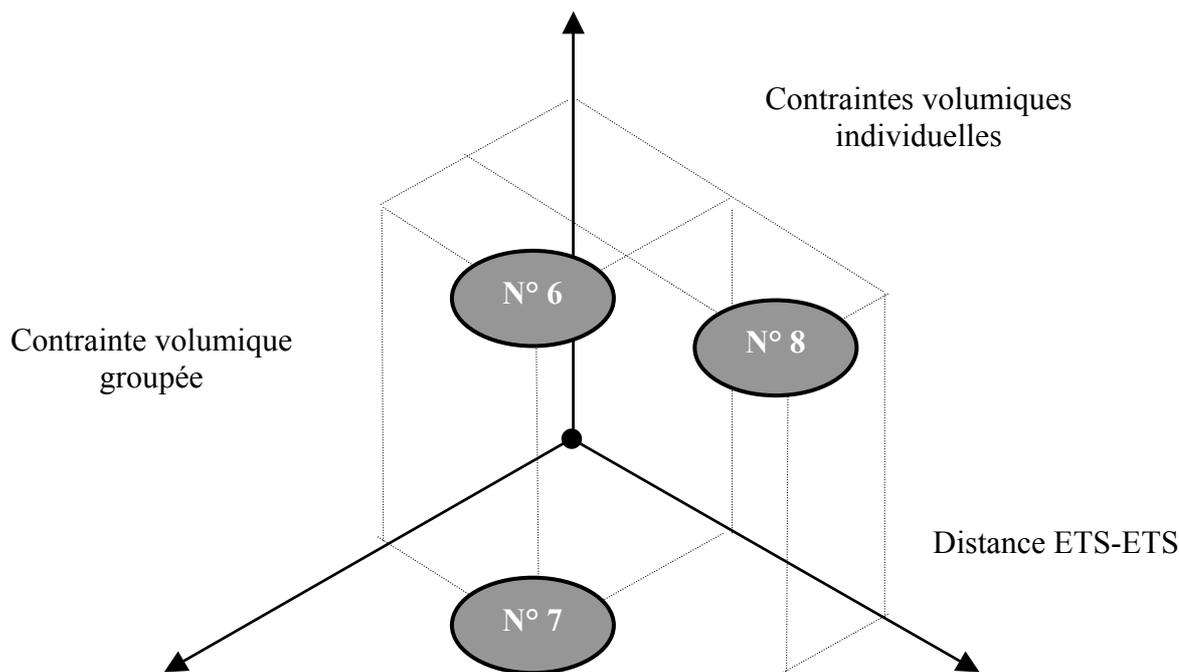


Figure 8.12 : Positionnement des simulations « gestion groupée »

- La distance maximum entre un ETS et l'ETS le plus proche et appartenant à un regroupement est fixée à 500 m (D_{ets}) : cette valeur est un compromis entre une valeur trop petite pour que l'on obtienne des regroupements relativement intéressants (2 à 5 ETS) et une valeur trop grande si bien que les coûts de construction du réseau d'assainissement seraient trop élevés.
- Le volume cumulé (Volcum) doit être supérieur à $100\,000\text{ m}^3$ (Vg_{mini}) pour que ce regroupement soit retenu.
- La largeur de buffer (D_{buffer}) permettant d'élargir les zones de regroupement est fixée à 50 m : cette valeur est relativement petite pour éviter le chevauchement des zones de regroupement.
- La superficie de parcelles d'accueil est fixée à $50\,000\text{ m}^2$ ($AREAvacg$).

8.3.2.2 Simulation n°7 : simulation « contraintes volumiques individuelles ignorées »

Cette simulation élargit le nombre d'ETS susceptibles de faire partie d'un regroupement en modifiant les valeurs de seuils volumiques. Par conséquent, toutes les valeurs sont identiques à celle de la simulation n°6 sauf les suivantes :

- Les seuils volumiques sont fixés à 1 m^3 (SVMAR0) et à $10\,000\,000 \text{ m}^3$ (SVMAR1).

8.3.2.3 Simulation n°8 : simulation « contraintes sur regroupements partiellement relaxées »

Cette simulation modifie les regroupements en relaxant la contrainte volumique de sélection. Toutes les valeurs sont identiques à celle de la simulation n°6 sauf les suivantes :

- $D_{ets} = 3\,000 \text{ m}$
- $Vg_{mini} = 50\,000 \text{ m}^3$.

8.3.3 Simulations « gestion combinée collective »

8.3.3.1 Simulation n°9 : simulation de référence « gestion groupée puis gestion centralisée »

Une fois la simulation n°6 effectuée, nous éliminons les ETS faisant partie d'un regroupement et nous réalisons une simulation avec les mêmes valeurs de paramètres et attributs que celles de la simulation n°1. Pour construire cette simulation (n° 9-1), tous les ETS répondant favorablement aux seules contraintes de seuil (D_{ets} et Vg_{mini}) sont éliminés de l'ensemble des ETS faisant l'objet éventuellement d'une gestion centralisée.

A titre plutôt indicatif, nous effectuons la même démarche (simulation n° 9-2), mais en éliminant tous les ETS étant inscrits dans les zones de regroupement de la simulation n°8.

8.3.3.2 Simulation n° 10 : simulation de référence « gestion centralisée puis gestion groupée »

Une fois la simulation n°1 effectuée, nous éliminons les ETS ayant été retenus et nous réalisons une simulation avec les mêmes valeurs de paramètres et attributs que celles de la simulation n°6.

8.4 Analyse des résultats

Les résultats tabulaires obtenus sont résumés aux annexes C.2 et C.3.

8.4.1 Analyse des simulations « gestion centralisée »

Nous remarquons que :

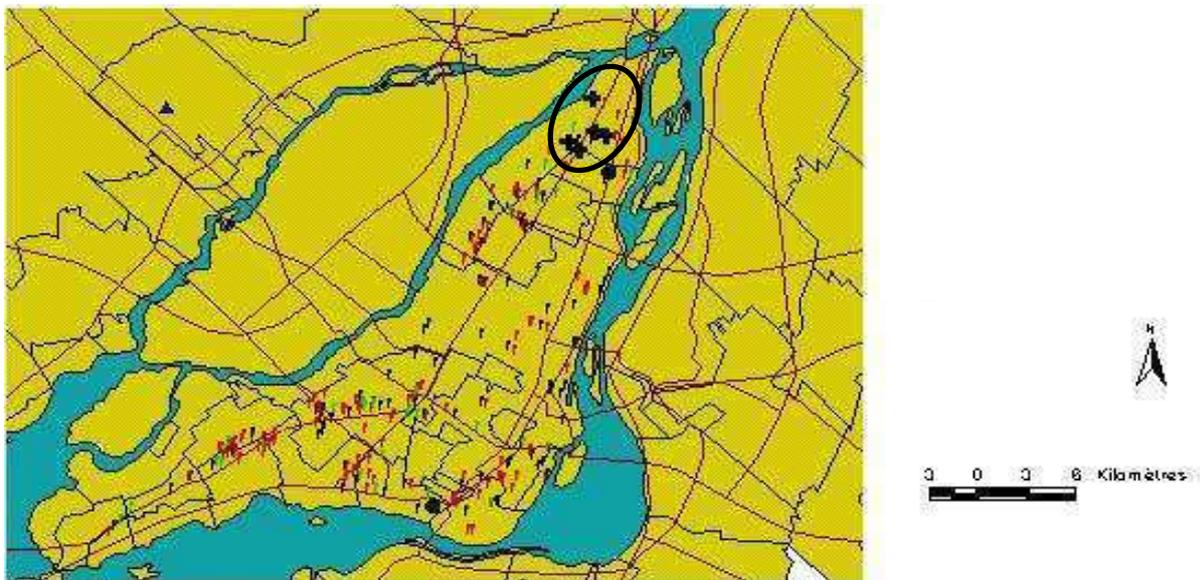
- La répartition des ETS entre une gestion collective (traitement et transport) et un simple transport est largement favorable à la première catégorie pour toutes les simulations sauf celles pour lesquelles le choix a été forcé (simulations n°3 et n°4). Aucun ETS ne « choisit » le transport collectif des déchets sans traitement centralisé.
- Les simulations de localisation des parcelles occupées par un ETS gros producteur de rejets donnent pratiquement toujours les mêmes parcelles (numéro d'identification : 44 et 136). On en déduit que le principal critère de sélection est l'attribut SVMIR : les contraintes liées au territoire sont secondaires par rapport à la contrainte volumique. De plus, la prise en compte de l'enjeu « protection environnementale » ne devient significative que pour les simulations « extrêmes » : la simulation n°2 ne propose aucune parcelle « ETS offre » et la simulation n°5 suggère une parcelle ETS supplémentaire.

Dans ce qui suit, nous ne considérons que les parcelles vacantes.

- La simulation n°1 (carte 8.1) propose 5 parcelles situées dans une zone très restreinte au nord de l'île. Cette concentration renforce la détermination du choix : si cette simulation est retenue, le site le plus pertinent se trouve dans cette zone restreinte. Nous déduisons les remarques suivantes :
 - Il existe beaucoup d'espace vacante dans cette zone. Par ailleurs, cette zone est très industrialisée si bien que l'on trouve une faible occupation résidentielle et peu d'espaces verts,
 - Le fait que l'indice de vulnérabilité « démographique » soit relativement faible par rapport à celui des autres simulations peut s'expliquer ainsi : on ne traverse le milieu

récepteur qu'une fois pour transporter les déchets vers Stablex et ce transport s'effectue par la Rive Nord, moins peuplée que la CUM et l'île de Laval,

- En terme de protection environnementale, le territoire de la grande région de Montréal suit une logique structurelle profitable : en effet, la zone industrielle du nord de l'île s'avère bien placée par rapport à la localisation de Stablex et du milieu récepteur.



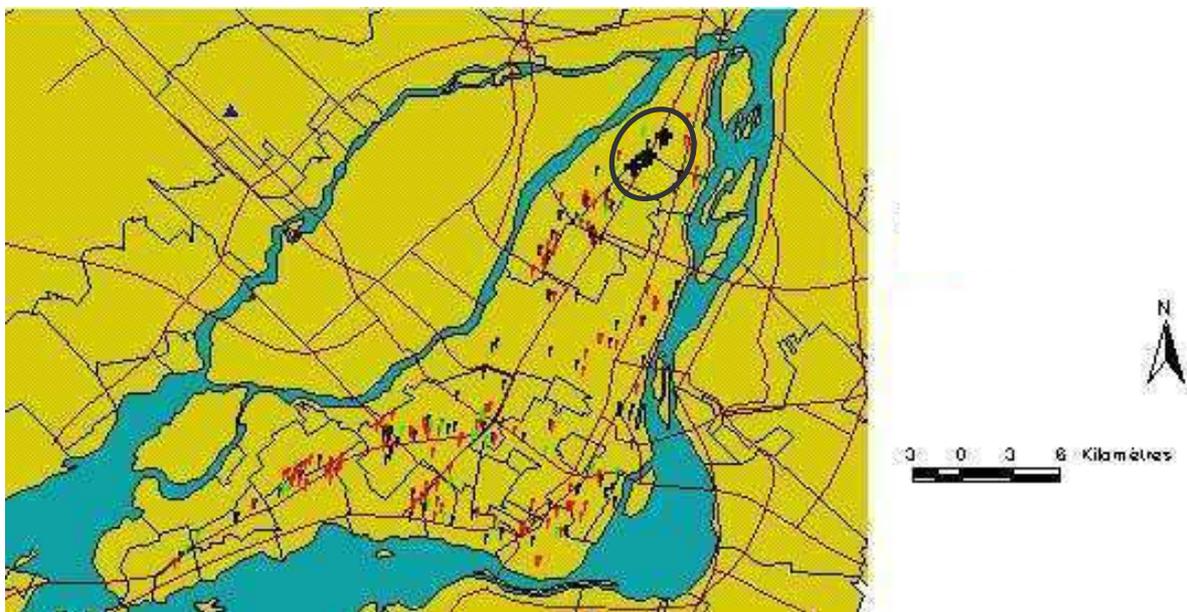
- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ parcelles vacantes d'accueil retenues ● parcelles « ETS offre » retenues | <p>ETS classés selon le degré de participation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ nul ■ prétraitement collectif ■ gestion centralisée |
|---|--|

Carte 8.1 : Simulation n°1 : simulation de référence centralisée

- Les simulations n°2 (carte 8.2) et n°3 (carte 8.3) proposent des parcelles vacantes situées dans une zone pratiquement identique à celle de la simulation n°1, ce qui renforce la stabilité des solutions proposées par la simulation de référence. Nous déduisons les remarques suivantes :
 - La simulation n°2 indique que la répartition démographique sur le territoire de la CUM varie assez faiblement (d'ailleurs le maximum de variation de l'indice de vulnérabilité « démographique » entre les simulations n°1, n°3 et n°4 correspond à seulement 26 % de la valeur minimum enregistrée, ce qui relativise le pouvoir

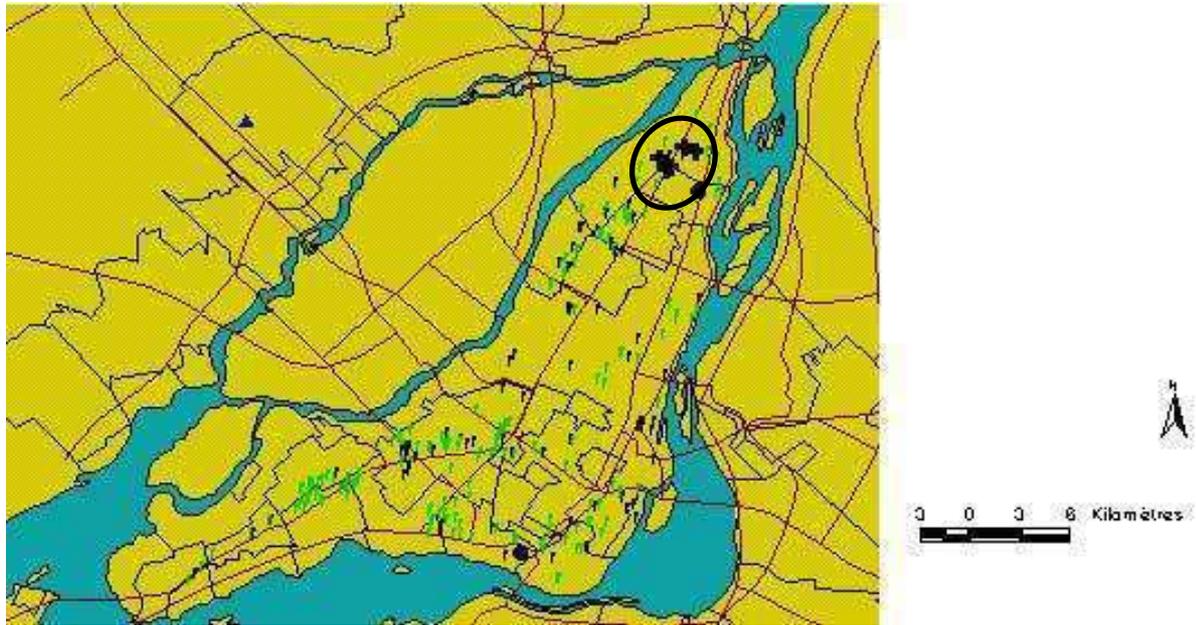
discriminant de cet indicateur et semble logique en milieu urbain et à cette échelle géographique),

- La simulation n°3 indique que, même en tenant compte des quelques ETS (17) ayant des débits relativement élevés, la localisation des solutions proposées ne varie pas significativement : soit ces ETS se répartissent sur le territoire de telle sorte que l'indicateur de vulnérabilité « démographique » demeure inchangé, soit les solutions proposées sont effectivement très stables.
- Du point de vue des coûts de transport, la simulation n°3 fournit des résultats relativement plus performants par rapport aux simulation n°1 et n°2 : le distance moyenne (Distmoy) est plus petite (peut-être parce que les ETS gros producteurs de rejets sont relativement proches de la zone nord) ; l'écart-type du rapport moyen (Rapmoy) est aussi plus petit, ce qui signifie que la prise en compte des ETS gros producteurs de rejets accroît l'équité de la répartition des coûts de transport. Globalement l'intégration de ces ETS dans les simulations a une incidence positive sur la recherche d'économies d'échelle dont la pertinence passe par une minimisation des coûts de transport.



- | | | |
|---|---|-----------------------|
| ■ parcelles vacantes d'accueil retenues | ETS classés selon le degré de participation : | |
| ■ nul | ■ prétraitement collectif | ■ gestion centralisée |

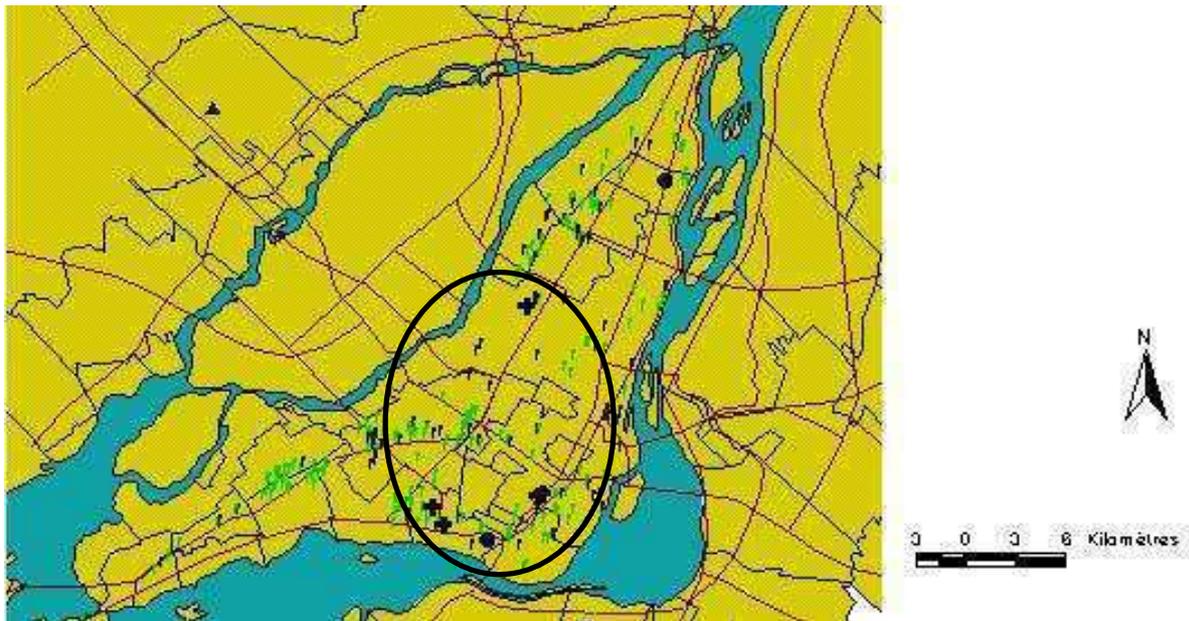
Carte 8.2 : Simulation n°2 : « protection environnementale prioritaire »



- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ parcelles vacantes d'accueil retenues ● parcelles « ETS offre » retenues | <p>ETS classés selon le degré de participation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ nul ■ prétraitement collectif |
|---|---|

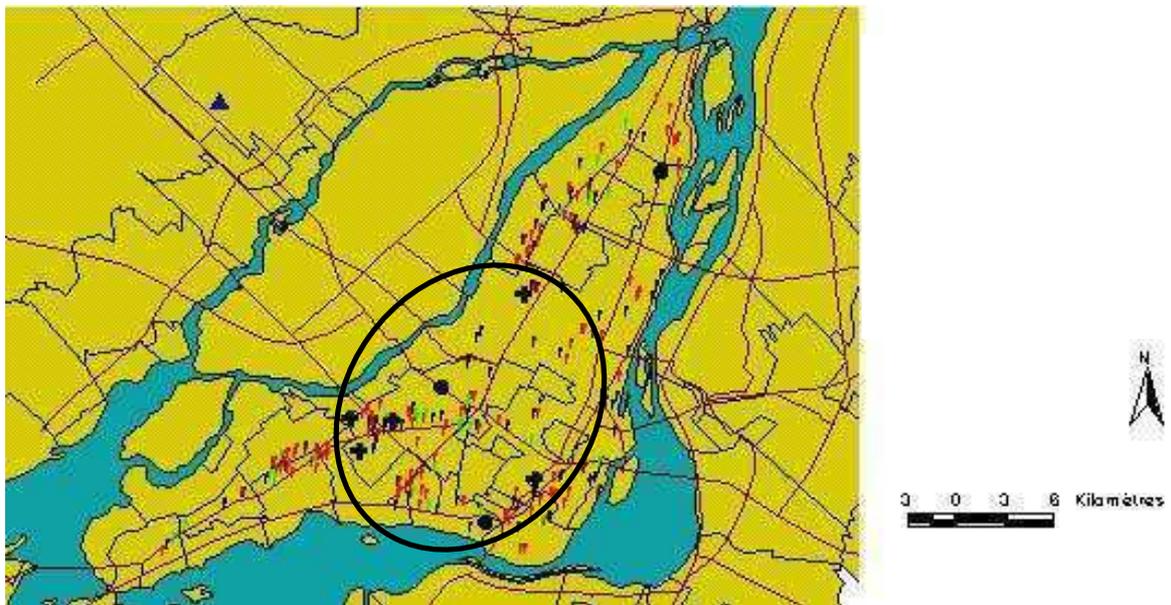
Carte 8.3 : Simulation n°3 : « tout collectif »

- Les simulations n°4 (carte 8.4) et n°5 (carte 8.5) génèrent des solutions très différentes de celles des simulations n°1, n°2 et n°3 : celles-ci se situent autour du centre de gravité de l'île de Montréal : comme les ETS semblent répartis assez uniformément sur le territoire de la CUM (du point de vue de la distance entre les ETS et les parcelles d'accueil, distance pondérée par les débits de ces ETS), il est logique de trouver ces solutions à ces endroits. On en déduit une incompatibilité entre la recherche de coûts de transport minimum et la recherche d'une protection environnementale maximum. Notons par ailleurs que les solutions suggérées sont beaucoup plus dispersées si bien que le choix s'avère moins évident.
- Cependant la variation de localisation des parcelles d'accueil entre les simulation n°1, n°2 et n°3 et la simulation n°4 est plus importante que la variation correspondante de l'indicateur de vulnérabilité « démographique » : cela relativise l'effet discriminant de cet indicateur (la variation relative de cet indicateur entre les simulations n°1 et n°4 est de 21 % de la valeur relative à la simulation n°1 et celle de la distance moyenne est de 35 %).



- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ⊕ parcelles vacantes d'accueil retenues ● parcelles « ETS offre » retenues | <p>ETS classés selon le degré de participation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⬛ nul 🟢 prétraitement collectif |
|---|---|

Carte 8.4 : Simulation n°4 : « économies d'échelle maximisée »



- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ⊕ parcelles vacantes d'accueil retenues ● parcelles « ETS offre » retenues | <p>ETS classés selon le degré de participation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⬛ nul 🟢 prétraitement collectif 🔴 gestion centralisée |
|---|--|

Carte 8.5 : Simulation n°5 : « protection environnementale ignorée »

- La comparaison des écarts-type de Rapmoy entre les simulations n°1, n°2 et n°3 et les simulation n°4 et n°5 montre que la recherche d'économie d'échelle induit une certaine

iniquité sur la répartition des coûts de transport ou, autrement dit, que la recherche d'une meilleure protection environnementale s'accompagne d'une meilleure équité sur cette répartition.

- La simulation n°5 favorise les parcelles situées sur le territoire de Ville-Saint-Laurent : dans un sens, ceci est logique puisque cette municipalité est à vocation fortement industrielle ; mais sa position sur le territoire de l'île a tendance à freiner cette logique lorsque les aspects environnementaux sont pris en compte : autrement dit, Ville-Saint-Laurent semble trop enclavée pour offrir un site d'accueil pertinent du point de vue environnemental.

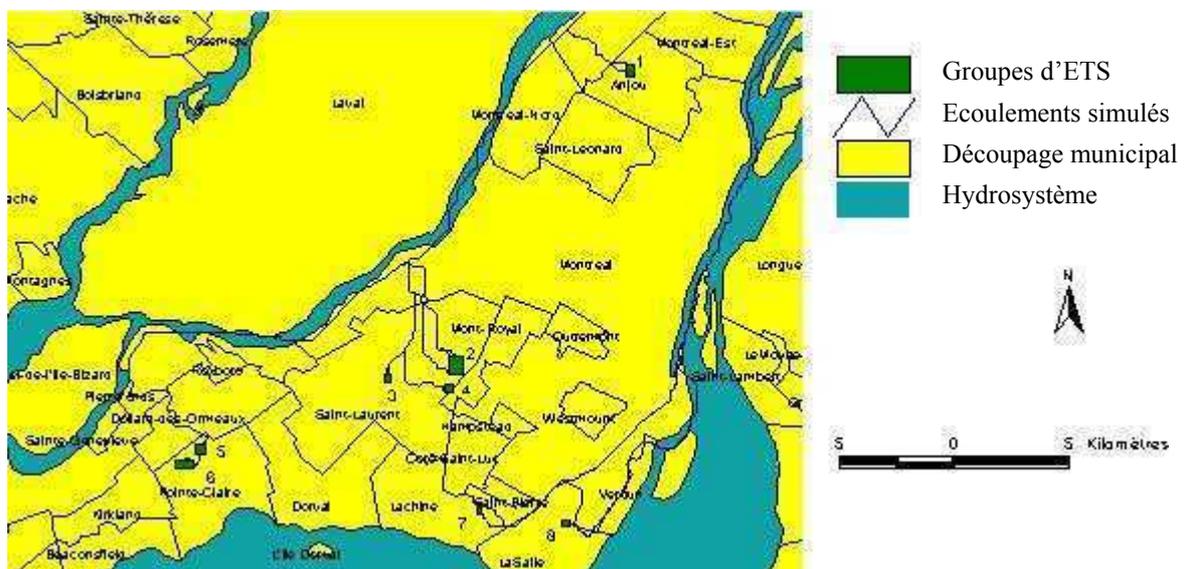
8.4.2 Simulations « gestion groupée »

Nous pouvons faire les remarques suivantes :

- La simulation n°6 suggère une dizaine de regroupements à partir de 68 ETS sélectionnés (carte 8.6). Ceux-ci peuvent être caractérisés ainsi :
 - D'après les expériences de gestion groupée mentionnées par Saltzberg et al (1985), ce type de gestion nécessite un nombre minimum d'ETS (supérieur à 5) : le seul regroupement alors pertinent serait le n° 2 (carte 8.7) situé sur le territoire de Ville-Saint-Laurent et composé de 5 ETS. Mais il n'existe pas de parcelles vacantes placées à proximité de ce regroupement. Par ailleurs l'indice de vulnérabilité « démographique » (1 210 habitants) est relativement élevé : ce regroupement pourrait rencontrer une certaine résistance de la part des populations environnantes. En tout cas le volume cumulé (462 800 m³) le rend sans doute le plus rentable parmi les 8 regroupements de cette simulation et par rapport aux coûts liés à une gestion individuelle.
 - Le regroupement n°6 (3 ETS) pourrait faire l'objet d'une telle gestion parce qu'il existe une parcelle d'accueil située à proximité et en aval des écoulements. De plus, le volume cumulé (388 100 m³) est relativement élevé. Néanmoins le nombre d'ETS est peut-être trop petit pour obtenir des économies d'échelle conséquentes, économies qui en principe croissent avec le nombre d'ETS ; d'un autre côté, ce nombre restreint

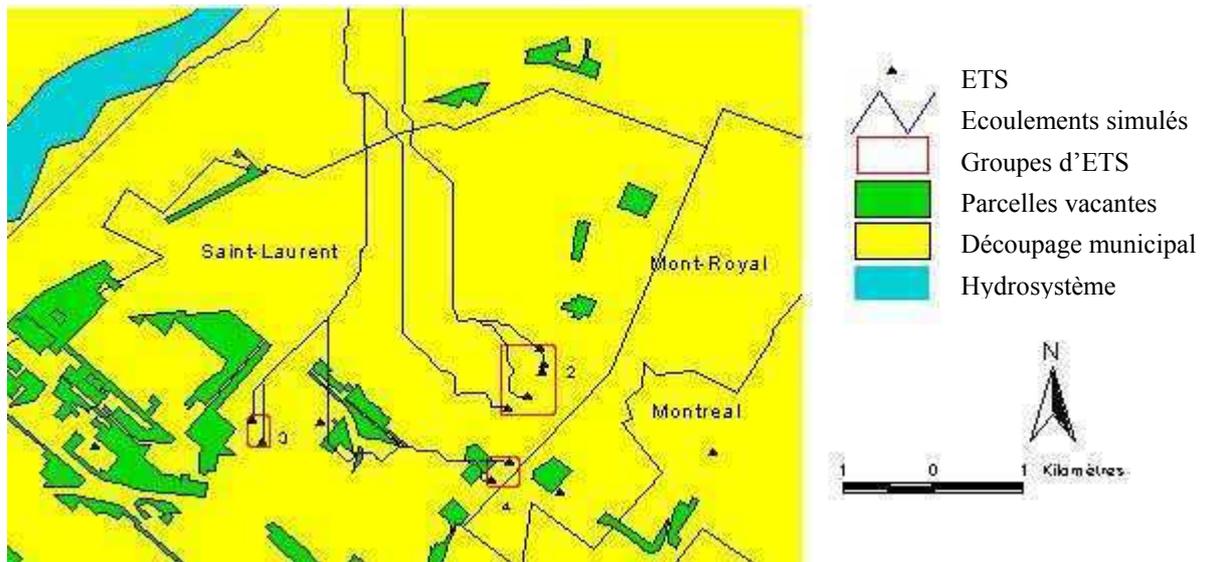
permet de limiter les risques de mésententes qui peuvent augmenter avec le nombre d'acteurs impliqués.

- Les regroupements n° 4 et 8 jouissent d'une situation territoriale semblable à celles du regroupement n° 6. Mais le nombre d'ETS et le volume cumulé (environ 150 000 m³) ne les rendent pas propices à une gestion groupée.
- Le regroupement n° 1 possède l'avantage d'un volume cumulé relativement élevé (289 100 m³), d'une vulnérabilité « démographique » faible (74), mais l'inconvénient de ne concerner qu'un nombre peut-être trop petit d'ETS (3).

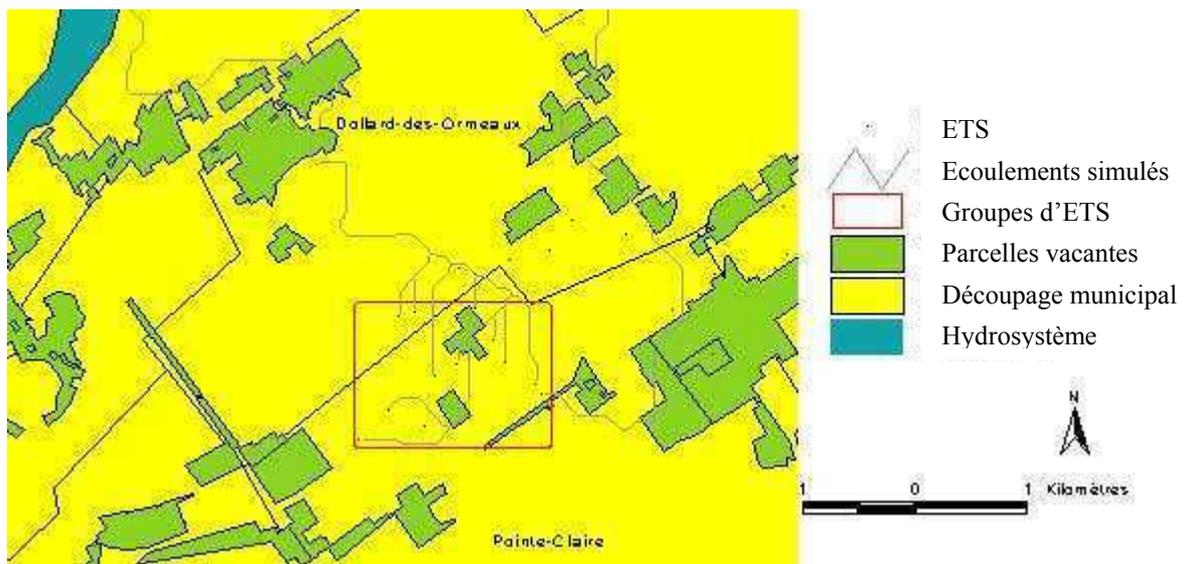


Carte 8.6 : Simulation n°6 : simulation de référence « gestion groupée » (vue générale)

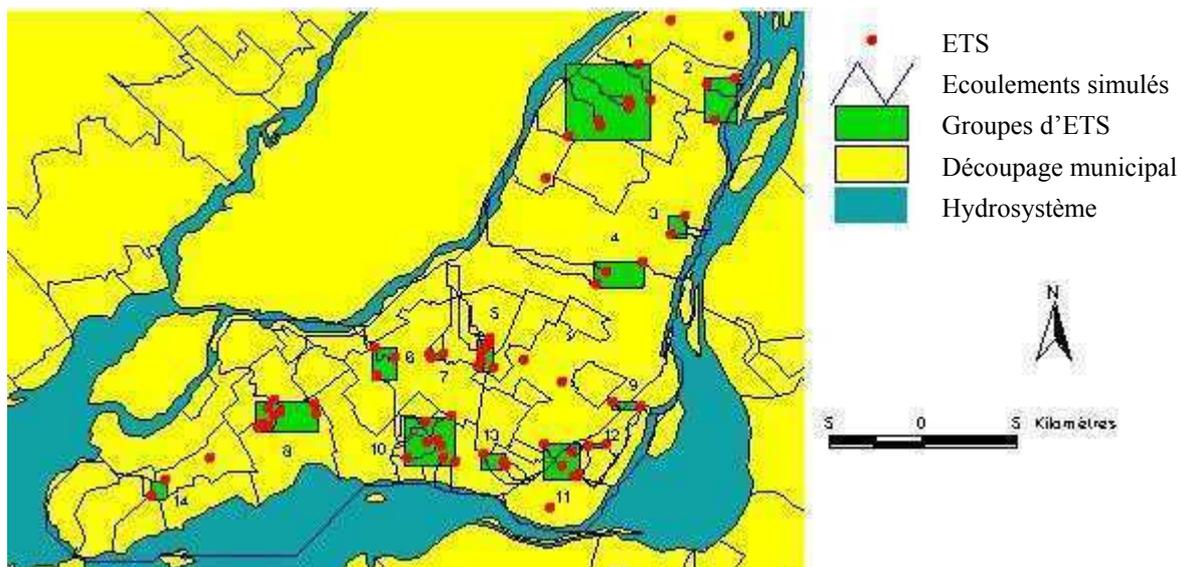
- On constate qu'aucun regroupement ne possède une distance cumulée Distcum supérieure à 1 100 m (valeur du regroupement n° 2). Cela indique qu'en fixant la distance-seuil D ets à une valeur faible (500 m), on impose effectivement une très fortement contrainte sur la longueur de canalisations nécessaires et donc sur l'investissement lié à la construction du réseau d'assainissement industriels.



Carte 8.7 : Simulation n°6 : simulation de référence « gestion groupée » (zoom)



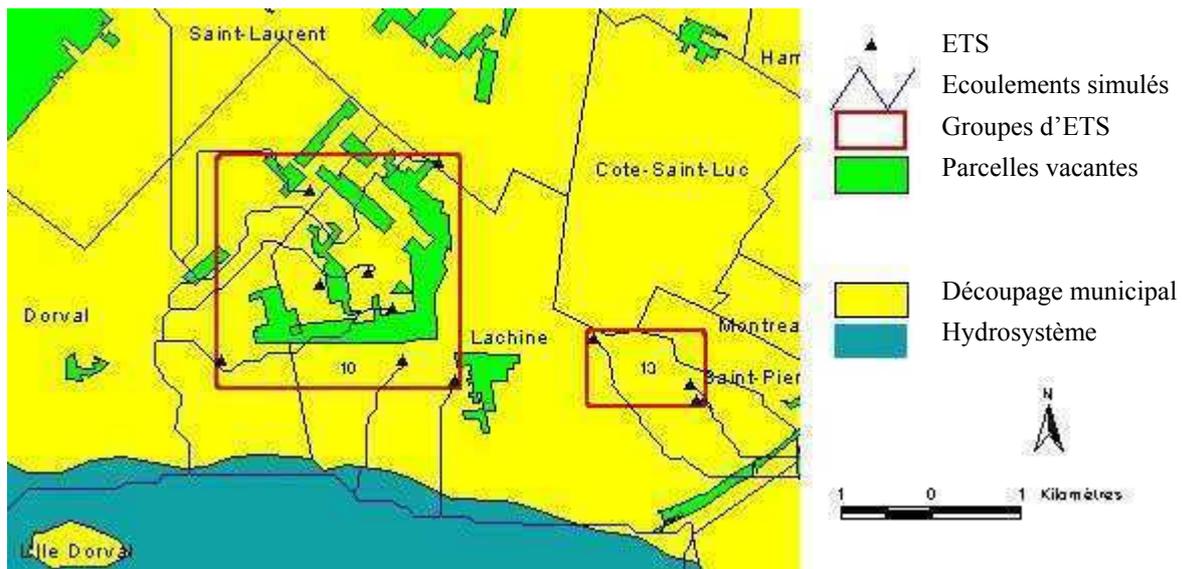
Carte 8.8 : Simulation n°7 : « contraintes volumiques individuelles ignorées » (zoom)



Carte 8.9 : Simulation n° 8 : « contraintes sur regroupements partiellement relaxées »

- Quant à la simulation n°7 (carte 8.8) qui est réalisée à partir des 176 ETS, elle propose un regroupement particulièrement intéressant (n° 7) : le nombre d'ETS (13) et le volume cumulé ($711\,050\text{ m}^3$) élevés, la disposition des parcelles vacantes (3), la distance cumulée (3 378 m) et la vulnérabilité « démographique » (1 310 habitants) relativement faibles encourageraient la gestion groupée. Mais des raisons autre que la recherche d'économies d'échelle doivent être invoquées puisque, parmi ces 13 ETS, un certain nombre (4) possèdent des volumes supérieurs à $500\,000\text{ m}^3$ et seraient donc plutôt en faveur d'une gestion individuelle (leur position géographique explique la formation d'un tel regroupement). On pourrait par exemple se demander si l'appartenance à une même chaîne de production ne pourrait pas favoriser un partenariat en gestion groupée.
- La simulation n° 8 (carte 8.9) fournit bien évidemment beaucoup plus de zones de regroupement sans toutefois que celles-ci soient mieux « armées » pour la mise en œuvre de la gestion groupée. Cela tend à prouver que ce n'est pas en élargissant les zones de regroupement que l'on accroît la faisabilité de ce type de gestion (le manque d'espace aux alentours des ETS et la configuration topographique du territoire pourraient expliquer ce constat).

- La carte 8.10 présente une zone de regroupement (n° 10) issue de la simulation n° 8 : le nombre d'ETS (10) et le volume cumulé (757 800 m³) sont substantiels ; l'espace vacant est disponible et relativement bien positionné ; la vulnérabilité « démographique » est faible (5 440 habitants) compte tenu de la superficie de cette zone. Cependant la distance cumulée (11 km) peut à elle seule remettre en question la pertinence de la gestion groupée pour ce regroupement.



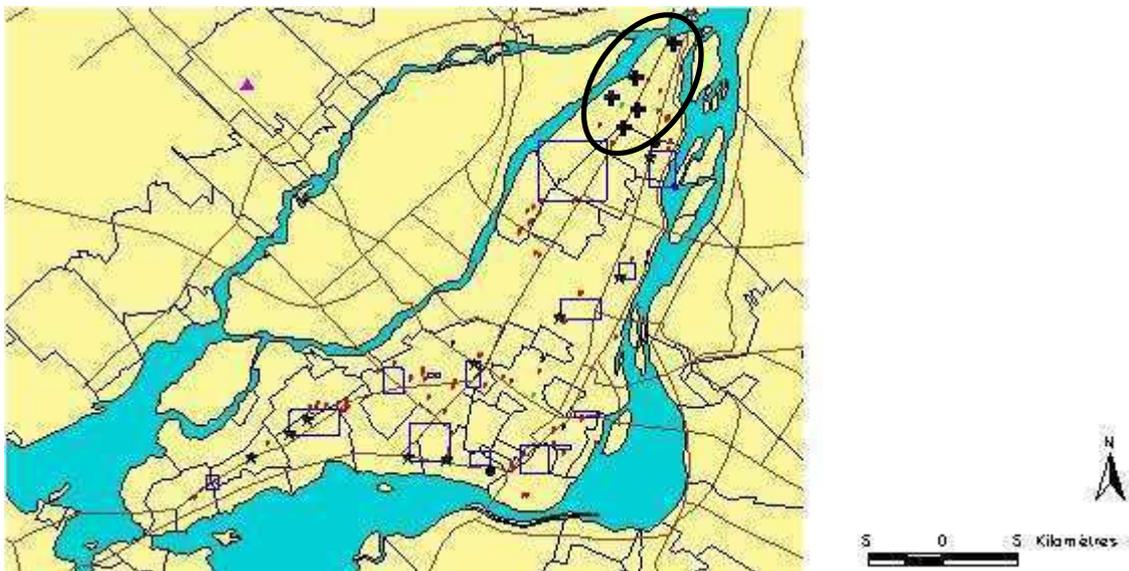
Carte 8.10 : Simulation n°8 : « contraintes sur regroupements en partie relaxées » (zoom)

8.4.2 Simulations « gestion combinée collective »

Nous faisons les remarques suivantes :

- La simulation n° 10 (carte 8.11) ne produit pas de résultats intéressants : en effet, comme la simulation n°1 retient 159 ETS et que la simulation n°6 impose une contrainte volumique individuelle (SVMAR1 = 500 000 m³), il ne reste plus que 9 ETS dont la distance inter-ETS est supérieure à 1500 m. Cela signifie que, du point de vue spatial, accorder la priorité à la gestion centralisée produit un fort préjudice sur la mise en œuvre de la gestion groupée.

- La simulation n° 9-1 produira vraisemblablement des résultats peu différents de ceux de la simulation n°1 dans la mesure où le volume qui serait traité en gestion groupée (simulation n°6) ne représente que 9 % du volume total et où ces 9 ETS sont éparpillés sur le territoire de la CUM. Si l'on ne tient compte que des regroupements pouvant être associés à une parcelle vacante assez bien placée, ce chiffre tombe à 4,5 %. Cela signifie que, selon les conditions territoriales retenues, la gestion groupée peut être mise en œuvre sans porter significativement préjudice à la gestion centralisée (notamment à la recherche d'économies d'échelle).
- La simulation n° 9-2 (carte 8.11) propose des parcelles d'accueil semblables à celles de la simulation n° 1. Cela signifie que ces solutions sont stables et que les possibilités de gestion groupée n'affectent pas la gestion centralisée du point de vue territorial. Par contre, en terme de volume à traiter, la gestion groupée peut remettre en question la gestion centralisée (1 010 000 m³ au lieu de 4 810 000 m³) ; mais rappelons que les conditions de participation à une gestion groupée sont plutôt irréalistes (simulation n° 8).



- | | |
|--|--|
| <p><u>Simulation n°9 : groupée puis centralisée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ parcelles vacantes d'accueil retenues ● parcelles « ETS offre » d'accueil retenues ETS classés selon le degré de participation : ■ nul ■ prétraitement collectif ■ gestion centralisée □ regroupements d'ETS | <p><u>Simulation n°10 : centralisée, puis groupée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ★ ETS retenus par la procédure groupée |
|--|--|

Carte 8.11 : Simulations n°9-2 et 10 : simulation de référence « gestion combinée »

En guise de conclusion, si un aménagiste était chargé d'étudier une telle problématique environnementale et reconnaissait la pertinence du présent outil d'aide à la décision, il pourrait faire les recommandations suivantes :

- **Concernant la gestion centralisée :**

- Le « choix » d'un ETS susceptible de se charger des rejets des autres ETS dépend fortement de considérations organisationnelles (montage partenarial) et beaucoup moins de considérations territoriales (parce qu'avec les valeurs de paramètres fixées, il y a très peu d'ETS susceptibles d'être candidats).
- Si un mouvement de relocalisation d'ETS était à planifier, il serait conseillé de favoriser ces relocalisations dans la zone nord identifiée par les simulations n°1, n°2 et n°3 afin de profiter de sa situation relativement privilégiée en matière de protection environnementale (on constate qu'un certain nombre d'ETS sont situés dans des zones non industrielles).
- Il semble très difficile de trouver des solutions qui minimisent à la fois les indicateurs de protection environnementale et ceux des coûts de transport.
- Le choix d'une parcelle d'accueil d'une STEP centralisée sur le territoire de la CUM devrait se porter sur celles situées dans la zone nord identifiée par la simulation n°1.

- **Concernant la gestion groupée :**

- La gestion groupée exige une convergence d'atouts difficile à obtenir (vulnérabilité « démographique » et distance cumulée faibles, volume cumulé et nombre d'ETS élevés, parcelles vacantes bien positionnées).
- La mise en place de regroupements effectifs de gestion groupée nécessiterait un montage financier public-privé afin d'élargir les quelques zones pertinentes de regroupement : les lourds investissements liés à la construction du réseau d'assainissement industriel demeure en effet le point d'achoppement de ce type de gestion.
- Certains ETS gros producteurs pourraient jouer le rôle de leader dans la définition de regroupements avec ses sous-traitants situés à proximité.

- Ville-Saint-Laurent, Dollard-des-Ormeaux et Pointe-Claire possèdent sans doute les caractéristiques (géographiques) les plus favorables à une gestion groupée.

- **Concernant la gestion combinée :**

- Favoriser la gestion centralisée a tendance à éliminer les possibilités de gestion groupée.
- La gestion groupée n'influence pas trop la faisabilité de la gestion centralisée si les regroupements concernent un nombre relativement restreint d'ETS.
- La zone Nord de l'île de Montréal demeure la zone la plus favorable à l'implantation d'une STEP centralisée.

Ces résultats doivent être considérés comme faisant partie d'une première phase d'analyse dans un contexte de planification stratégique qui gère l'apport progressif d'information et révèle des avenues d'analyse à réaliser en cours de processus décisionnel.

Enfin, actuellement, la pertinence de cet outil d'aide à la décision n'a pu être vérifiée auprès des planificateurs de la Communauté Urbaine de Montréal compte tenu notamment de la restructuration de ses services.

Chapitre 9 :

Méthode d'aide à la négociation : cas des ETM de la Vallée de l'Ondaine

L'objet de ce chapitre est de proposer une méthode d'aide à la négociation coopérative destinée à permettre aux différents acteurs de mieux appréhender leurs préférences en matière de gestion des rejets issus des établissements du travail des métaux (ETM) implantés dans la Vallée de l'Ondaine, Département de la Loire, France, cela dans la perspective de trouver une solution consensuelle.

Une présentation brève du contexte (§ 9.1) permet d'évoquer rapidement la situation des ETM implantés dans la vallée de l'Ondaine en matière d'effluents, de même que la situation environnementale de ce « bassin versant industriel », de justifier le choix d'une procédure de négociation coopérative, d'identifier les acteurs potentiels et de préciser le processus de traitement de l'information.

La procédure d'aide à la négociation (§ 9.2) s'appuie sur un processus-type de négociation : phases de ritualisation, d'information/exploration, de développement des mécanismes d'influence, de rapprochements et ajustements, de formation de l'accord, phases pour chacune desquelles une application SIG doit être adaptée. En particulier, les phases 3 et 4 s'appuient sur un Système Cartographique de Support à l'Argumentation (SCSA), (composante du SISARS) développé selon les principes du jeu de rôle et à l'aide d'un modèle opératoire combinant l'emploi d'une méthode d'analyse multi-critères (Electre 1S), d'un SIG et de différentes règles relatives à la négociation.

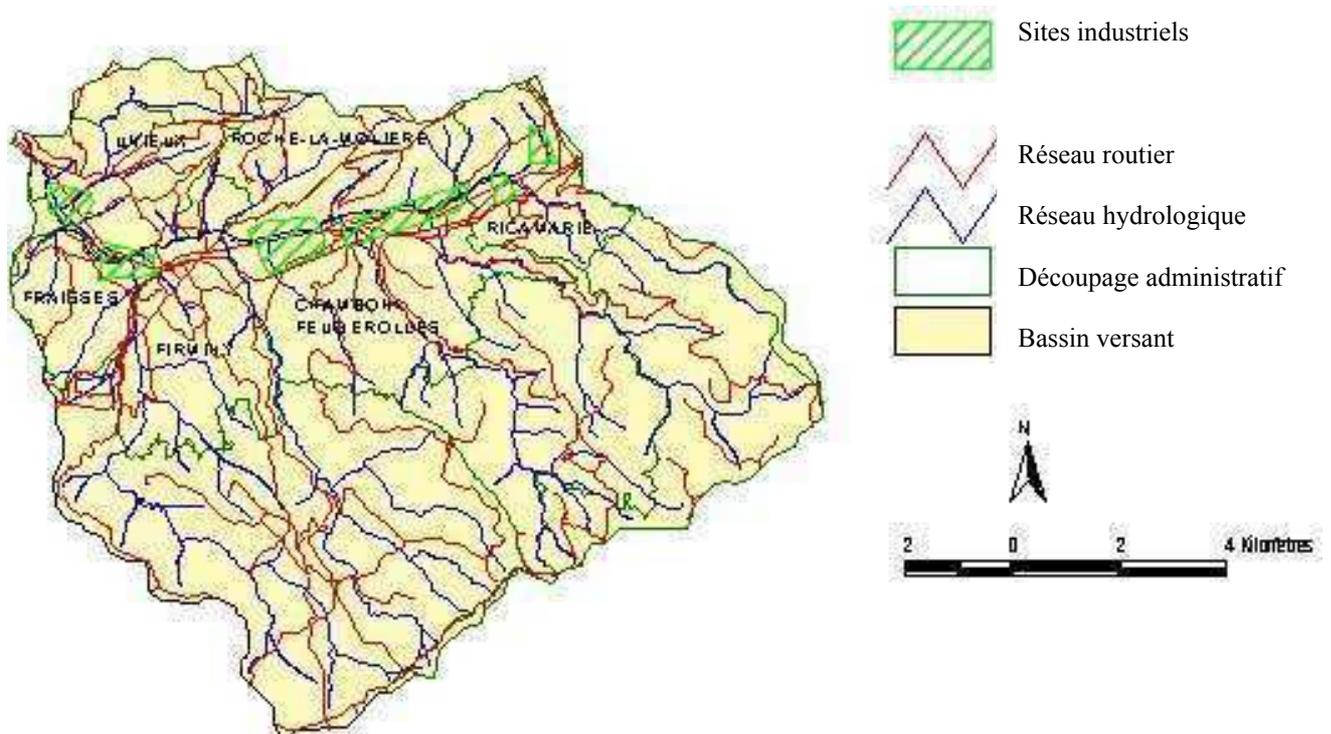
Afin de rendre opérationnelle la méthode d'aide à la négociation, des options initiales de gestion collective et des critères d'évaluation (incluant les méthodes de calcul de certains de ces critères : risques spatialisés, économies d'échelle) sont caractérisées (§ 9.3). Une évaluation de l'outil d'aide à la négociation est réalisée au moyen d'une simulation de négociation entre deux acteurs dont le profil est établi a priori (§ 9.4).

L'ensemble de ce chapitre fournit la « matière première » dont nous nous servirons pour vérifier la pertinence du guide d'aide à la pratique des SIRS (§ 5) dans un contexte de négociation (§ 10.3).

9.1 Contexte

9.1.1 L'assainissement industriel dans le bassin versant de l'Ondaine

L'Ondaine (carte 9.1) est un affluent rive droite de la Loire, situé dans le département de la Loire en France. Le cours d'eau est d'une longueur totale de 17 km et son bassin versant couvre une superficie de 125 km² pour une altitude variant de 425 à 1000 mètres. Ses débits estimés de crues sont de 11 m³/s en fréquence biennale, 80 m³/s en fréquence décennale et entre 135 et 150 m³/s en fréquence centennale (données rapportées par Chatain (1999)). Ses principaux affluents sont le Cotatay, la Valcherie, le Malval, l'Echapre, la Gampille, le Borde Matin (ou Pâteux), l'Egotay et l'Ondenon. Enfin cette rivière traverse les communes de La Ricamarie, du Chambon-Feugerolles, de Firminy, de Fraisses et d'Unieux.



Carte 9.1 : Localisation des zones principales d'implantation des ETM

Le Syndicat Intercommunal de la Vallée de l'Ondaine (SIVO) développe actuellement une démarche de contrat de rivière composée de trois volets : 1) un volet géomorphologique : à partir d'un diagnostic décrivant l'ensemble des rivières du bassin versant (lits et berges), des

travaux seront mis en œuvre afin de remédier aux dysfonctionnements actuels et de revaloriser certains tronçons hydrographiques. 2) Un volet hydrologique et hydraulique : à partir d'un descriptif des écoulements actuels et des problèmes engendrés, il s'agira de définir des interventions visant à améliorer la gestion hydraulique du bassin versant (soutien d'étiage et protection contre les crues). 3) Un volet paysager : il s'agit de définir des actions destinées à mettre en valeur et de promouvoir les usages des rivières (programme de valorisation et de sensibilisation des riverains).

Des résultats de l'étude de BETURE-CEREC (1999), se dégagent les points suivants :

- « L'Ondaine a longtemps représenté l'exutoire de l'ensemble des rejets domestiques et industriels des communes riveraines et constituait alors un véritable égout. Depuis 1985, les rejets des communes riveraines sont évacués dans un collecteur intercommunal longeant le cours d'eau, qui rejoint la récente STEP du Pertuiset »,
- « La pollution rejoignant le milieu naturel (pollution résiduelle, après traitement + pollution non raccordée) est évaluée à 14 700 EH, soit 17 % de la pollution totale brute »,
- « La grande majorité des activités industrielles du bassin versant sont localisées sur les communes riveraines de l'Ondaine et de la partie aval des principaux affluents (Cotatay, Valcherie, Malval, Echapre, Gampille, Egotay)... Les secteurs d'activités les plus représentés sont : la métallurgie et le travail des métaux, la mécanique (usinage, construction de machines et d'outillage), le textile »,
- « Les effluents industriels font parfois l'objet d'un traitement avant de rejoindre les réseaux d'assainissement (certains ont passé des conventions de raccordement avec le SIVO). La gestion des eaux usées générées par la multitude de petites et moyennes entreprises apparaît plus problématique et plus difficile à contrôler... Dans certains cas, ceux-ci rejoignent les réseaux d'assainissement sans traitement préalable et en dehors de toute convention. Ils sont alors susceptibles de générer des pollutions toxiques entraînant des dysfonctionnements de la STEP du Pertuiset. Dans d'autres cas, ces effluents toxiques rejoignent les cours d'eau, d'où des risques de pollution chronique ou accidentelle »,
- « Il convient de noter que ces problèmes apparaissent essentiellement pour les activités anciennes (qui sont toutefois les plus nombreuses), qui ne sont régies par aucune prescription liée au traitement et au raccordement de leurs effluents. Les activités qui ont

vu le jour récemment sont quant à elles tenues de se conformer à des prescriptions de raccordement,

- « La pollution industrielle raccordée à la STEP du Pertuiset représente environ 15% de la pollution totale collectée », sachant qu'elle peut être d'une nature toxique plus préoccupante que les pollutions d'origine domestique et agricole.

Les campagnes de 1996 et 97 menées sur l'analyse de la qualité de l'eau ont mis en évidence les éléments suivants (synthèse produite par Chatain, 2000) : « une minéralisation des eaux très élevée et croissante d'amont en aval, et au cours de l'année (vers l'étiage) en raison de rejets d'effluents non raccordés à La Ricamarie (raccordement prévu) et des eaux ferrugineuses et sulfatées des résurgences minières ; des sous-saturations estivales en oxygènes dissous, notamment en aval de La Ricamarie et de Firminy en raison d'apports de matières organiques ; des apports polluants organiques importants au droit de La Ricamarie et par le ruisseau du Pâteux ; deux importants sites de contamination azotée à La Ricamarie et à Firminy ; des teneurs en nitrates non négligeables sur l'ensemble du cours moyen et aval de l'Ondaine ; une qualité hydrobiologique médiocre dès La Ricamarie et ne s'améliorant que très peu jusqu'à l'exutoire ».

Enfin des déversements accidentels affectent l'équilibre écologique de l'Ondaine et de ses affluents. Le dernier en date, évoqué par le Journal Le Progrès (13 octobre 1999), concerne un déversement de fuel domestique dans le Cotatay et sur un périmètre de 3 km.

Ces constats plaident pour la mise en place de programmes globaux de gestion intégrée des rejets et notamment d'un programme concernant la gestion des rejets industriels. Ce dernier dont la finalité serait d'accroître la performance environnementale des activités industrielles, peut s'appuyer sur une gamme d'interventions, sans doute plus complémentaires qu'antagonistes (§ 6), soit : la consolidation des procédures de surveillance de la qualité des rejets industriels ; le management environnemental ; la gestion individuelle interne ; la gestion collective des rejets industriels.

Dans le but d'estimer les possibilités de gestion collective des rejets industriels, une première difficulté doit être surmontée : le choix du secteur industriel concerné. En effet, d'une part, les établissements industriels doivent être suffisamment nombreux pour que les filières de gestion collective soient économiquement viables ; d'autre part, ils doivent appartenir à un secteur

industriel suffisamment homogène en terme d'activités de telle sorte que les effluents à traiter ne soient pas trop hétérogènes, voire trop incompatibles du point de vue des traitements physico-chimiques envisageables. Dans le cadre spécifique de ce travail de recherche, nous avons décidé de tenir compte des établissements industriels appartenant au secteur du travail des métaux selon la classification NAF et localisés dans le bassin versant de l'Ondaine (tableau 9.1) : ces établissements sont en effet représentatifs des activités industrielles produisant des rejets chargés en substances toxiques (métaux lourds, cyanures,) nuisibles pour les infrastructures d'assainissement, le milieu naturel et l'être humain. Le nombre d'établissements du travail des métaux (ETM) se monte à 65 dans la Vallée de l'Ondaine.

Tableau 9.1: Activités des établissements retenus et oeuvrant dans le travail des métaux (NAF = 28) (KOMPASS, 1999)

Code	Nature des activités présentes dans la Vallée de l'Ondaine	Nombre d'ETM
281 A	Fabrication de construction métallique	1
283 C	Chaudronnerie-tuyauterie	6
284 A	Forge, Estampage, matriçage	1
284 B	Découpage, emboutissage	2
285 A	Traitement et revêtement de surface	8
285 C	Décolletage	2
285 D	Mécanique générale	30
286 C	Fabrication d'outil à main	1
286 D	Fabrication d'outillage métallique	5
286 F	Fabrication de serrures et ferrures	2
287 G	Visserie et boulonnerie	4
287 H	Fabrication de ressorts	1
287 L	Fabrication d'article métallique ménager	1
287 P	Fabrication d'article métallique n.c.a	1
	Total =	65

La seconde difficulté concerne le choix du type de processus décisionnel à privilégier. Même si les conditions d'une négociation entre acteurs publics, privés et associatifs ne sont pas pour le moment remplies, nous avons opté pour ce type de processus car :

- Il existe des conflits réels d'usage du territoire et de la ressource en eau,
- Il n'a pas de structure ayant pour mandat de résoudre le problème des rejets industriels dans sa globalité et sur le territoire ciblé. Cependant divers acteurs développent des efforts dans la perspective d'atténuer les risques de déversement polluant (le Conseil Général de la Loire avec sa Charte pour l'environnement, le programme Loire 2002 piloté par la Chambre de Commerce et de l'Industrie de St-Etienne, le Contrat de rivière de l'Ondaine mené par le Syndicat Intercommunal de la Vallée de l'Ondaine, les démarches de certification ISO 14001,...),

- Des rapports de force entre acteurs privés et publics sont en train de se former : les services publics constatent les limites d'une approche réglementaire et les acteurs privés admettent l'importance de tenir compte des impératifs environnementaux dans leurs activités,
- Les acteurs sont conscients de leur interdépendance (sans pour autant accepter la nécessité de la recherche d'une solution mutuellement acceptable au regard de leurs divergences),
- La situation économique du bassin versant de l'Ondaine suggère de profiter des atouts d'une gestion collective (économies d'échelle, auto-surveillance collective,...) et de trouver, par la négociation, des solutions destinées à amoindrir ses inconvénients.

9.1.2 Finalité du travail de recherche

A l'aide d'une procédure d'aide à la négociation, il s'agit de **promouvoir le développement d'un mode de dialogue commun hérité de la confrontation collective des préférences individuelles des décideurs dans la perspective d'un aménagement adéquat des activités de gestion des rejets dans le respect de l'environnement** (qualité de l'eau).

Un programme global de gestion intégrée des rejets à négocier pourrait s'appuyer sur une combinaison argumentée de filières de gestion des rejets, combinaison adaptée par les décideurs à la situation socio-économique et environnementale du territoire de l'Ondaine. Ces filières font partie de la gestion individuelle in situ (épuration in situ, technologies propres) ou de la gestion collective (centralisée, mobile, groupée, zone ou parc industriel).

Nous cherchons à faciliter l'estimation de la faisabilité et des préférences de la gestion collective. Pour cela, il est nécessaire de caractériser le territoire afin de mieux connaître la situation actuelle du bassin versant de l'Ondaine et d'évaluer les options initiales proposées (filières ou combinaisons de filières contextualisées). Par exemple, certains critères doivent renseigner sur les impacts éventuels dus à un déversement (essentiellement accidentel) dans différents cas de figure : au niveau des établissements industriels, dans le réseau d'assainissement, pendant le transport routier, au niveau des STEP collectives.

Même s'il n'est pas dans notre intention de définir les profils des décideurs, le tableau ci-après présente les acteurs éventuellement impliqués dans la négociation.

Tableau 9.2 : Acteurs éventuellement impliqués dans la négociation

Acteurs*	Statut	Mandats généraux
Grandes entreprises	Privé	Développer leur position socio-économique (entre autre)
PME	Privé	Pérenniser leurs activités (entre autre)
Bureaux d'étude	Privé	Produire des études techniques, environnementales, socio-économiques,...
SIVO	Association	Favoriser une meilleure gestion intercommunale des rejets
CLEO	Association	Stimuler les échanges entre les industriels de l'Ondaine
Mécapôle	Association	Fédérer les intervenants locaux du secteur industriel de la mécanique
Pôle de l'Eau	Association	Initier des projets locaux en traitement des eaux industrielles
EPURES	Association	Produire des études en aménagement
FRAPNA	Association	Promouvoir la protection de l'environnement
Groupes communautaires	Association	Défendre leurs intérêts
DDASS	Etatique	Contrôler la situation sanitaire des entreprises (entre autre)
DDE	Etatique	Construire des ouvrages d'art en assainissement (entre autre)
DRIRE	Etatique	Contrôler le respect de la réglementation environnementale (entre autre)
ENSM-SE	Etatique	Produire des outils d'aide à la décision (entre autre)
Agence de bassin	Etatique	Financer des projets de gestion des rejets industriels (entre autre)
Elus locaux	Collectivité	Défendre les intérêts de leurs concitoyens
CETIM	Mixte	Proposer des solutions de gestion des rejets aux industriels (entre autre)
CCI	Mixte	Promouvoir le développement des activités industrielles et commerciales

* Cette liste est donnée à titre purement indicatif et ne signifie pas que ces acteurs pourraient à l'avenir participer à un processus de négociation sur la gestion des rejets industriels et encore moins que l'auteur incite ceux-ci à y participer.

9.1.3 Définition du cadre de négociation

Il est assez difficile de prévoir les stratégies de négociation mises de l'avant au cours du processus car ce choix n'est pas de notre ressort si nous nous plaçons dans la position d'un concepteur de SIRS : il dépend essentiellement des acteurs, de leurs perceptions, valeurs et intérêts, de leur profil psychologique, de leur statut socio-professionnel et de leur pouvoir. D'un autre côté, les modalités de traitement et d'articulation de l'information que nous avons la charge de réaliser, sous-tendent forcément l'adoption d'une certaine conception de la négociation, d'une certaine prise de position sur le cadre stratégique global et collectif de négociation, ceci d'autant plus que la complexité de la problématique implique en principe la mise à disposition d'une information riche, multiple et plus ou moins sujette à polémique.

Sachant que l'appartenance à un même territoire favorise la prise de conscience des interdépendances des effets des décisions de chaque acteur, et en s'inspirant des possibilités de choix stratégiques telles qu'établies par Dupont (1994), on postulera que :

- La négociation suivra une orientation à prédominance coopérative et non conflictuelle, ce qui permet d'admettre que les acteurs acceptent d'utiliser une information géographique et tabulaire de qualité parfois sujette à caution et d'échanger leurs propres informations factuelles et subjectives.

- La position initiale des industriels et des populations sera de type défensif vis-à-vis des principes de la gestion collective tandis que celle des pouvoirs publics et celle des experts scientifiques sont de type offensif, respectivement vis-à-vis de l'efficacité environnementale à atteindre et des avantages de la gestion collective. Mais on part de l'hypothèse qu'au cours du processus de négociation, les industriels et les populations prendront une position plus offensive alors que les experts devraient jouer les rôles de modérateur et de témoin indépendant. Par conséquent, au départ, l'information doit être convaincante et claire pour ensuite gagner en richesse, réalisme et ambiguïté (les rétroactions prévues dans la méthode d'articulation des préférences permettront d'enrichir progressivement les dimensions de la problématique et les options prospectées). Bien entendu, l'émergence d'une solution finale passe par une dernière phase au cours de laquelle l'information jugée collectivement essentielle sera retenue.
- La négociation pourra être relativement longue (aux USA, une négociation environnementale dure en moyenne une dizaine d'années), ce qui permet de mener à bien la collecte de données et le traitement d'information.
- Les acteurs chercheront à s'adapter de manière plus ou moins flexible et non à imposer leur point de vue : une gestion plus efficace des rejets industriels peut être a priori "rentable" pour tous les acteurs. On s'attend donc à ce que les analyses multi-critères individuelles convergent progressivement vers une solution consensuelle.
- L'accord recherché peut être raisonnablement considéré comme partiel et pouvant tendre vers un accord total. Cela implique que les traitements de l'information à effectuer devraient couvrir un territoire englobant les activités d'acteurs non encore motivés par la problématique (d'où l'intérêt des capacités de gestion de données d'un SIG : de nouveaux acteurs pourront être intégrés au processus décisionnel sans produire d'impacts trop négatifs sur le processus informationnel).

Parmi les principales techniques de négociation identifiées par Dupont (1994) en annexe D, nous retenons la méthode de globalisation (« les négociateurs s'entendent sur une enveloppe

globale contenant l'ensemble des points retenus dans la négociation et décident de faire porter la négociation sur la valeur [globale] de cette enveloppe et sa répartition »). En effet :

- Cette méthode favorise la prise en compte des nombreux arbitrages entre des enjeux qu'il est difficile d'estimer par une échelle unique (de coûts par exemple) : rentabilité économique, protection de l'environnement, acceptabilité sociale, flexibilité de la solution,...
- Par conséquent, toute technique inverse de celle de globalisation (traitement des objets point par point, segmentation des objets) n'est pas pertinente.
- Les techniques qui s'apparentent à la manipulation (retournement, bilan, les quatre marches) sont à proscrire, au moins dans un premier temps, car le cadre stratégique retenu est de type coopératif.
- La technique du paquet n'a pas sa place dans un processus de négociation que l'on souhaite intégratif ; par ailleurs elle s'appuie sur le principe du donnant-donnant qui est difficile à mettre en œuvre sans l'établissement d'une échelle unique de mesure.
- Les méthodes d'élargissement et de transformation font intégralement partie de la démarche de négociation que nous proposons ; si elles sont sans doute difficiles à introduire dans un processus déjà entamé (quels critères ou options introduire sans donner l'impression que le processus retourne à sa case de départ ? Quelle latitude intellectuelle et créative accorder sans que le processus ne s'enlise ?), elles sont essentielles pour sortir des blocages.

L'approche de négociation retenue précise la finalité d'outil d'aide à la négociation à développer : il ne s'agit pas tant de départager les acteurs et de trouver des compromis que de **favoriser l'articulation collective des argumentations caractérisant les préférences individuelles plus ou moins conscientisées des décideurs.**

En effet, un processus de négociation s'inscrit dans un système complexe et pluri-disciplinaire : le schéma de négociation présenté en figure 9.1 formalise l'architecture associée

au processus de négociation et illustre l'ensemble des entités qui participent à ce processus. Cette architecture est constituée de deux systèmes principaux :

- Le système de négociation contextualisé, lieu d'interaction de trois sous-systèmes :
 - Le sous-système d'action décisionnelle, lieu de regroupement et d'interaction des divers décideurs caractérisés par leurs intérêts, leurs valeurs, leurs profils socioprofessionnels et psychosociaux,
 - Le sous-système de design cartographique, lieu de regroupement et d'interaction des éléments potentiels intervenant dans ce design (les modèles conceptuels de données, l'application et la technologie SIG incluant ses procédures et fonctions de calcul et le jeu de planches cartographiques et tabulaires résultant),
 - Le sous-système d'appréhension contextuelle, lieu de regroupement et d'interaction des informations (spatialisées ou non) relatives à la problématique territoriale à traiter.

Les interférences entre ces trois sous-systèmes (formalisées par leurs intersections qui représentent les lieux dans lesquels évolue le processus de négociation) peuvent être plus ou moins canalisées par les activités d'une fonction d'animation positionnée au carrefour de ces interférences. Cette fonction d'animation est prise en charge par un certain nombre d'animateurs dont les interventions rendent compte de ces interférences, les catalysent, les stimulent ou au contraire peuvent les bloquer.

- Le système de connaissances génériques

Les interventions des animateurs s'appuient sur un jeu de règles d'expertise tacites et «expérientielles», jeu que l'on peut organiser sous la forme d'un système de connaissances génériques. Ce dernier est le lieu de regroupement et d'interaction d'unités thématiques de connaissances, unités qui sont autant d'angles théoriques de compréhension de la nature et de la dynamique du système de négociation contextualisé. Les unités de connaissances sont, par exemple, la géographie systémique, la psychologie cognitive, la « gestion des processus technico-humains », la pédagogie interactive, la sémiologie graphique,...

L'intérêt de la formalisation du système de connaissances génériques (lieu où se développe la théorie) réside dans sa confrontation avec le processus de négociation qui s'inscrit dans le système de négociation contextualisé, lieu où se conçoit la pratique. On retrouve la dialectique classique «théorie-pratique» dont la résolution ne vise ni à construire une théorie entièrement fidèle à la pratique, ni à figer totalement la pratique dans une théorie globalisante, mais plutôt à provoquer les changements de perception et de comportement chez les animateurs et des décideurs selon les besoins plus ou moins imprévisibles du processus de négociation. Autrement dit, dans le cadre d'une démarche de Recherche-Action (Barbier, 1996) les animateurs sont amenés à jouer une double fonction : d'une part, celle du chercheur qui, par l'observation, travaille à l'extraction et l'abstraction des règles génériques afin de prendre connaissance des mécanismes informationnels et comportementaux de négociation ; d'autre part, celle de l'acteur qui, par l'intervention, travaille à l'intégration et l'opérationnalisation des règles génériques afin de les adapter à la problématique territoriale ciblée.

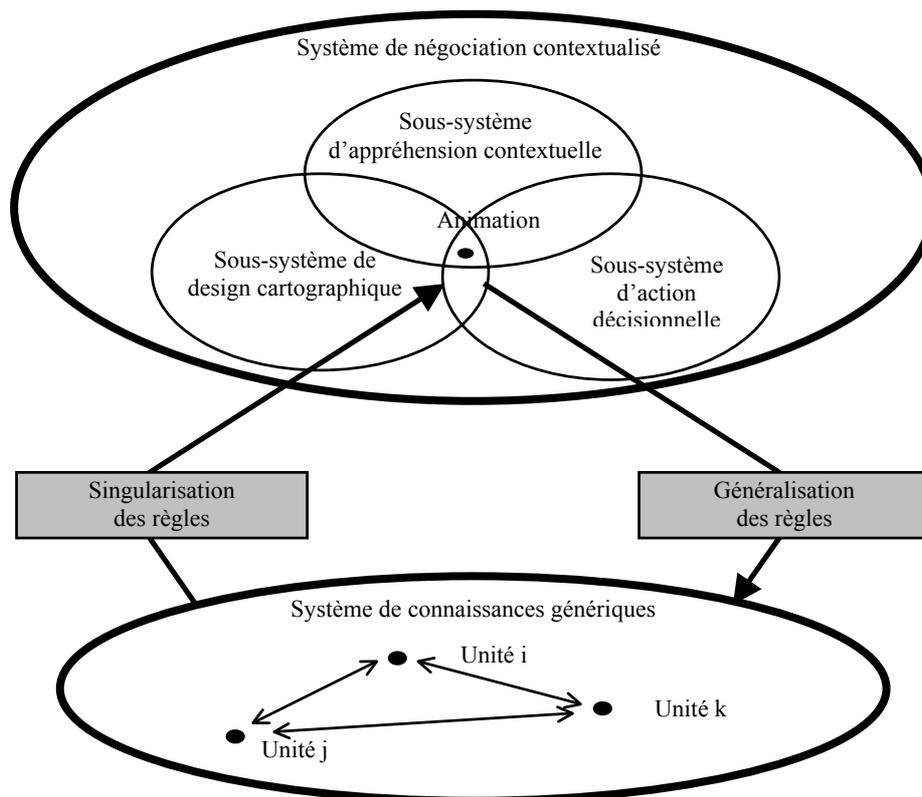


Figure 9.1 : Schéma de la structure générique d'une négociation

9.1.4 Correspondances entre négociation et jeu de rôle

Le contexte de **négociation, de type coopératif**, suggère de conférer à la procédure d'aide à la négociation les traits **d'un jeu de rôle**. En effet :

- « Il faut aussi renoncer à conduire le joueur vers une découverte fixée par avance, mais le laisser aller où il veut, découvrir ce qu'il a à découvrir » (Mauriras-Bousquet, 1984). Cela rejoint notre préoccupation de laisser aux décideurs leur réelle marge de liberté et d'action (marge devant être limitée essentiellement par celle des autres décideurs), de les mettre en position de s'approprier le processus de négociation, la procédure d'aide à la négociation et, de ce fait la solution émergente, enfin de stimuler leur potentiel de création d'idées nouvelles.
- « Les joueurs sont engagés dans divers rôles dont chacun suppose une vision différente de la réalité à laquelle le jeu sert de modèle. Comme ils sont simultanément engagés dans le même processus, la communication a de multiples dimensions ... Il faudrait, plutôt, parler de dialogues parallèles et simultanés ou de « multilogues » ... Ainsi s'élabore une simulation qui, à son stade final, est la fusion des perceptions individuelles » (Duke, 1974). Cette démarche de jeu correspond à celle d'une négociation coopérative qui se base sur le rôle des échanges multilatéraux et subjectifs, sur la confrontation des préférences individuelles.
- « Le jeu est un mode de communication dynamique ; une fois le jeu lancé, il s'entretient de lui-même par l'interaction des joueurs ; le jeu est, d'une certaine manière, un mode de communication vivant. Comme tel, c'est une forme de communication évolutive, c'est-à-dire que le jeu peut être modifié en cours d'emploi suivant les nouvelles exigences qui se présentent et à la lumière de l'expérience acquise... Le jeu est donc un mode de communication exceptionnellement puissant. Il est, en fait, en même temps que moyen de communication, un instrument de découverte collective et d'apprentissage ; communication et apprentissage ne peuvent, ici être distingués » (Mauriras-Bousquet, 1984). Le jeu rejoint la négociation coopérative par le fait qu'au travers d'une communication plus ou moins informelle, plus ou moins aléatoire, les « décideurs-joueurs » apprennent sur leurs propres préférences et perceptions et sur celles des autres.

- « Dans notre nouvelle ère, il y a un besoin urgent de développer des instruments d'heuristique... qui permettent d'appréhender et de comprendre les situations sans aucun précédent qui se présentent à nous ... Une utilisation adéquate des jeux de simulation [comme les jeux de rôle] offre de très sérieux espoirs de redonner cette compréhension de la totalité qui est nécessaire à une approche intelligente de tout système complexe » (Duke, 1974). Or un système complexe comme celui relatif à la gestion des rejets industriels sous un angle territorial nécessite une telle approche parce qu'il ne saurait être décomposé sans perdre les synergies et antagonistes des solutions étudiées : autrement dit, par la négociation, il s'agit de construire collectivement une totalité que sera la solution émergente de gestion intégrée des rejets industriels.
- « Peut-être faut-il surtout que le jeu de simulation [jeu de rôle] ne soit pas un pur exercice intellectuel et que les participants soient impliqués émotionnellement, qu'ils prennent partie, qu'ils espèrent certains développements et en redoutent d'autres, qu'ils soient enthousiasmés et anxieux comme de bons acteurs qui se mettent dans la peau de leurs personnages et finissent par vivre les péripéties du drame qu'ils représentent » (Mauriras-Bousquet, 1984). Outre la référence à l'importance émotionnelle dans toute prise de décision, cet argument renvoie à l'ambiguïté du jeu et de la négociation, activités tout à la fois gratuites et sérieuses : un négociateur n'est-il pas amené à s'engager sérieusement dans les tractations tout en sachant s'en dégager avec une certaine légèreté pour garder une certaine autorité ?
- « Les techniques ludiques peuvent ... nous inciter non pas, peut-être, à renoncer à des besoins « inutiles », mais à voir plus clair dans nos désirs et à nous rendre plus libres à leur égard, à abandonner en tous cas les désirs impossibles ou contradictoires, à contrôler les désirs suggérés ou imposés par les modes » (Mauriras-Bousquet, 1984). L'utilité des techniques ludiques correspond aux besoins d'un processus de négociation axé sur une meilleure appréhension des préférences individuelles.

9.2 Procédure d'aide à la négociation

9.2.1 Processus de négociation et outil associé

Un processus de négociation est très difficile à formaliser car ses variables explicatives sont multiples et fortement conditionnées par le contexte, le profil des acteurs et la nature des enjeux. Néanmoins, d'après Dupont (1994), les principales phases d'une négociation sont les suivantes :

- a) La phase de « ritualisation »* correspond à la phase de prise de contact (avec positionnement des acteurs des points de vue institutionnel et territorial), de structuration du climat interpersonnel et réduction de l'anxiété,
- b) La phase d'information/exploration* concerne la réduction de l'incertitude, l'explication (éventuellement progressive) de l'objet de la négociation, la prise de connaissance de la position globale des parties, l'émergence progressive des enjeux respectifs et les premières manifestations des rapports de force.
- c) La phase de développement des mécanismes d'influence* sous-entend la présentation des positions affichées par justification, l'argumentation, les premières allusions à des ajustements éventuels et ultérieurs, ainsi que les prémices de concessions.
- d) La phase de rapprochement et ajustements* inclut le jeu croisé de propositions et contre-propositions, le développement de concessions et initiatives, ainsi que l'émergence progressive de formules d'accord envisageable.
- e) La phase de formation de l'accord* concerne les initiatives pour déduire les derniers points de divergence, l'annonce des ultimes propositions, les tentatives d'ajouter de petites exigences de dernières minutes, la clarification des résultats obtenus et leur mise en forme et une première préparation des contacts ultérieurs.

Il s'agit de **proposer des maquettes d'applications SIG qui pourraient être insérées dans chacune de ces phases** (tableau 9.3 et figure 9.2) dans le cadre spécifique d'un processus de négociation relatif à la gestion des rejets issus des établissements du travail des métaux (ETM) sur le territoire de la Vallée de l'Ondaine.

Tableau 9.3 : Caractérisation des SISARS par phase de négociation

Composantes du SISARS	OBJECTIFS	PROCEDURES	DONNEES
Système d'Information Territorial ou SIT (phase a)	- Décrire la situation territoriale (base objective). - Créer une ambiance saine de coopération.	Construire des cartes multi-thématiques de l'état des lieux.	"Vulnérabilité" hydro-géologique *, POS et communes, Réseau routier, assainissement, MNT, hydrographie.
Système Didactique de Communication Cartographique ou "SDCC" (phase b)	- Transmettre les principes de la gestion collective.	Concevoir des cartes sur les filières fictives de gestion collective.	Idem + Localisation fictive des ETM, option fictive de gestion
Système Cartographique de Support à l'Argumentation ou "SCSA" (phases c et d)	- Faire émerger une solution collective consensuelle.	Faire interagir les options spatialisées avec les analyses multi-critères des acteurs.	Idem (mais localisation réelle) + notes, poids de chaque critère par option et acteur
Système Résultant de Communication Cartographique ou "SRCC" (phase e)	- Consolider et communiquer les résultats définitifs de la négociation.	Concevoir une carte des avantages de la solution retenue.	Données représentatives de la solution retenue et des impacts positifs attendus

* vulnérabilité hydrogéologique = temps de transfert hydrogéologique d'un point de déversement à la rivière la plus proche (Laurent, 1996). Dans la suite, on parlera de temps de transfert hydrogéologique afin d'éviter une confusion sur le sens accordée au concept de vulnérabilité (§ 9.3.2.5).

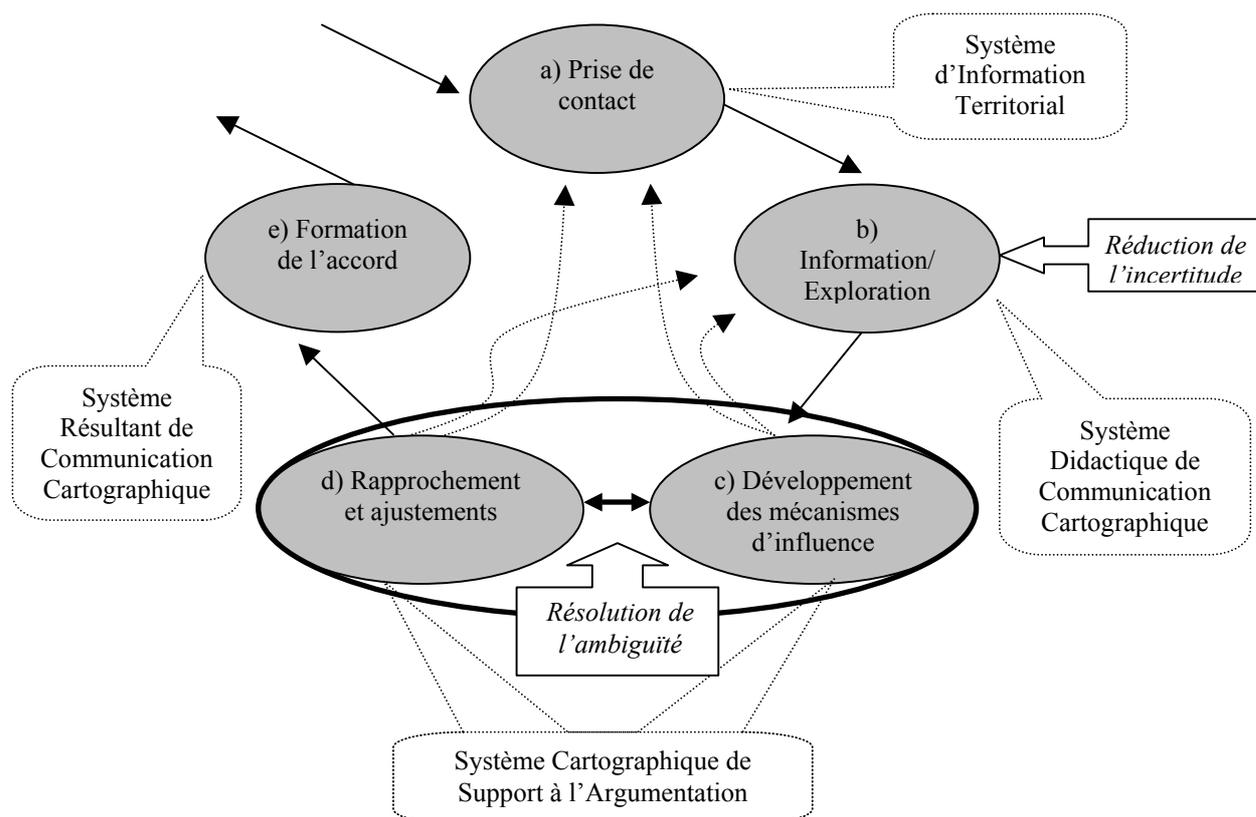
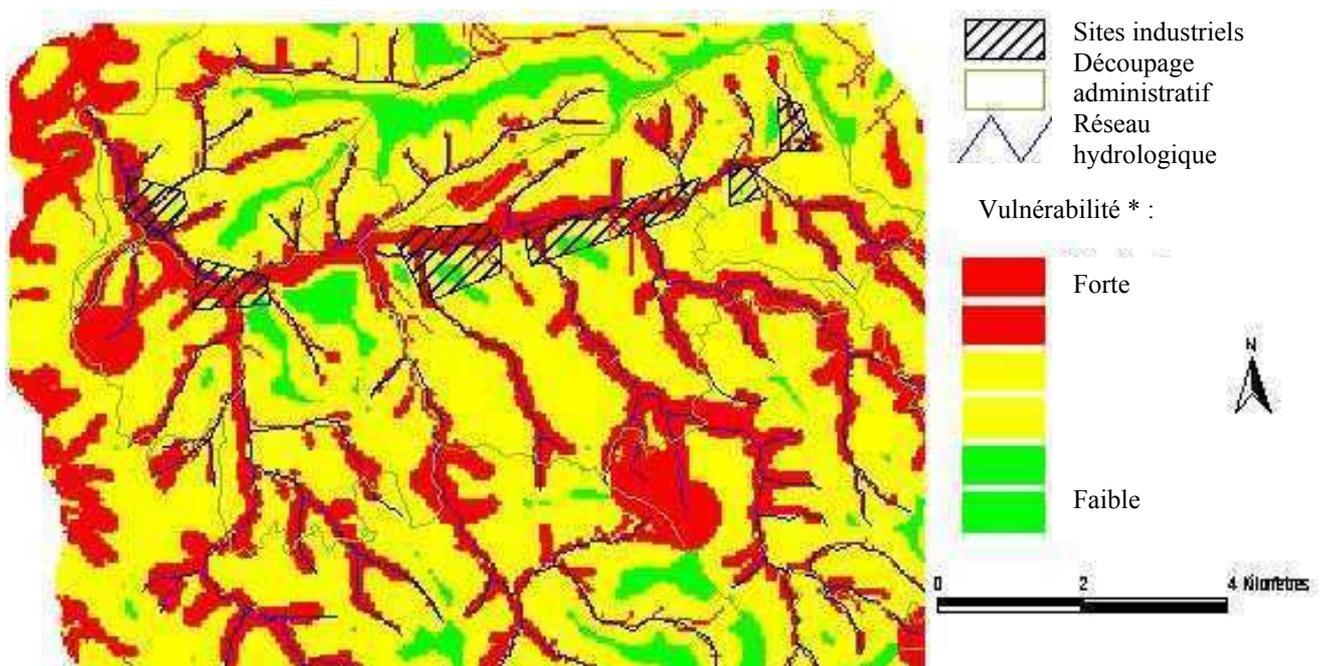


Figure 9.2 : Positionnement du SIRS dans une démarche de négociation

9.2.1.1 Phase de ritualisation : Système d'Information Territorial

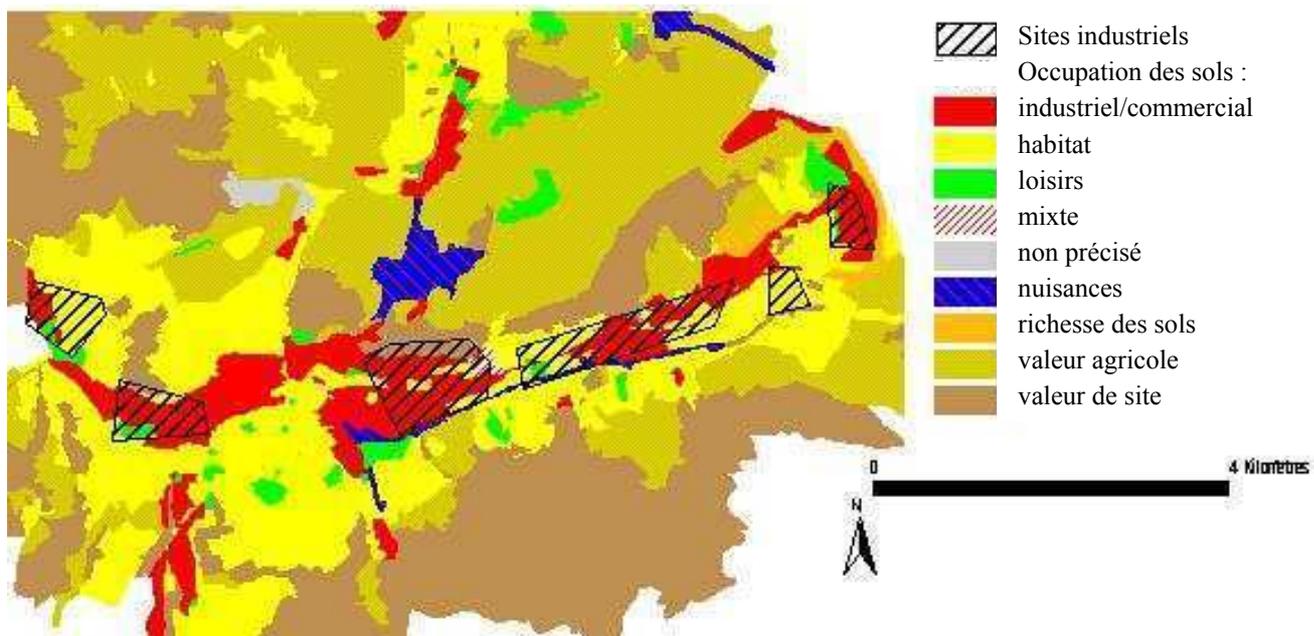
Nous proposons un SIT composé d'un certain nombre de cartes d'inventaire et thématiques mises en relation afin d'illustrer certains enjeux de la gestion des rejets industriels. Ces informations participent à la phase de ritualisation. Les cartes d'état des lieux (cartes 9.1, 9.2, 9.3 et 9.4) donnent un panorama global de la qualité du territoire.

Ceci permet de démontrer que l'environnement, dans son état présent et futur, concerne tous les acteurs du territoire et donc justifie la tenue d'un processus de négociation. On peut représenter la position spatiale des entreprises par des polygones (donc sans localisation ponctuelle des entreprises) ce qui permet de créer des liens qualitatifs entre qualité du territoire et activités industrielles sans pointer du doigt les éventuels « fautifs ».

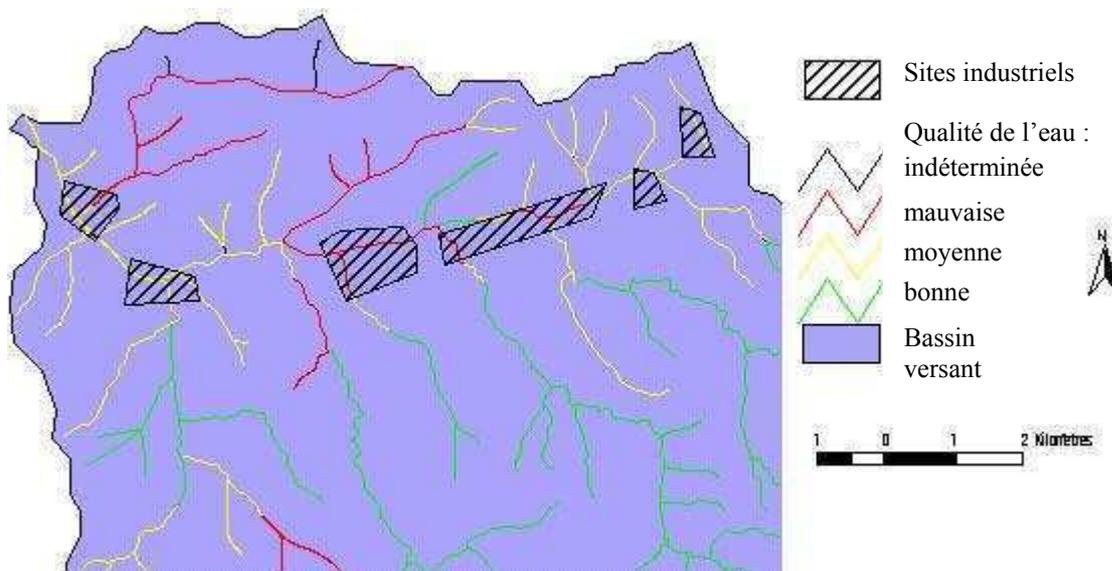


* cette vulnérabilité est un temps de transfert hydrogéologique.

Carte 9.2 : Temps de transfert hydrogéologique et localisation des zones d'ETM



Carte 9.3 : Plan d'occupation des sols et localisation des ETM (données EPURES)



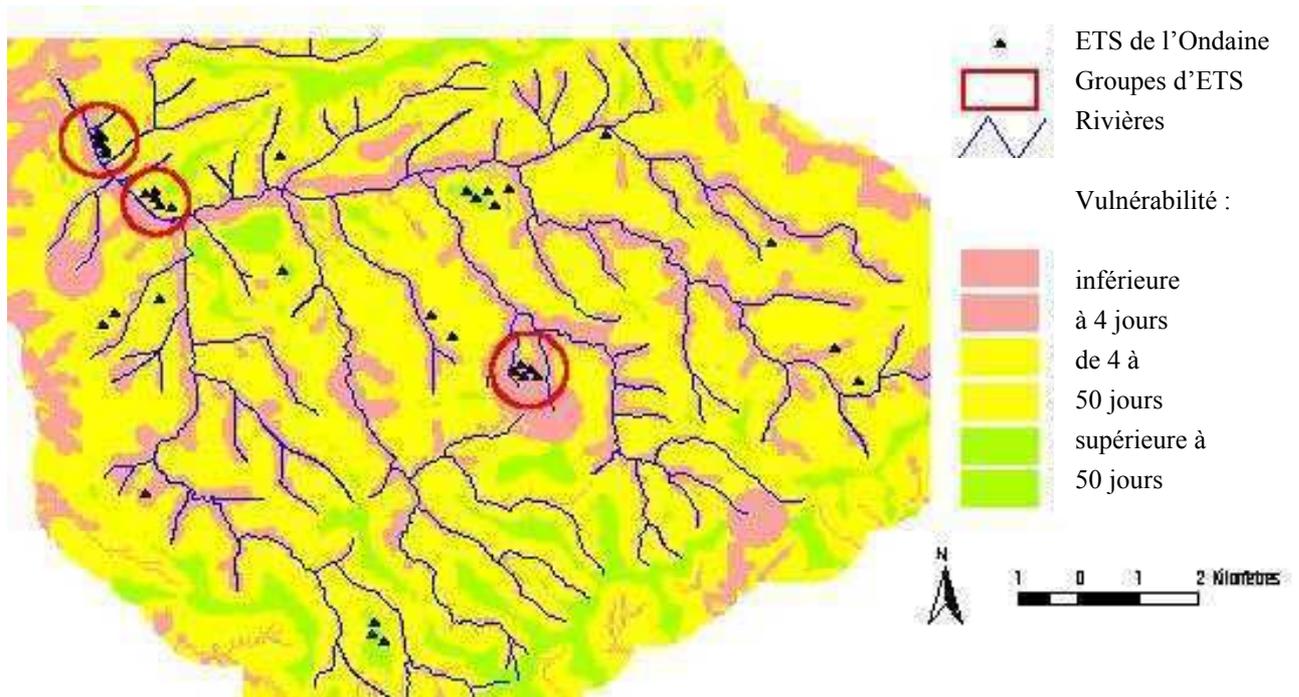
Carte 9.4 : Qualité de l'eau et localisation des ETM (données SIVO)

9.2.1.2 Phase information/exploration : Système Didactique de Communication Cartographique

Dans cette phase nous cherchons à favoriser l'émergence de conditions d'une négociation. Pour cela il s'agit d'illustrer des options territoriales fictives (voire caricaturales) destinées à inciter les industriels à se poser des questions sur les forces et faiblesses d'une organisation collective de la gestion des effluents (notons que, si l'emplacement des établissements est fictif, les représentations du territoire dans lequel s'inscrivent ces derniers, correspondent à la réalité). Ces options doivent être claires et simples pour être comprises très rapidement.

Les argumentaires associées à ces options, construites pour un ensemble d'une trentaine d'entreprises fictives positionnées de telle sorte que l'on puisse illustrer les possibilités de gestion collective par rapport à un critère comme le temps de transfert hydrogéologique, sont, par exemple, les suivantes :

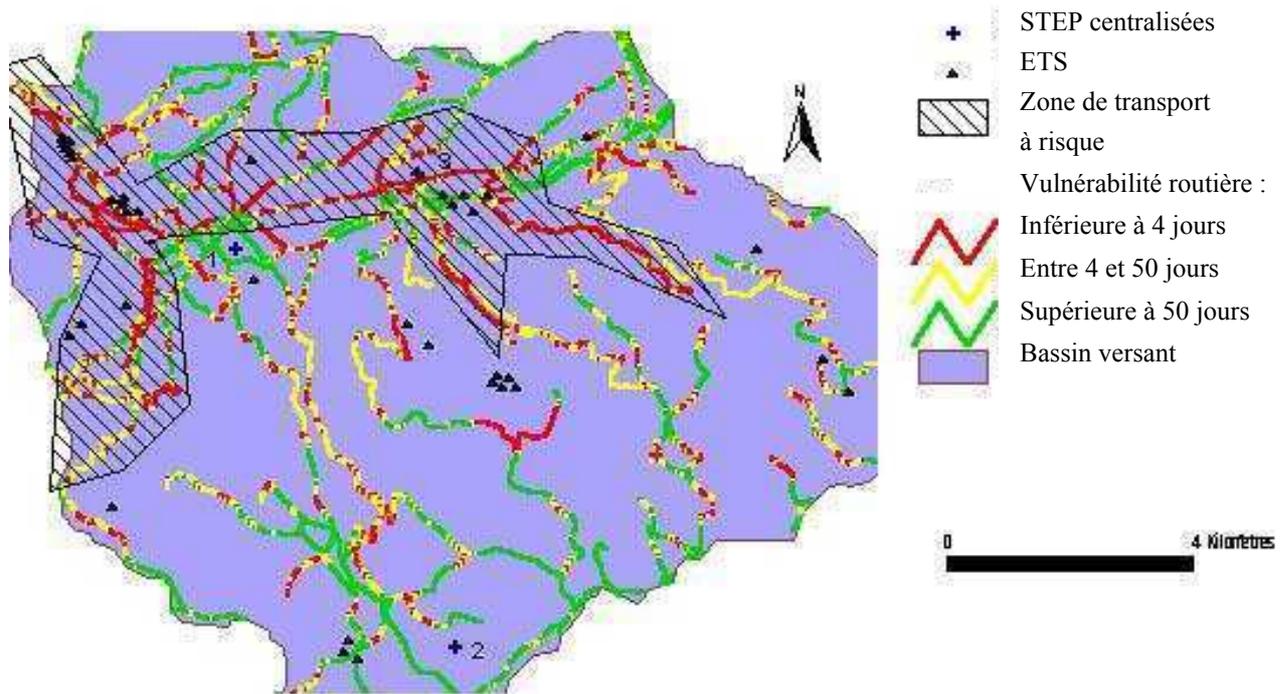
- Option « gestion groupée (sans relocalisation) » (carte 9.5) : étudier les possibilités de regroupement d'entreprises qui feront traiter leurs rejets par une STEP située en aval et à proximité (on privilégie les regroupements situés dans une zone particulièrement vulnérable en terme de temps de transfert hydrogéologique, l'argument de base étant que de tels regroupements permettront de réduire significativement les risques de déversement).
- Option « gestion centralisée » (carte 9.6) : étudier les possibilités de localisation d'une STEP (on privilégie les localisations pour lesquelles le transport routier conséquent de tous les ETM vers la STEP se déroule dans des zones à temps de transfert hydrogéologique relativement élevé, l'argument de base étant qu'une gestion collective permet de réduire les risques globaux de déversement au niveau des ETM, pourvu que ces risques ne soient pas transférés au niveau du transport routier : la STEP localisée en 2 semble être une localisation pertinente).



Carte 9.5 : Regroupement d'ETM dans une perspective de gestion groupée

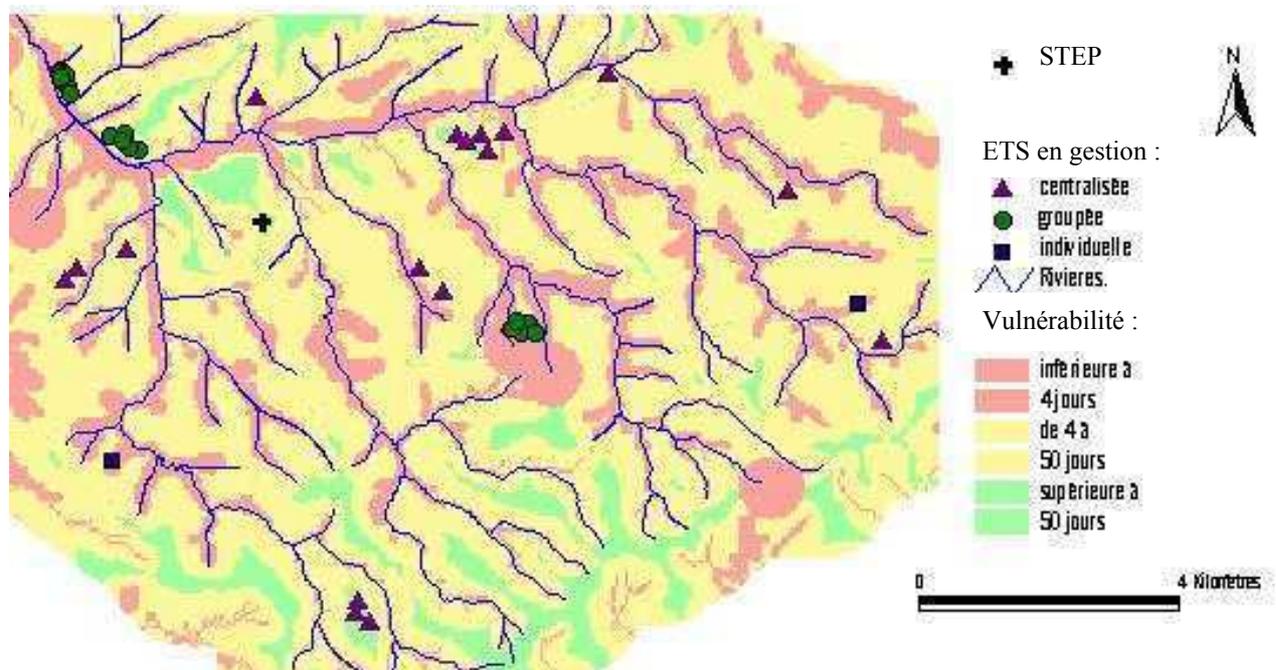
- Option combinée (carte 9.7) : étudier les possibilités de combinaison des options de gestion individuelle, centralisée et groupée (la gestion groupée est choisie pour les regroupements situés dans des zones particulièrement vulnérables, la gestion individuelle pour des établissements isolés et situés en zone particulièrement vulnérable, la gestion centralisée pour les établissements situés en zone relativement peu vulnérable).

Ce type d'option relativement caricatural permet de favoriser une meilleure compréhension des principes inhérents aux options de gestion collective et à chaque industriel de mieux appréhender chacune de ces options par rapport à sa propre situation, ses intérêts, ses objectifs et ses valeurs.



NB : zone hachurée représentant *approximativement* le territoire à dans duquel le transport est à éviter.

Carte 9.6 : Localisation d'une STEP dans une perspective de gestion centralisée



Carte 9.7 : Choix des filières dans une perspective de gestion combinée

9.2.1.3 Phase de développement des mécanismes d'influence et phase de rapprochement/ajustement : Système Cartographique de Support à l'Argumentation

Ces deux phases qui, en pratique, sont difficilement dissociables, correspondent aux activités principales d'une négociation : les décideurs établissent leur marge, plus ou moins fluctuante, d'action, testent leur marge d'influence et construisent ensemble et progressivement un discours qui s'articule au fil de la réorganisation des préférences individuelles. Ces activités peuvent être supportées par un système cartographique de support à l'argumentation (SCSA) explicité au § 9.2.2 : le mandat de ce système est d'aider les décideurs à « naviguer à travers l'ambiguïté » de telle sorte que celle-ci soit le « terreau » nécessaire à l'émergence de solutions consensuelles et originales et non un « marécage » produisant une incertitude propre à bloquer le processus de négociation.

La solution la plus robuste qui pourrait émerger de la confrontation des préférences individuelles, en cela aidée par le SCSA, sera vraisemblablement issue d'une combinaison d'options : par exemple, des noyaux d'ETM situés à proximité les uns des autres verraient leurs effluents transportés via un système de canalisation tandis que les autres achemineraient leurs effluents par camion.

9.2.1.4 Phase de formation de l'accord : Système Résultant de Communication Cartographique

Issue des échanges entre acteurs et experts (par l'entremise des applications SIG), d'une part, et entre acteurs, d'autre part, l'information illustrant les décisions prises peut être traitée sous l'angle esthétique afin de témoigner clairement de l'accord obtenu. Il est alors préférable de privilégier de l'information concrète, peu spécialisée comme la localisation et l'identification des usages.

Ce système résultant est pertinent à trois titres : il permet de confirmer une dernière fois l'accord collectif obtenu ; il participe symboliquement à l'achèvement du processus de négociation ; enfin il permet de communiquer les résultats de la négociation à des acteurs n'ayant pas participé à cette négociation.

9.2.2 Architecture du système cartographique de support à l'argumentation (SCSA)

Pour décrire cette architecture, nous nous basons sur la définition des tâches de conception d'un jeu de simulation telles qu'établies par Mauriras-Bousquet (1984) qui avertit que « dans la préparation d'un jeu, il faut donc avoir en même temps à l'esprit tous les éléments et toutes les étapes du jeu ; car aucune partie du jeu ne saurait se mettre en place isolément sinon en liaison avec l'ensemble ».

8.2.2.1 Définition des objectifs

Ces objectifs se définissent ainsi :

- Familiariser les décideurs avec un processus de négociation basé sur la confrontation coopérative,
- Transmettre une information riche et représentative des différentes dimensions d'un territoire et des différents points de vue des décideurs,
- Comprendre les interactions, d'une part, entre les enjeux d'usage du territoire et de la ressource eau et, d'autre part, entre les systèmes individuels de préférences des décideurs,
- Découvrir une solution consensuelle en matière de gestion intégrée des rejets industriels dans le contexte du bassin versant de l'Ondaine.

On rejoint aussi certaines des préoccupations exprimées par Laaribi et al (1996) : prendre en compte les solutions des décideurs et les préférences individuelles, favoriser l'acceptation des aspects conflictuels et permettre les comparaisons des solutions faisables.

9.2.2.2 Définition du thème de la simulation

La simulation consiste à représenter le « comportement d'options » de gestion des rejets industriels (c'est le but explicite du processus de négociation). Elle passe par la caractérisation des dimensions explicatives et normatives du territoire, des options de gestion des rejets, de la dynamique des systèmes individuels de préférence et enfin du processus d'émergence d'un accord collectif (§ 3.3). Plus précisément le thème retenu concerne l'organisation et l'aménagement d'un territoire (le bassin versant de l'Ondaine) dans la

perspective de la gestion intégrée des rejets industriels et en fonction de combinaisons des vulnérabilités des usages de ce territoire et des aléas de déversement propres aux activités de transport, manipulation et traitement des rejets : cette combinaison permet de produire des informations cindyniques (§ 9.3.2.5).

9.2.2.3 Construction du modèle opératoire d'aide à la négociation

Le modèle opératoire correspond à la méthode d'articulation des préférences individuelles représentée par la figure 9.3. Cette méthode se décrit selon les étapes suivantes :

- a) Les **options initialement proposées de gestion des rejets industriels** sont générées par les experts à partir de la localisation réelle des établissements industriels et en s'appuyant sur les capacités analytiques et synoptiques des SIG. Eventuellement elles peuvent être volontairement inadéquates afin d'inciter les décideurs à les modifier en conséquence et de favoriser ainsi l'appropriation de cette méthode d'aide à la négociation par ces décideurs.
- b) En parallèle avec la tâche précédente, une **liste consensuelle de critères** est élaborée par les décideurs à l'aide de l'homme d'étude qui peut proposer une liste relativement exhaustive de critères.
- c) Puis les options font l'objet d'une **analyse comparative de type multi-critères**. Pour respecter les principes de négociation (respect des perceptions, valeurs et intérêts de chaque acteur), nous demandons à chaque décideur de définir les poids qu'il accorde à chacun des critères et éventuellement les notes associées à certains de ces critères.
- d) Ensuite la **confrontation des systèmes de préférences individuelles** s'effectue par l'entremise de la confrontation des graphes individuels desquels se dégagent les ensembles (ou noyaux (Maystre et al, 1994)) individuels ; cette confrontation doit permettre de construire le noyau collectif des options mutuellement incompatibles.
- e) En interaction avec la tâche précédente, il s'agit de **traiter l'incomparabilité** (ou encore l'ambiguïté) **des options du noyau collectif** afin de réduire progressivement la taille de ce noyau (notons d'ailleurs que la présence éventuelle de circuits dans les graphes individuels pourrait témoigner aussi de l'existence d'ambiguïté sur les préférences). A cet effet,

plusieurs actions impliquant un retour sur les tâches a, b et/ou c sont envisageables (tableau 9.4 au § 9.2.2.6), de même que des analyses de sensibilité.

Pour chaque décideur, il est possible d'éliminer les options surclassées pour ne retenir que les options appartenant au noyau individuel.

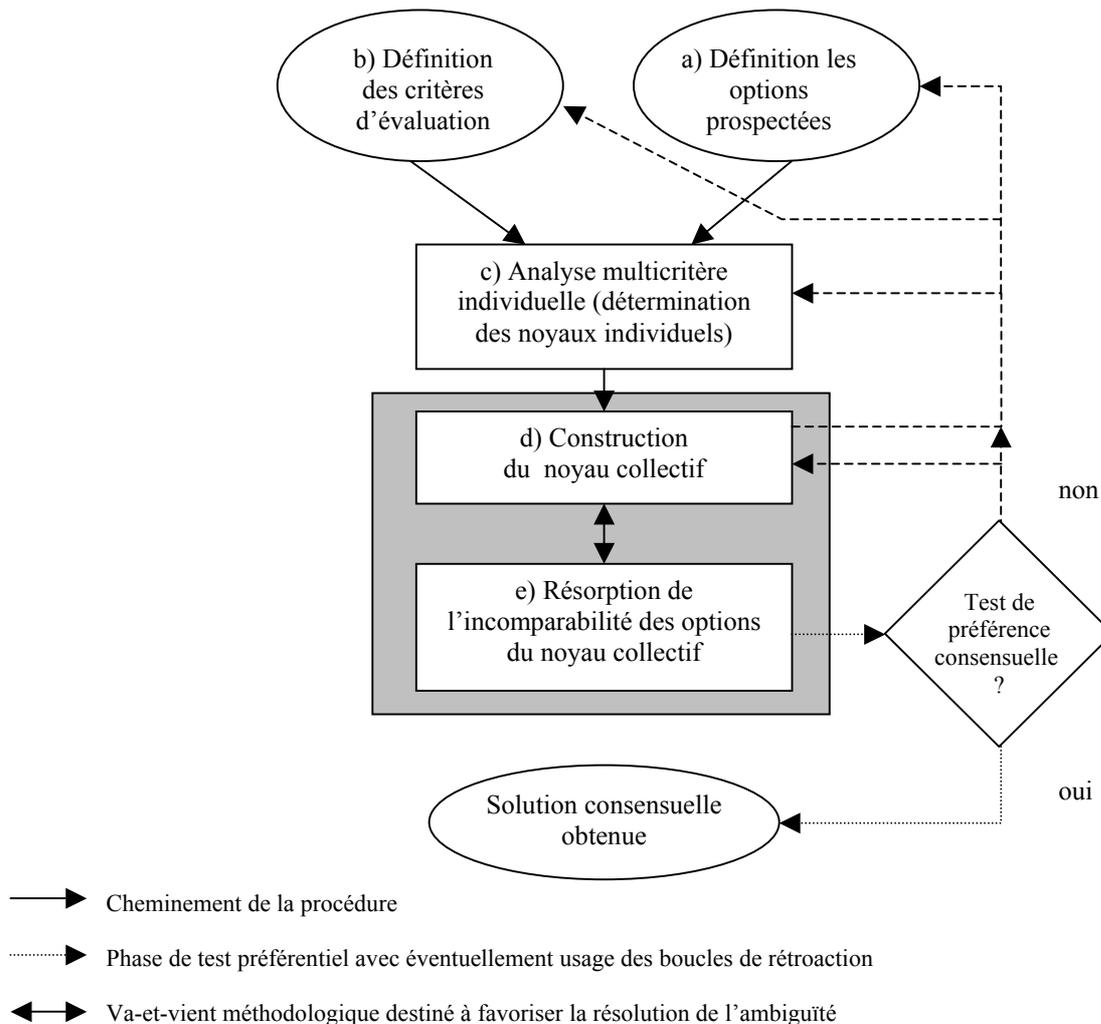
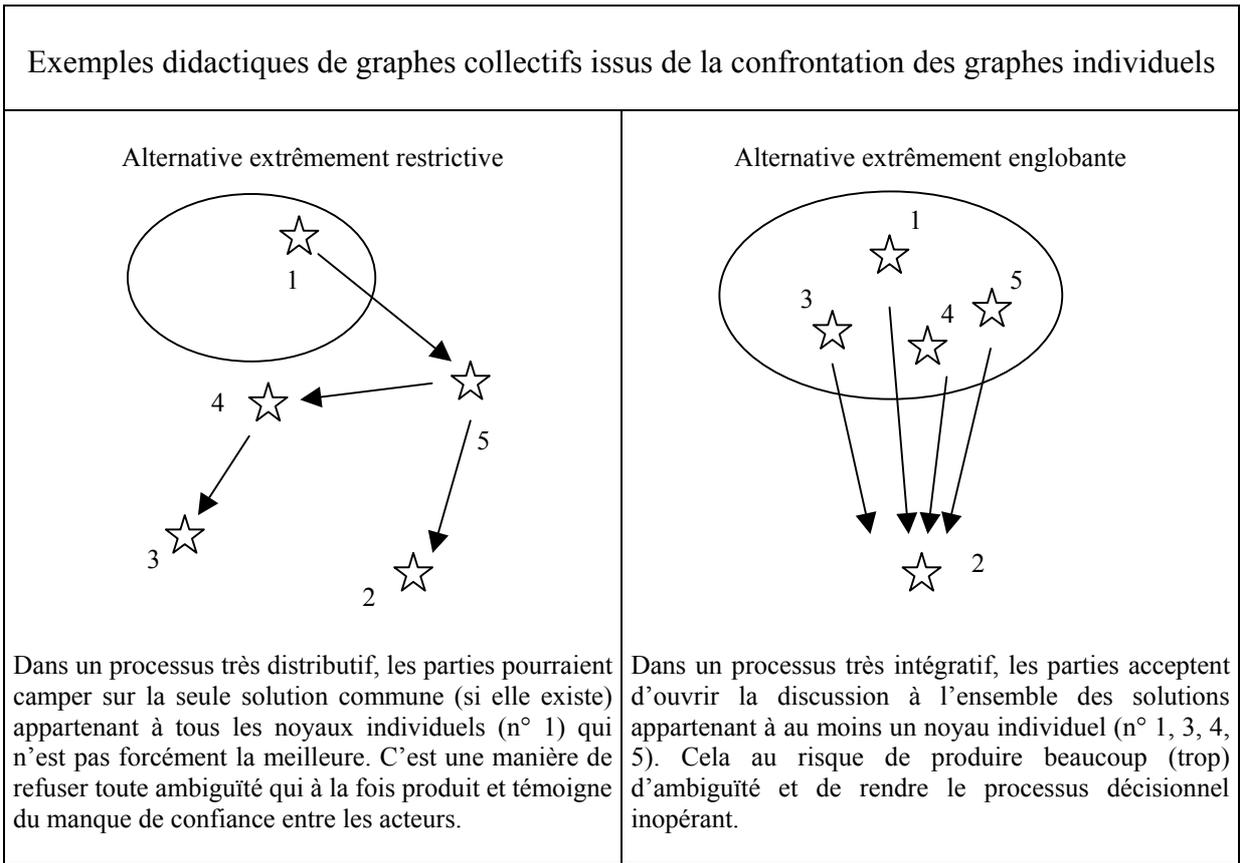
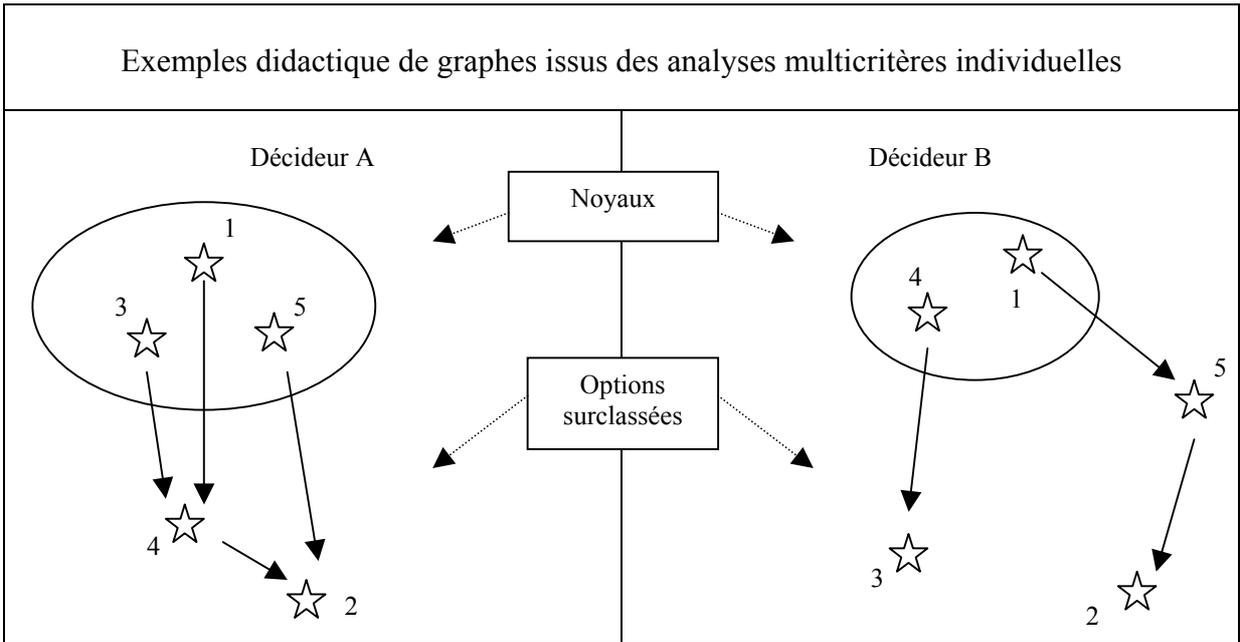


Figure 9.3 : Méthode d'articulation des préférences individuelles

Un noyau collectif (figure 9.4) peut être constitué en faisant l'intersection des noyaux individuels (ce noyau concrétise la zone d'accord possible dans le cadre de la négociation) et de l'enrichir par des options appartenant à certains noyaux individuels (leur entrée peut être négociée).



→ L'option-origine surclasse l'option-destination

Figure 9.4 : Construction du noyau collectif

9.2.2.4 Identification des rôles

Il ne nous semble ni possible, ni pertinent de définir des profils de rôle répondant à des logiques spécifiques d'acteur : en effet, non seulement, les acteurs et surtout leur comportement respectif ne nous sont pas connus (d'ailleurs ces comportements ne sont sans doute pas clairs aux propres yeux des acteurs puisqu'ils dépendent des jeux d'influence qui se développeront au cours du processus de négociation) ; mais aussi, ces profils de rôle auraient l'inconvénient de violer la liberté d'identification des décideurs.

Il est cependant utile de préciser des rôles qui concernent plus la dynamique du jeu que les enjeux associés à la gestion des rejets industriels :

- Le rôle des décideurs est de promouvoir et justifier leurs préférences individuelles, de les réévaluer et de les réorganiser dans la perspective de l'émergence d'un accord collectif,
- Le rôle du modérateur est d'explicitier les différentes règles qui structurent le processus de négociation, de dynamiser ce processus et de rendre constructif tout blocage éventuel,
- Le rôle des experts est de fournir des informations permettant de stimuler les débats (filières de gestion des rejets industriels, usages et dimensions du territoire,...) et de guider les décideurs dans l'utilisation de la méthode d'aide à la négociation (boîte à outils associé au SIG, analyse multicritères).

Les « joueurs » qui se définissent seuls face à la situation, la définition de leur personnage s'enrichissant, se clarifiant et se précisant au fil du processus de négociation, peuvent décider plus ou moins explicitement de s'associer en coalition selon leurs affinités, statuts socio-professionnels et intérêts.

9.2.2.5 Attribution des ressources

Les ressources incluent les moyens financiers, le temps disponible, les qualités personnelles (aptitude à l'écoute et à l'empathie, capacité de distinguer les influences admissibles et constructives, esprit créatif et pragmatique,...), les droits et libertés légaux, de même que les obligations (réglementations environnementales, règles d'aménagement,...), les marges de

risque acceptable (du point de vue de la responsabilité de la prise de décision), l'expérience et les connaissances (scientifiques et « vernaculaires ») de chaque acteur, ...

Les moyens financiers et le temps sont essentiels pour la réussite de la négociation dans le mesure où une négociation environnementale de cette importance peut s'étendre sur plusieurs années. Les ressources personnelles sont aussi primordiales notamment parce que, sur la durée, des acteurs (humains et/ou institutionnels) sortiront vraisemblablement du processus de négociation et d'autres y entreront.

Il n'est a priori pas nécessaire de définir plus précisément les ressources que chaque acteur apporte; il est en tout cas évident qu'elles sont fortement évoluées au cours du processus de négociation.

9.2.2.6 Traduction du modèle en termes de jeu

Il s'agit de déterminer :

- Le type de transactions que les décideurs pourront avoir entre eux (ce sont essentiellement les actions de modification sur les options et critères (tableau 9.4)),
- Le « système de comptabilité des arbitrages collectifs des préférences individuelles » qui s'appuie sur l'outil d'analyse multi-critères (§ 9.2.2.6) et surtout sur l'émergence collectivement conscientisée d'un consensuel,
- Eventuellement les rythmes du jeu en rapport avec la disponibilité des acteurs et le degré perçu d'urgence relative à l'adoption d'une solution.

Tableau 9.4 : Actions potentielles de modification des critères et options

Actions sur les options	Actions sur les critères
<ul style="list-style-type: none"> • définir des options issues d'une combinaison des options initiales, • modifier les options en se guidant par l'information cartographique (par exemple, changer la localisation des STEP, la taille des regroupements,...), • proposer des options auxquelles l'homme d'étude n'a initialement pas pensé. 	<ul style="list-style-type: none"> • modifier les critères (en ajouter, en supprimer, en agréger ou en désagréger) • modifier les notes des critères, • modifier les poids des critères, • modifier les indices de concordance et de veto.

A cela, s'ajoutent les règles structurant, d'une manière ou d'une autre, le déroulement de la négociation. Elles sont de plusieurs types :

- **Les règles de négociation :**

Elles concernent le cadre de négociation défini selon les choix stratégiques et ceux des techniques de négociation (choix abordés au § 9.1.3). A priori elles doivent être admises par les décideurs dont l'engagement à ce sujet n'est pas à vérifier : à n'importe quel moment, il leur revient d'accepter ou de refuser d'entrer dans un tel processus de négociation sachant que certains acteurs voudront sans doute observer avant de s'engager. Ces règles sont plus symboliques qu'applicatives dans la mesure où elles explicitent une philosophie de négociation plus qu'elles ne normalisent un comportement de négociation (ce sont en quelque sorte des postulats). Le modérateur est le garant du respect de cette philosophie. Ces règles sont les suivantes :

Règle N.1 :	Les décideurs sont en accord avec le principe de la recherche d'une solution consensuelle.
Règle N.2 :	Chaque décideur respecte le droit de parole des autres décideurs.
Règle N.3 :	Chaque décideur tente de comprendre sans jugement hâtif les préférences des autres décideurs.
Règle N.4 :	Chaque décideur fournit l'information à sa disposition.
Règle N.5 :	Chaque décideur accepte de se laisser raisonnablement influencé par les autres décideurs dans un contexte de confrontation coopérative (sur les informations, perceptions, valeurs et intérêts plus ou moins divergents).
Règle N.6 :	Chaque décideur cherche à accroître sa tolérance vis-à-vis de l'ambiguïté et de l'incertitude.
Règle N.7 :	Chaque décideur considère tout blocage comme une situation favorisant l'assimilation des différences de point de vue.
Règle N.8 :	Chaque décideur adopte les techniques de globalisation, d'élargissement et de transformation.
Règle N.9 :	Chaque décideur évite d'utiliser la force, l'autorité et la manipulation.
Règle N.10 :	Les experts adoptent une neutralité politique à défaut d'une neutralité scientifique.
Règle N.11 :	Le modérateur s'implique personnellement dans la dynamique de communication, mais pas directement dans la construction de la solution consensuelle.
Règle N.12 :	Toute règle peut être modifiée si l'ensemble des décideurs y sont favorables.

- **Les règles procédurales :**

Elles concernent les règles relatives à la mise en œuvre de la méthode d'aide à la négociation (figures 9.3 et 9.4). Elles guident la confrontation coopérative en proposant de scinder le

travail intellectuel en tâches : définition de la liste des critères d'évaluation ; définition des options prospectées ; réalisation de l'analyse multi-critères individuelle ; construction du noyau collectif ; résorption de l'incomparabilité des options du noyau collectif ; test de préférence consensuelle. Le respect de ces règles est du ressort du modérateur.

Un point relatif à la constitution de la liste des critères concerne la nécessité de cohérence de celle-ci : il est essentiel de respecter des exigences d'exhaustivité, de cohésion et de non-redondance dans le cadre de l'utilisation d'une méthode d'analyse multi-critères (Roy, 1985). Ces principes ont été justifiés dans la littérature sur l'analyse multi-critères ; dans la pratique d'une négociation telle que définie dans cette présente thèse, on peut s'attendre à ce que de tels « objectifs » soient plutôt définitivement atteints en cours de processus décisionnels grâce aux jeux d'influence entre les acteurs impliqués dans l'émergence d'une cohésion.

Les règles sont les suivantes :

Règle P.1 :	Les options sont analysées et discutées afin d'en extraire les nuisances, risques et atouts individuellement hiérarchisés selon une échelle des préférences individuelles.
Règle P.2 :	Les décideurs acceptent discuter et s'entendre sur des arbitrages entre les critères.
	<u>Règles de conception de la liste des critères :</u>
Règle P.3 :	La liste des critères est représentative des perceptions, valeurs et intérêts de tous les décideurs.
Règle P.4 :	La recherche de cohésion de la liste des critères tient compte de la précédente règle.
Règle P.5 :	La liste des critères obtient l'approbation de tous les décideurs et toute modification de cette liste implique l'aval de tous les décideurs.
	<u>Règles de construction des options :</u>
Règle P.6 :	La gamme des options initiales respecte partiellement ou totalement les principes de gestion des rejets évoqués au cours de la phase 2 du processus de négociation.
Règle P.7 :	Le nombre d'options est ni trop petit (pour fournir de la matière à débattre), ni trop grand (pour assurer la lisibilité des graphes de surclassement) : il pourrait être compris entre 10 et 15.
Règle P.8 :	La faisabilité anticipée des options est secondaire (dans la mesure où elle du ressort des décideurs).
	<u>Règles d'analyse multi-critères :</u>
Règle P.9 :	Les critères sont tous de « vrais critères » : une préférence est toujours stricte.
Règle P.10 :	Les amplitudes de variation des critères sont identiques (pour des raisons de compréhension).
Règle P.11 :	Le seuil de concordance est compris entre 0,5 et 1.
Règle P.12 :	Le seuil de veto est une constante.

Règle P.13 :	Chaque décideur est libre de modifier les valeurs des critères, leurs poids, les seuils de concordance et de veto (sachant que cette modification n'intervient qu'au niveau de sa propre analyse multi-critères).
	<u>Règles de construction du noyau collectif et de résorption de l'incomparabilité :</u>
Règle P.14 :	La construction du noyau collectif et la résorption de l'incomparabilité se déroulent dans l'esprit défini dans les règles de négociation.
	<u>Règles relatives au test de préférence consensuelle :</u>
Règle P.15 :	La préférence consensuelle pour l'option finale est sanctionnée par un vote à l'unanimité.

- **Les règles d'évolution :**

Elles permettent de tenir compte d'un changement au cours du temps.

Règle E.1 :	L'introduction d'une information nouvelle (modification réglementaire, meilleure connaissance scientifique,...) implique un retour aux phases a et/ou b.
Règle E.2 :	L'introduction d'un nouveau décideur implique un retour plus ou moins substantiel aux phases a et/ou b.
Règle E.3 :	Le départ d'un décideur implique éventuellement un retour dans l'une des phases a, b, d et e si les décideurs restant ne souhaitent pas que les préférences du décideur sortant soient prises en compte.

Ces règles peuvent être mises de l'avant par n'importe lequel des acteurs à partir du moment où un événement majeur produit un impact sur la maturation du processus de négociation (décideurs, modérateurs et experts).

- **Les règles d'aménagement :**

Elles guident les interventions sur le territoire dans la perspective de la gestion intégrée des rejets. Si les experts sont chargés de transmettre les connaissances relatives à ces règles aux décideurs, ce sont ces derniers qui doivent manipuler ces règles et non les experts ou le modérateur qui peut néanmoins prendre l'initiative de proposer des modifications dans la perspective de déclencher la critique constructive.

Règles normatives :

- Règle A.1 : Les décideurs respectent les cartes de veto (§ 9.3.1).
- Règle A.2 : Les espaces peuvent être utilisés pour plusieurs fonctions (résidentielle, commerciale, industrielle,...) pourvu que ces usages soient compatibles.
- Règle A.3 : Les usages de l'eau et ceux des sols sont considérés en tenant compte des impacts des uns sur les autres.
- Règle A.4 : Pour le choix d'emplacement (STEP, zone de regroupement,...), les décideurs devraient donner la priorité aux espaces vacants non construits et constructibles en zone industrielle, puis aux espaces construits et constructibles en zone industriel, puis aux espaces non construits et constructibles en zones commerciale et/ou résidentielle.
- Règle A.5 : Les activités générant des nuisances reconnues par la loi sont isolées par une zone tampon définie par un périmètre de sécurité. Les décideurs peuvent faire varier la largeur de cette zone tampon. A défaut, les décideurs peuvent fixer un périmètre de protection à l'intérieur, la zone ainsi circonscrite faisant l'objet d'un plan d'intervention d'urgence.
- Règle A.6 : Un projet d'aménagement devrait s'accompagner de mesures de mitigation s'il occasionne des nuisances, cela afin de limiter ces nuisances.
- Règle A.7 : Si un projet d'aménagement est situé en zone à risques naturelles (inondation, éboulement,...) et soumise à conditions restrictives de construction, on prévoit des mesures d'anticipation et de réduction des impacts associés à ces risques ; les zones veto à risques naturelles particulièrement élevés ne peuvent accueillir un projet d'aménagement.
- Règle A.8 : La construction de toute nouvelle infrastructure respecte les règles d'urbanisme en vigueur dans les plans d'occupation des sols des différentes communes : il est cependant possible d'entamer une procédure de modification du zonage, procédure entraînant éventuellement des démarches d'expropriation.
- Règle A.9 : Les zones résidentielles, récréatives, d'intérêt écologique, historique ou touristique (et les zones commerciales dans une moindre mesure) devraient être considérées comme des zones non négociables à moins que la fonction première de ces zones ne soit pas atteinte.
- Règle A.10 : Les véhicules transportant des matières dangereuses évitent de traverser des zones à forte concentration d'habitants ou écologiquement vulnérables : ils respectent notamment les points de passage obligé.

Règles relatives aux actions principales de modification des options :

- Règle A.11 : La gestion individuelle ne nécessite pas d'actions principales sur le territoire, mais des actions d'accompagnement internes au site d'un ETM (périmètre de protection, travaux de protection contre les inondations, bac de rétention,...).
- Règle A.12 : La gestion groupée implique les choix des regroupements d'ETM, de la localisation et de la construction de la STEP groupée et du réseau de canalisation.
- Règle A.13 : La gestion centralisée implique les choix d'une installation de traitement (ETM existant ou STEP neuve) et d'un parcours pour le transport routier.
- Règle A.14 : La gestion combinée implique une combinaison des choix évoqués aux règles A.11 à A.13.

• **Les règles techniques :**

Elles concernent les règles qui clarifient l'utilisation des outils que sont la méthode d'analyse multi-critères et la technologie SIG retenue (§ 9.2.2.8 et § 9.3). Elles sont plutôt prises en charge par les experts de ces outils d'aide à la décision. En principe les décideurs ne devraient

pas être informés en détail sur ces règles pour éviter de trop focaliser le processus de négociation sur des aspects relativement secondaires. Cependant ils doivent être informés des principes sous-jacents : la transparence est essentiellement pour le développement d'un climat de confiance entre tous les acteurs. Il n'est pas pertinent de définir ici ces règles qui correspondent au mode d'emploi des logiciels.

9.2.2.7 Mécanismes d'information du jeu

Il est nécessaire d'adopter des mécanismes progressifs de « chargement de l'information » (Mauriras-Bousquet, 1984) qui permettent aux décideurs de trouver aisément les règles et renseignements nécessaires, tout au long du processus de négociation. Pour cela, les éléments suivants sont rappelés :

- Les deux premières phases d'un processus de négociation sont associées à des SIRS (le système d'information territorial de la phase a et le système didactique de communication cartographique de la phase b (figure 9.2)) ; cela permet d'introduire les informations essentielles à la compréhension des principes des filières de la gestion des rejets industriels, filières mises dans le contexte de la Vallée de l'Ondaine,
- La flexibilité d'utilisation d'un SIRS et d'une méthode d'analyse multi-critères favorise l'extraction et la production d'information adaptée aux besoins du moment,
- Les experts doivent demeurer à la disposition des décideurs et adopter un discours approprié,
- Un guide pratique décrivant les règles qu'il est nécessaire de connaître, doit accompagner l'utilisation de la méthode d'aide à la négociation,
- Enfin le « chargement de l'information » doit bien entendu profiter de la relative lenteur d'un tel processus de négociation, lenteur qui favorise l'assimilation de l'information.

Un premier point à éclaircir est la distinction des concepts de base tels qu'employés dans le cadre spécifique au présent processus de négociation : le scénario, l'option, la filière, l'action et le risque (tableau 9.5).

Tableau 9.5 : Définition des concepts de base

Concepts de base	Description	Dimension
Scénario	Sous ce terme, on considère un scénario de négociation : les décideurs possèdent une marge de liberté individuelle et collective dans les limites définies par les règles stratégiques et techniques de négociation. Ces décisions sont de type comportemental et procédural : elles ne concernent pas directement le choix de l'option de gestion des rejets même si elles influencent significativement de choix.	Décisionnelle
Filières	Sous ce terme, on considère les process envisageables et génériques de gestion des rejets, ces process se caractérisant par des limites et atouts dans les dimensions technique, environnementale, économique, managériale, socio-politique et organisationnelle . On a par exemple les filières « gestion individuelle », « gestion centralisée », « gestion mobile », « gestion groupée ».	Technologique
Options	Sous ce terme, on considère les différentes possibilités de gestion des rejets, possibilités inscrites dans le territoire qui conditionne et motive le choix de l'option finale. Par exemple, on parle d'options « tout individuel », « tout collectif », « groupée maximisée », « combinaison n°1 (choix d'un lieu L1 d'installation de la STEP centralisée) », « combinaison n°2 (choix d'un lieu L2 d'installation de la STEP centralisée) »,...	Aménagiste
Actions	Sous ce terme on considère l'ensemble des actions que chaque décideur peut envisager selon le principe de l'essai-erreur : modification des options, critères, pondérations, seuils de concordance et veto, proposition d'options, de critères, (tableau 9.4).	« Actuelle »
Risques	Sous ce terme, on considère les méthodes de calcul OU d'estimation visuelle des risques spatialisés. Ces risques sont fonction de l'origine et de la nature de la source de pollution, des conditions de propagation et des caractéristiques de la cible potentielle. Lorsqu'on les calcule, on obtient des indicateurs de risque résultant du produit entre une vulnérabilité et un aléa.	Cindynique

9.2.2.8 Identification et fabrication du matériel

Le matériel utilisé comprend essentiellement :

- **Une licence Electre 1S** (version améliorée d'Electre 1 avec notamment introduction de la notion de pseudo-critères). Cette version a été retenue parmi les méthodes d'analyse multi-critères (Maystre et al, 1994, Maystre et al, 1999) car :
 - La problématique à résoudre s'apparente à une problématique $P.\alpha$: « la problématique du choix $P.\alpha$ consiste à poser le problème en termes de choix d'une seule « meilleure » action, c'est-à-dire à orienter l'investigation vers la mise en évidence d'un sous-ensemble A' de A aussi restreint que possible, conçu pour éclairer directement le décideur sur ce que doit être l'issue du prochain temps fort et ce compte-tenu du caractère éventuellement

révisable et/ou transitoire de A (Roy, 1985) ». Il s'agit en effet de proposer un outil d'aide à la négociation qui participe à la réduction des incertitudes sur les préférences (en supprimant les options surclassées : « A – A' ») et à la résolution de l'ambiguïté sur les préférences (en focalisant les débats sur les options appartenant au noyau A'). Cet argument explique pourquoi la méthode d'analyse hiérarchique multi-critères (Saaty, 1984) n'a pas été choisie : étant à agrégation totale, elle ne permet pas de visualiser les ambiguïtés.

- C'est la plus simple des méthodes d'analyse multi-critères à agrégation partielle ; or la simplicité des outils est une nécessité pour des acteurs non-initiés qui n'ont pas le temps d'assimiler la philosophie et les modalités d'utilisation. La recherche de cette simplicité élimine une entrave à l'appropriation du processus de négociation par les acteurs : en effet la complexité peut accroître la méfiance des acteurs qui se sentent en quelque sorte dépossédés de leur pouvoir de décision (notons que les indices de concordance et de veto ne sont cependant pas forcément très faciles à appréhender). En revanche, cette simplicité peut aboutir sur des résultats inexploitable (un noyau comprenant peu ou trop peu d'options). La prise en compte de ce principe implique que nous ne considérons que des « vrais critères » (préférence stricte), que les amplitudes de ces critères sont identiques (ce sont des notes), que les seuils de veto sont des constantes et que l'analyse de robustesse ne doit pas être effectué par le logiciel, mais par les décideurs eux-mêmes au travers des débats (on ne retient des résultats d'Electre 1S que le graphe initial et non les graphes consolidé et final).
- Par ailleurs la complexité a tendance à favoriser le port de l'attention des acteurs sur les aspects techniques du processus décisionnel alors que l'attention doit demeurer sur les mécanismes d'influence entre acteurs et les objectifs de résolution du processus décisionnel (les ouvrages traitant de ces méthodes en contexte de négociation mettent d'ailleurs beaucoup l'accent sur les outils au détriment des règles de négociation ; or ces outils ne devraient pas être considérés comme des outils d'aide à la décision, mais plutôt comme des outils d'aide à la communication entre les acteurs parce qu'il importe de favoriser le contact et l'échange directs).
- Enfin on a besoin d'un outil qui permet de mettre l'emphase sur les ambiguïtés et les incertitudes stimulant l'argumentation, et non d'un outil d'aide à la décision dans son sens

strict. A cet effet, la représentation graphique permet de visualiser, de manière synthétique, le système de préférences individuelles de chaque décideur : cette représentation s'apparente d'ailleurs fortement à la notion de carte cognitive définie comme « une représentation graphique de la représentation mentale que le chercheur se fait d'un ensemble de représentations discursives énoncées par un sujet [le décideur] à partir de ses propres représentations cognitives, à propos d'un objet particulier » (Cossette, 1994) à ceci près que le sujet produit lui-même cette carte en étant aidé par la méthode d'aide à la négociation et les autres acteurs.

- Par ailleurs, le choix d'une méthode d'analyse multi-critères dans un contexte de négociation ne signifie pas que cette méthode ne peut être employée dans d'autres contextes décisionnels comme la planification (Laaribi, 2000). Cependant il nous semble utile de préciser que les modalités d'utilisation d'une telle méthode peuvent varier en fonction de la nature du contexte décisionnel.

- **Une licence Arc-Info et une licence Arcview** : ces SIG interviennent dans le processus par :

- La structuration des données géoréférencées,
- La visualisation synoptique et multiscalaire des dimensions caractéristiques du territoire et des options de gestion collective,
- La mise à disposition d'une "boîte à outils" d'analyse spatiale (§ 9.3) : calcul de distance (réseau d'assainissement industriel, raccordement au réseau routier, longueur de parcours routier), analyse des compatibilités d'usage du sol (interférences, périmètre de sécurité), simulation d'écoulements, ...
- La participation à l'évaluation globale des options de gestion : l'application SIG permet de mieux évaluer les préférences individuelles traitées par l'analyse multi-critères (AMC),
- La modification des options de gestion collective (déplacement d'objets spatiaux et modification des combinaisons d'options de gestion collective).

Les techniques de négociation retenues (la globalisation secondée par l'élargissement et la transformation (§ 9.1.3)) procèdent d'un esprit systémique et de ce fait un SIG est très pertinent car ses fortes capacités de stockage, de traitement spatial et de visualisation des

données caractérisant un territoire correspondent aux besoins générés par une approche systémique.

9.2.2.9 Validation du jeu

Une validation complète du jeu inclut les vérifications suivantes auprès d'un groupe de décideurs bénévoles : « les règles, ni trop strictes, ni trop lâches, ne se contredisent pas et ont été bien comprises ; le jeu est bien articulé et les temps prévus ni trop courts, ni trop longs ; les ressources sont suffisantes et réparties de façon adéquate ; le système d'arbitrage collectif des préférences individuelles est satisfaisant ; les participants jouent aisément leur rôle et y prennent plaisir ; certains joueurs sont restés inactifs pendant le jeu [il n'y a pas appropriation du jeu] ; l'objectif recherché est atteint » Mauriras-Bousquet (1984).

Compte tenu de la durée d'un processus typique de négociation territoriale (environ 10 ans), nous proposons la méthode de vérification suivante : d'une part, « l'instanciation » des principes de la négociation coopérative qui, pour une problématique donnée (la gestion des rejets industriels dans le bassin versant de l'Ondaine), correspond à la définition concrète des composantes du jeu de rôle, démontre qualitativement la pertinence de ces principes et, en corollaire, des concepts évoqués en partie A (présence et résolution de l'ambiguïté, qualité et rôle de l'information). D'autre part, une simulation de négociation est développée en s'appuyant sur des profils d'acteurs certes fictifs, mais justifiés (§ 9.4). Enfin, une analyse qualitative de pertinence entre le guide d'aide à la pratique des SIRS (§ 5) et cet étude de cas est effectué (§ 9.3).

9.2.2.10 Résumé des principales composantes

Le tableau 9.6 présente les principales composantes nécessaires au bon déroulement jeu et les différences et ressemblances entre les besoins spécifiques au processus de négociation et ceux caractéristiques d'un jeu de rôle classique.

Tableau 9.6 : Correspondances entre jeu de rôle et méthode d'aide à la négociation

Composantes d'un jeu de rôle*	Adaptations aux spécificités du SCSA	Remarques en rapport avec la définition classique d'un jeu de rôle (jdr) **
Règles du jeu	<ul style="list-style-type: none"> - règles de négociation (coopération, globalisation, paquet et élargissement) - règles procédurales (étapes de la méthode d'aide à la négociation) - règles d'évolution (nouvelles informations, entrée ou sortie de décideurs) - règles d'aménagement (règles normatives et actuelles) - règles techniques (AMC et boîte à outils des SIG) 	<p>= l'approche est gagnante / gagnante</p> <p>≠ jdr : confrontation informelle guidée par le meneur de jeu et concernant les joueurs et des adversaires fictifs</p> <p>≠ jdr : pas de contraintes externes, les règles d'évolution à négocier à l'interne</p> <p>≠ jdr : implicites, guidées par le profil des personnages et/ou imposées par le meneur de jeu</p> <p>≠ jdr : capacités implicites d'analyse de la situation par les joueurs avec l'aide du meneur de jeu</p>
Scénario	<ul style="list-style-type: none"> - étape initiale et initiatrice du scénario présentée à l'aide d'une application SIG (options initiales) - suite du scénario construite par les acteurs (les décideurs aidés du modérateur et des experts), - développement du scénario guidé par des cartes de veto précisant les zones non négociables, - détermination a priori, mais modifiables des actions (tableau 9.4) 	<p>≠ jdr : scénario connu à l'avance par le meneur de jeu</p> <p>≠ jdr : actions suggérées par le meneur de jeu</p>
Plan	Plan de progression dans « l'espace » de négociation	≠ jdr : plan de progression sur le terrain
Joueurs	Les décideurs	≠ jdr : les décideurs n'ont pas le dernier mot
Meneur de jeu	Le modérateur (stimule et modère les débats sans connaître a priori l'évolution du scénario)	≠ jdr : un seul meneur de jeu qui est le seul à connaître le scénario
Personnages	Tous les décideurs jouent leur propre rôle se précisant au fil du jeu : la fiche descriptive des personnages se conçoit avec les données et les résultats itératifs de chaque AMC	≠ jdr : fiche descriptive des personnages connue à l'avance et en principe non modifiable
Ecran du meneur	Tous les joueurs ont leur propre écran provenant du caractère incertain et ambigu de la position de chacun (information non fournie, préférences hésitantes)	≠ jdr : a priori seul le meneur de jeu a un tel écran pour garder secret le scénario
Dés (fonction aléatoire)	<ul style="list-style-type: none"> - ambiguïté et incertitude gérées par l'emploi des fonctions de la boîte à outil, par l'outil AMC et ses résultats individuels, - fonction principale de la dialectique d'un débat (interaction entre les décideurs) 	≠ jdr : hasard et interprétation prédéterminée par le meneur de jeu
Encadrement	AMC, SIG, liste exhaustive des critères, options initiales, cartes veto, règles du jeu, experts et modérateur	
Provisions	Du temps à consacrer ainsi que des moyens financiers	= idem au jdr

* : ces composantes sont issues de la liste proposée par Moreau (2000) en respectant la terminologie des jeux de rôle, *différente* de celle d'un processus de négociation; ** : le « = » et le « ≠ » signifient respectivement la conformité et la non-conformité avec les principes classiques d'un jeu de rôle

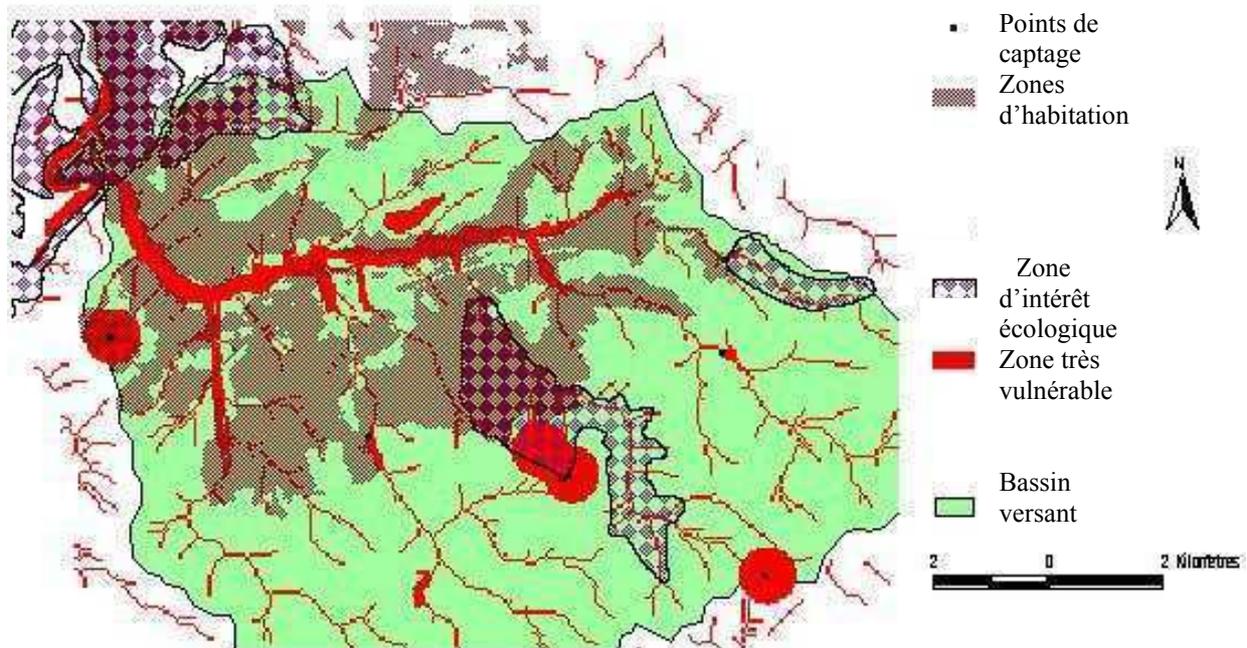
9.3 Définition des critères d'évaluation et des options à évaluer

Trois catégories d'information (cartographique, tabulaire et/ou textuelle) sont nécessaires :

- **L'information relative aux veto** : elle concerne ce qui n'est pas négociable et guide la modification des options prospectées,
- **Les critères de négociation** : ils caractérisent les enjeux de la négociation et sont à la base de l'évaluation des préférences,
- **L'information sur les options** : elle propose des organisations territoriales de la gestion des rejets selon les différentes filières envisageables et les atouts et faiblesse du territoire.

9.3.1 Information de veto

Cette information concerne à la fois certaines règles d'aménagement (§ 9.2.2.6) et une carte de veto : cette dernière (carte 9.8) est construite par superposition de couvertures « veto » (temps de transfert hydrogéologique très élevé, habitat ou intérêt historique, et ZNIEFF).



Carte 9.8 : Exemple de carte de veto

Une information est de type veto soit parce qu'elle exprime une interdiction imposée par la loi, soit parce que l'ensemble des décideurs s'entendent pour qu'elle soit considérée comme

telle. Cependant, il faut signaler que plus l'information de veto est importante, plus la marge de négociation risque d'être faible : ainsi un contexte réglementaire trop contraignant peut bloquer le développement du processus de négociation (dans ce cas, ce n'est pas la méthode d'aide à la négociation, mais le contexte décisionnel qui est à remettre en question).

9.3.2 Critères de négociation

En principe, il est nécessaire de négocier sur la liste des critères à retenir pour construire des options adaptées au nombre d'ETM qui auront positivement répondu au débat précédemment initié. Il est de notre ressort de proposer une liste exhaustive de critères sachant cependant que nombre de critères ne pourront être pris en compte par manque de données (il est dans les objectifs d'une négociation que de produire de l'information *au cours* de ce processus).

Tableau 9.7 : Considérations relatives à la gestion des rejets industriels

<p>Considérations techniques (CT) :</p> <p>1) T1 : Performance technique d'épuration des équipements</p> <p>2) T2 : Disponibilité de l'assistance technique</p> <p>3) T3 : Adaptabilité industrielle des équipements d'épuration aux procédés de production</p> <p>4) T4 : Composition physico-chimique et volumique des rejets</p> <p>5) T5 : Pertinence opérationnelle relative à la facilité d'opérationnalité des équipements d'épuration</p> <p>6) T6 : Composition physico-chimique et volumique des déchets</p> <p>Considérations économiques :</p> <p>7) F1 : Investissement en terme de capacité financière de l'entreprise (temps de retour)</p> <p>8) F2 : Coûts de fonctionnement en rapport avec les prix de revient</p> <p>9) F3 : Potentialités de valorisation économique</p> <p>10) F4 : Génération d'économies d'échelle</p> <p>11) F5 : Génération de déséconomies d'échelle</p> <p>Considérations managériales :</p> <p>12) M1 : Résistance des PME à l'innovation</p> <p>13) M2 : Accès à l'information et la formation</p> <p>14) M3 : Impact sur l'image de marque</p> <p>15) M4 : Flexibilité fonctionnelle par rapport à la marge de liberté sur l'acceptation des commandes de clients</p>	<p>Considérations environnementales :</p> <p>16) E1 : Impacts sur le fonctionnement des infrastructures d'assainissement</p> <p>17) E2 : Impacts sur la qualité de l'air</p> <p>18) E3 : Impacts sur la qualité des sols</p> <p>19) E4 : Impacts sur la qualité de l'eau (milieu récepteur)</p> <p>20) E5 : Sensibilité biologique</p> <p>21) E6 : Impacts sur la santé humaine</p> <p>22) E7 : Génération de nuisances</p> <p>Considérations urbanistiques :</p> <p>23) U1 : Localisation des établissements</p> <p>24) U2 : Disponibilité d'espace vacant</p> <p>25) U3 : Compatibilité des usages du sol</p> <p>26) U4 : Capacités des réseaux de transport et d'assainissement</p> <p>Considérations socio-politiques :</p> <p>27) S1 : Contraintes réglementaires</p> <p>28) S2 : Acceptabilité sociale du projet</p> <p>29) S3 : Degré d'engagement institutionnel</p> <p>30) S4 : Impacts sur la qualité des relations avec les parties intéressées</p> <p>Considérations organisationnelles :</p> <p>31) O1 : Contraintes issues de la collaboration dans le montage du projet</p> <p>32) O2 : Facilité de coordination entre les différents acteurs impliqués dans les tâches de gestion des rejets</p>
---	--

A partir de la bibliographie relative aux projets de gestion des rejets industriels (annexe B), une liste supposée exhaustive de considérations de faisabilité est présentée ci-dessous (annexe B). Ces considérations (tableau 9.7) ne sont pas et ne peuvent pas forcément être indépendantes les unes des autres, soit parce qu'elles sont liées par un lien de causalité, soit parce que leur signification se rejoint partiellement.

Nous justifions la prise en compte effective des considérations de la manière suivante (sachant que l'accent est mis sur les déversements accidentels) :

- **La performance technique** n'est pas prise en compte dans la mesure où elle intervient plutôt au niveau de la pollution chronique.
- **L'adaptabilité industrielle** n'est pas prise en compte car elle n'apparaît pas comme un critère discriminant des options collectives (au contraire des options individuelles qui peuvent avoir des conséquences sur la structure et le fonctionnement des procédés industriels : ce critère est cependant jugé secondaire).
- **L'assistance technique** (T2) intervient dans le calcul de la probabilité d'occurrence d'un déversement accidentel : plus cette assistance est présente, plus la probabilité est faible. Un système de notation est proposé pour le calcul de cette probabilité.
- De même pour **la pertinence opérationnelle** (T5) : plus les équipements sont faciles à manipuler, plus la probabilité sera faible.
- **La compatibilité physico-chimique des rejets** est un facteur crucial pour la faisabilité des traitements collectifs (cependant l'absence d'information ne permet pas de tenir compte de ce critère : une étude poussée devra être réalisée au cours du processus de négociation).
- **Les contraintes liées aux déchets** sont ignorées : on suppose qu'en sortie de STEP (individuelle, groupée ou centralisée), les déchets sont inertes.
- Les besoins en **investissements** (F1) sont une donnée cruciale pour des PME qui peuvent difficilement se projeter sur le long terme : nous en tenons compte dans la mesure des informations disponibles, c'est-à-dire en proposant aux décideurs de produire une note évaluative de ces coûts.
- **Les coûts de fonctionnement** sont aussi essentiels, mais difficiles à évaluer. Nous les évoquerons qualitativement au travers des économies d'échelle en calculant la rapport du

nombre d'entités traitantes (ETM, STEP centralisées ou groupée) sur le volume total à traiter (supposé proportionnel aux effectifs des entreprises).

- **La valorisation économique** correspond à un objectif bien plus contraignant que le « simple » traitement des rejets : même si nous n'en tiendrons pas compte, ce critère peut s'avérer important en cours de négociation et devra alors faire l'objet d'études de marché appropriées.
- Si **les économies d'échelle** (F5) peuvent être « objectivement » évaluées par un calcul numérique (quoique de manière très imprécise), les **déséconomies d'échelle** représentent des impacts trop complexes pour être traitées autrement que par une notation à la charge des décideurs selon leurs perceptions de ce concept appliqué au cas de l'Ondaine, par conséquent selon leur connaissance du milieu (ces décideurs étant au préalable informés de la signification de ce concept : impact sur la circulation routière, la valeur foncière,...).
- L'éventuelle **résistance à l'innovation** est une considération qui devrait être prise en compte au cours des débats (nous n'en tiendrons formellement pas compte).
- **L'accessibilité à l'information et la formation** (M2) devrait intervenir dans le calcul des probabilités de déversement des rejets.
- **L'impact sur l'image de marque** des décideurs est une considération qui devrait être prise en compte au cours des débats (nous n'en tiendrons formellement pas compte).
- **La flexibilité fonctionnelle** (M4), essentielle à la survie des PME qui doivent être capables de s'adapter à la variabilité des commandes, est essentielle : elle fera l'objet d'une notation par les décideurs.
- **La détérioration des infrastructures publics d'assainissement** (E1) n'est pas un critère discriminant des options collectives puisque, quelque soit l'option collective, le rejet est dévié de son cheminement classique (le réseau d'égout). Par contre elle est un facteur négatif pour la gestion individuelle : une notation est proposée pour prendre en compte.
- Nous concentrons nos efforts sur la **qualité de l'eau** (E4) en considérant comme secondaire les **impacts sur la qualité de l'air, des sols, la génération de nuisances et la santé humaine et la sensibilité biologique**. Cependant certains impacts sont indirectement pris en compte : la génération des nuisances est évoquée au travers de l'acceptabilité sociale ; la sensibilité biologique est illustrée par les cartes de ZNIEFF et de connaissance du milieu. La qualité de l'eau intervient dans le calcul des risques de déversement qui font l'objet d'une analyse multi-critères destinée à permettre d'intégrer les différents indicateurs de risques (ETM, STEP, transport routier, canalisation,...). Par ailleurs un critère **d'équité sur la répartition spatiale des impacts sur la qualité de**

l'eau (E4'') est proposé : il est caractérisé par une note choisie par les décideurs auxquels sont présentées les cartes de risques pour chaque option.

- **La localisation des ETM** (U1) est une constante qui en fait une contrainte.
- **La disponibilité de l'espace vacant** (U2), mais aussi de l'espace pouvant faire l'objet d'une réhabilitation industrielle est obtenue à partir d'une interprétation du plan d'occupation des sols et de la carte d'occupation réelle du sol. Elle intègre aussi la connaissance du milieu par les décideurs. Elle fait l'objet d'une notation.
- **La compatibilité des usages du sol** (U3) est visualisable avec la carte d'occupation réelle du sol, les cartes de connaissance du milieu, de localisation des ZNIEFF, des enjeux paysagers et le POS. Elle fait l'objet d'une notation (une analyse multi-critères à agrégation totale permet d'obtenir une note globale).
- **Les capacités des réseaux de transport et d'assainissement** étant difficile à expliciter, elles ne sont pas prises en compte, mais devraient faire l'objet d'une étude en cours de processus de négociation.
- **Les contraintes réglementaires** (S1) font partie intégrante des règles d'aménagement (§ 9.2.2.6). Elles font l'objet d'une note.
- **L'acceptabilité sociale** (S2) est en partie illustrée par la carte des unités visuelles superposée avec celle de l'occupation réelle des sols. Elle fait l'objet d'une note évaluative.
- **Le degré d'engagement des pouvoirs publics** devant demeurer du domaine de la négociation pure, nous n'en tiendrons pas compte.
- De même pour **l'impact sur la qualité des relations** entre les parties intéressées.
- **Les contraintes de collaboration** sont du domaine exclusif des débats informels.
- **La facilité de coordination** (O2) devrait intervenir dans le calcul des probabilités d'occurrence d'un déversement. Une note doit leur être consacrées car elle intervient aussi sur la marge de liberté d'entreprendre des PME.

Le tableau 9.8 ci-après résume les critères retenus et leur modalité de traitement.

Tableau 9.8 : Critères et modalités de traitement

Critères *	Question du critère	Modalités de traitement	Amplitude de variation
T2 : Assistance technique (+)	L'option assure-t-elle mieux les moyens humains (analyse bio-chimique, conseil) d'une bonne gestion technique des rejets ?	Voir système d'agrégation des facteurs d'occurrence d'un déversement (§ 9.3.2.1) La note finale Ndysf est composée d'une note d'évaluation affectée à chaque facteur d'occurrence. Ces notes sont établies par jugement qualitatif des décideurs.	Résultat normalisé variant de 0 à N***
T5 : Pertinence opérationnelle (+)	L'option possède-t-elle une meilleure pertinence opérationnelle (facilité d'opérationnalisation des équipements)?		
M2 : Accès à l'information (+)	L'option s'accompagne-t-elle d'un meilleur accès à l'information et à la formation ?		
O2 : Facilité de coordination (+)	L'option est-elle plus de facile à coordonner dans la gestion quotidienne des activités de traitement des rejets ?		
F1 : Investissements (-)	L'option implique-t-elle plus d'investissement ?	Note d'évaluation établie par approximation qualitative des décideurs en fonction de leur connaissance des coûts**	Entre 0 et N
F4 : Economies d'échelle (+)	L'options génère-t-elle plus d'économies d'échelle ?	Rapport du nombre d'entités traitantes sur le volume total (§ 9.3.2.2) **	Résultat normalisé variant 0 et N
F5 : Déséconomies d'échelle (-)	L'option produit-elle de plus grandes déséconomies d'échelle ?	Note d'évaluation établie par jugement qualitatif des décideurs en fonction de leur connaissance du milieu**	Entre 0 et N
M4 : Flexibilité fonctionnelle (+)	L'option favorise-t-elle une plus grande la flexibilité fonctionnelle ?	Note d'évaluation établie par jugement qualitatif des décideurs en fonction de leur connaissance du fonctionnement d'une PME.	Entre 0 et N
E1 : Impact sur réseau d'égout (-)	L'option risque-t-elle de générer plus d'impacts négatifs sur les infrastructures d'assainissement ?	Note d'évaluation établie par jugement qualitatif des décideurs en fonction de leur connaissance sur le milieu, les infrastructures et la nature des rejets**	Entre 0 et N
U1 : Localisation des ETM (+)	L'option est-elle plus compatible avec la localisation des établissements en terme de répartition spatiale ?	Note d'évaluation établie par jugement qualitatif des décideurs sur le rapport entre répartition spatiale et faisabilité des options de gestion des rejets.	Entre 0 et N
U2 : Espace vacant et réhabilitable (-)	L'option exige-t-elle plus d'espace vacant devant être disponible ?	Note d'évaluation établie par jugement qualitatif des décideurs sur le rapport entre les besoins en espace vacant et l'espace disponible.	Entre 0 et N
U3 : Compatibilité des usages (+)	L'option est-elle plus compatible avec les usages des sols situés à proximité ou en aval ?	Note d'évaluation issue d'une analyse multicritères à agrégation totale (voir système d'agrégation des facteurs de compatibilité des usages : § 9.3.2.3).	Entre 0 et N
S1 : Contraintes réglementaires (-)	L'option se heurte-elle plus aux contraintes réglementaires ?	Note d'évaluation établie par jugement qualitatif des décideurs selon leur connaissance de la réglementation.	Entre 0 et N
S2 : Acceptabilité sociale (+)	L'option peut-elle être plus facilement acceptée par les populations environnantes ?	Note d'évaluation établie par jugement des décideurs après visualisation des cartes croisées des unités visuelles et de l'occupation réelle du sol (§ 9.3.2.4).	Entre 0 et N
E4 : Impacts sur la qualité de l'eau par une source statique (-)	L'option risque-t-elle de générer plus d'impacts négatifs sur la qualité de l'eau à partir d'une source statique (ETM et/ou STEP)?	Voir système d'intégration des indicateurs de risques fragmentés (§ 9.3.2.5)	Résultat normalisé pour varier entre 0 et N
E4' : Impacts sur la qualité de l'eau par une source mobile (-)	L'option risque-t-elle des générer plus d'impacts négatifs sur la qualité de l'eau à partir d'une source mobile (transport routier et canalisation) ?	Longueur du parcours pondéré avec d'une impédance de vulnérabilité et d'aléa (§ 9.3.2.6).	Résultat normalisé pour varier entre 0 et N
E4'' : Equité spatiale des impacts sur la qualité de l'eau (+)	L'option permet-elle plus d'équité dans la répartition spatiale des risques ?	Note d'évaluation à partir de la visualisation des cartes de risques.	Entre 0 et N
O2 : Facilité de coordination (+)	L'option est-elle plus de facile à coordonner dans la gestion quotidienne des activités de traitement des rejets ?	Note d'évaluation établie à par jugement qualitatif des acteurs selon leur connaissance des contraintes de coordination.	Entre 0 et N

* + (ou -) signifie que la valeur croît avec (ou à l'inverse de) la préférence exprimée. ** ces critères pourraient faire l'objet, en cours de négociation, d'une quantification (analyse économique, étude d'opinion, étude d'impact). *** N est une constante entière et naturelle.

Un poids est affecté à chacun de ces critères et varie entre 0 et 100, sachant que la valeur 0 signifie que le critère est jugé non pertinent par le décideur.

9.3.2.1 Système d'agrégation des facteurs d'occurrence d'un déversement

Ce système est une simple analyse multi-attributs (soit multi-critères à agrégation totale ou encore moyenne de notes pondérée : a, b, c et d) du type :

$$\mathbf{Ndysf} = (\mathbf{a} \cdot \mathbf{T2} + \mathbf{b} \cdot \mathbf{T5} + \mathbf{c} \cdot \mathbf{M2} + \mathbf{d} \cdot \mathbf{O2}) / (\mathbf{a} + \mathbf{b} + \mathbf{c} + \mathbf{d})$$

$$\begin{array}{l} \text{Avec :} \quad 0 \leq T2, T5, M2, O2 \leq N \\ \quad \quad 0 \leq a, b, c, d \leq 100 \end{array}$$

Cette méthode a été retenue parce que son utilisation est simple et sa compréhension, « naturelle ». De plus, l'objectif global (estimer l'occurrence d'un déversement) étant homogène, il n'est pas nécessaire d'employer une méthode multi-critères à agrégation partielle dont l'un des intérêts réside dans la prise en compte d'objectifs plus ou moins contradictoires. Enfin, cette estimation étant essentiellement qualitative, l'emploi de méthodes d'analyse quantitative n'est pas justifié.

9.3.2.2 Calcul de l'indicateur d'économie d'échelle

$$\mathbf{F4} = [\mathbf{Ntraitant}] / [\mathbf{Volume}]$$

avec [Ntraitant] : nombre d'entité traitant les rejets (ETM, STEP groupées ou/et centralisées). Nous admettons l'hypothèse selon laquelle le volume total produit par les ETM [Volume] est proportionnel à l'effectif.

Pour normaliser F4 de telle sorte que $F4n \in [0, N]$, sachant que $F4 \in [Netm/Neff, 1/ Neff]$ avec Neff : nombre d'effectif et Netm : nombre d'ETM, on doit convertir F4 avec l'équation suivante :

$$F4n = [(N \times Neff) / (1 - Netm)] \times F4 + N \times Netm / (Netm - 1)$$

Cet indicateur ne donne qu'une idée approximative des économies d'échelle : au cours du processus de négociation, devrait être lancée une analyse économique plus substantielle.

9.3.2.3 Système d'agrégation des facteurs de compatibilité des usages

On définit trois notes associées à ces facteurs de compatibilité des usages : celle-ci concerne autant les conflits d'usage autour des sources statiques de pollution (ETM, STEP) que ceux autour des sources mobiles de pollution (parcours routier et canalisation).

- U3.1 : Note par rapport à l'occupation réelle du sol
- U3.2 : Note par rapport au plan d'occupation du sol
- U3.3 : Note par rapport à l'intérêt écologique du territoire
- U3.4 : Note par rapport aux enjeux paysagers

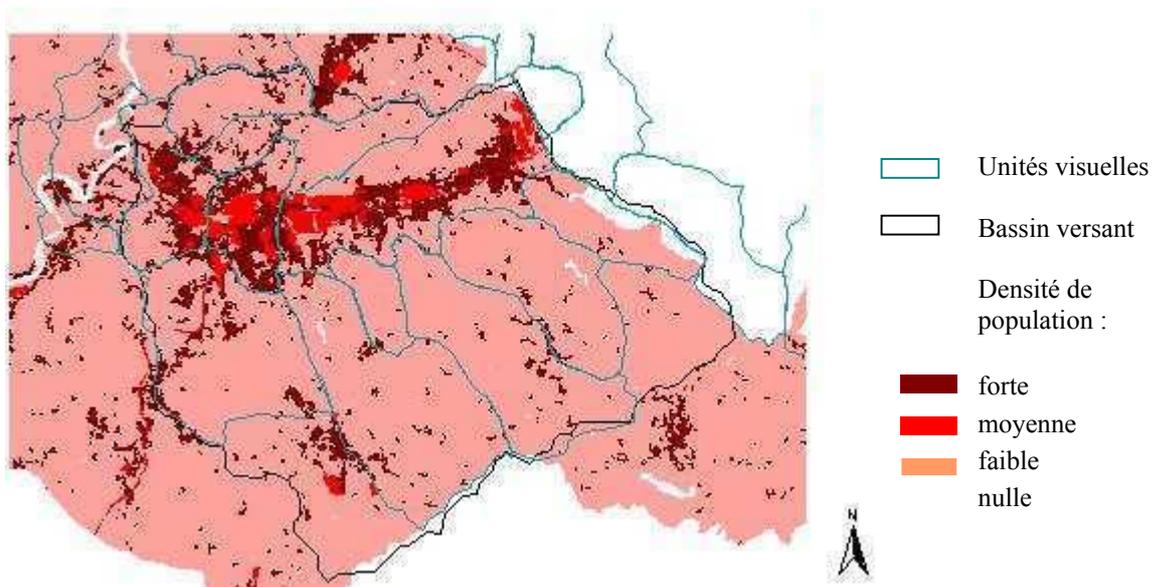
$$U3 = (\alpha \cdot U3.1 + \beta \cdot U3.2 + \gamma \cdot U3.3 + \delta \cdot U3.4) / (\alpha + \beta + \gamma + \delta)$$

$$\begin{array}{l} \text{Avec :} \quad 0 \leq U3.1, U3.2, U3.3, U3.4 \leq N \\ \quad \quad 0 \leq \alpha, \beta, \gamma, \delta \leq 100 \end{array}$$

Les informations utilisées sont représentées par les cartes de l'annexe E.1 (cartes E.1.1 à E.1.4). Cette méthode a été retenue pour les mêmes raisons que celles évoquées pour le système d'agrégation des facteurs d'occurrence d'un déversement (§ 9.3.2.1).

9.3.2.4 Méthode d'estimation de l'acceptabilité sociale

Une note d'évaluation est établie par les décideurs qui visualisent la carte issue du croisement des cartes des unités visuelles et de l'occupation réelle du sol. Cette dernière carte (carte 9.9) est modifiée approximativement dans sa légende de telle sorte que les polygones représentent un indicateur de densité (indicative) de population en terme d'occupation ou d'utilisation (du rouge foncé pour les zones très denses au blanc pour les zones très peu denses). Les unités visuelles permettent d'indiquer dans quelle mesure une installation de grande dimension peut détériorer le paysage.



Carte 9.9 : Densité de population (estimation) et unités visuelles

9.3.2.5 Système d'intégration des indicateurs de risques fragmentés (source statique)

Le calcul d'un risque peut se formaliser à l'aide des relations symboliques suivantes :

$$[\text{Risque}] = [\text{Aléa}] * [\text{Vulnérabilité}]$$

$$\text{avec } [\text{Aléa}] = [\text{Occurrence}] * [\text{Intensité}]$$

Où :

[Risque] : « danger éventuel plus ou moins prévisible » (dictionnaire Petit Robert),

[Aléa] : événement ou phénomène plus ou moins prévisible (Guarnieri, 1995) se caractérisant par une intensité et une occurrence spatio-temporelle (Chatain, 2000),

[Vulnérabilité] : niveau de conséquence plus ou moins prévisible d'un phénomène naturel (ou anthropique) sur les enjeux (Manche, 1997), un enjeu étant ce qui est susceptible d'être affecté par un phénomène naturel ou anthropique (M.A.T.E., 1997),

* : symbolise une notion de croisement plus ou moins complexe entre des facteurs.

Il n'est sans doute pas dans le propos de cette thèse que de discuter, de manière approfondie, sur le bien fondé scientifique des calculs de risque présentés ci-après : en effet la notion de risque est complexe à appréhender et difficile à formaliser (Cligniez, 1999, Manche, 1998,

Guarnieri, 1995) si bien qu'elle fait en elle-même l'objet de nombreux travaux de recherche. Cependant le contexte décisionnel particulier (la négociation coopérative) permet de cadrer la pertinence des résultats issus de ces calculs (§ 10.3).

Les calculs de risques dépendent de la source et du vecteur de propagation du déversement potentiel (tableau 9.9). On parle de source statique pour les ETM et les STEP et de source mobile pour le camion. Deux types de vecteur de propagation sont envisagés : par le sol sur où à travers lequel le déversement s'écoule selon le chemin de plus forte pente (écoulement gravitaire non contraint) et via les canalisations (écoulement gravitaire contraint par la direction des canalisations). Dans tous les cas, la cible est le milieu aquatique (d'autres cibles sont cependant envisageables : usages agricoles, habitat,...).

Les hypothèses suivantes permettent de simplifier les calculs :

- Le système de traitement des rejets en gestion groupée permet d'éviter les déversements au sol au niveau des ETM ; de plus les canalisations sont supposées conçues pour éviter les fuites. Par conséquent, en gestion groupée, les risques de déversement sont considérés comme peu significatifs au niveau des ETM et des canalisations : le calcul des risques concerne le déversement éventuel au niveau de la STEP groupée (il y a concentration de volume de rejets).
- En gestion centralisée, le professionnalisme du personnel chargé de la manipulation des rejets permet de supposer que le risque de déversement au sol au niveau des ETM est proche de zéro. Par contre les risques de déversement liés à un accident routier doivent être calculés car les conditions de sécurité lors du transport routier dépendent d'impondérables externes aux activités de gestion des rejets. En tout cas, le risque déversement dans le réseau d'assainissement est nul car la gestion centralisée suppose que l'on dévie physiquement le flux de rejets d'un quelconque système d'assainissement.
- La configuration spatiale et topographique du territoire, la localisation des ETM et le nombre de déversoirs du collecteur sont telles que les déversements au sol et

ceux dans le réseau d'assainissement suivent approximativement la même direction et donc atteignent sensiblement le même point-exutoire.

- Si les rejets représentent un risque significatif de pollution, on considère que les déchets générés par le traitement des rejets sont internes et ne génèrent donc pas de risques de pollutions.

Tableau 9.9 : « Scénarii » de déversement selon les filières

Type de déversement Et risques associés		Gestion individuelle	Gestion groupée	Gestion centralisée	Poids
Source	Vecteur de propagation				
Atelier	Sol	Retm ≠ 0	≈ 0	≈ 0	A
Atelier	Réseau d'égout	≈ Retm	≈ 0	0	-
STEP collective	Sol	0	Rstepg ≠ 0	Rstepc ≠ 0	B, C
STEP collective	Réseau d'égout	0	≈ Rstepg	≈ Rstepc	-
Camion	Sol	0	0	Rroute ≠ 0	Cf 9.3.2.6

Il est nécessaire de distinguer les risques d'une source statique, de ceux d'une source mobile (et, par conséquent, de proposer aux décideurs deux critères E4 et E4'). En effet, d'une part, les méthodes de calcul sont très différentes et, d'autre part, ces risques permettent de développer des arguments différents en matière de gestion et aménagement du territoire.

Concernant les risques d'une source statique R_s , il est proposé le calcul suivant (Chatain, 2000) :

$$R_s = [\text{Probabilité}] \times [\text{Volume}] \times [\text{Qualité}] \times [\text{Transfert}]$$

Où :

[Probabilité] : probabilité d'occurrence d'un déversement.

[Volume] : volume moyen risquant d'être déversé (avec éventuellement un coefficient de toxicité).

[Qualité] : qualité de l'eau (la valeur de qualité de l'eau rattachée à chaque entité-source de pollution (ETM ou STEP) est obtenue en simulant les écoulements gravitaires des entités jusqu'au point-exutoire dans l'hydrosystème),

[Transfert] : temps de transfert hydrogéologique (Laurent, 1996). Le critère de vulnérabilité est défini comme le produit entre un indicateur de qualité de l'eau et un temps de transfert hydrogéologique.

N'ayant pas, jusqu'à ce jour, d'information sur la probabilité d'occurrence d'un déversement, on fixe celle-ci à la valeur 1 (risque maximum par rapport à cette probabilité ; en principe cette probabilité est dépendante des risques de dysfonctionnement). Quant à l'intensité qui pourrait être, par exemple, un volume de déversement, lui-même fonction du volume produit par les ETM, par hypothèse, nous la considérons proportionnelle à l'effectif des ETM (cela signifie que, plus l'effectif est élevé, plus le volume produit est supposé élevé, plus l'intensité de l'aléa est supposée élevée). Cette hypothèse peut être légitimement remise en question et les décideurs peuvent demander une analyse de risque plus réaliste, en cours de négociation.

$$R_s = 1 \times [\text{Effectif}] \times [\text{Qualité de l'eau}] \times [\text{Temps de transfert}]$$

Ensuite il est proposé aux décideurs de pondérer leur préférence sur le type de déversement (A, B et C), type qui est liée à un type de filière de gestion des rejets industriels. Sachant que les risques sont spatialisés (à chaque source statique est associée une valeur de risque), on calcule les valeurs totales pour chaque filière de la manière suivante :

- $R_{etm} = \sum \text{Effetm}_i \times R_{etm}_i$ où $i \in \{ 1.. \text{Netm}_i \}$ où Netm_i : nombre des ETM en gestion individuelle et Effetm_i : effectif de l'ETM i .
- $R_{stepg} = \sum \text{Effetm}_j \times R_{stepg}_j$ où $j \in \{ 1.. \text{Nstepg} \}$ où Nstepg : nombre de STEP groupées et Effetm_j : effectif associé à la STEP groupée j .
- $R_{stepc} = R_{stepc}' \times \sum \text{Effetm}_k$ où $k \in \{ 1.. \text{Netmc} \}$ où Netmc : nombre des ETM en gestion centralisée, R_{stepc}' : risque calculé par la méthode de Chatain (2000) et d'une valeur entière variant entre 1 et 3 ; Effetm_k : effectif de l'ETM k (il ne peut y avoir au plus qu'une STEP centralisée par option).

Ces formules tiennent compte du fait que certaines options combinent les filières de gestion individuelle, centralisée et groupée.

Les résultats obtenus permettent de hiérarchiser les options (par rapport à ce seul critère de risque), à l'aide d'une simple règle de 3, sachant que l'option la moins risquée prendra la note 0 et la plus risquée, la note N. Ils permettent de comparer effectivement les options dans la mesure où l'on construit artificiellement des « pseudo-ETM » à la place des STEP collectives

et en affectant à ces pseudo-ETM une valeur de volume (ou d'effectif) égale à la somme des valeurs de volume (ou d'effectif) des ETM ainsi remplacés.

9.3.2.6 Calcul des risques (source mobile)

Ce calcul spécifique à la filière de gestion centralisée s'inspire des travaux de Erkut et al (1995) et s'exprime par la fonction linéaire de minimisation R_d suivante :

$$R_d = \text{Min } \Sigma [\text{Probabilité}] \times [\text{Longueur}] \times [\text{Transfert}] \times [\text{Qualité}]$$

Dans cette fonction, on considère aussi une probabilité d'occurrence d'un déversement [Probabilité], suite à un accident routier, égale à 1 (valeur en principe dépendante des conditions déterminant les risques d'accident : circulation, morphologie du réseau routier,...). La vulnérabilité est obtenue par le croisement entre la qualité de l'eau [Qualité] et le temps de transfert hydrogéologique [Transfert] ; l'intensité d'aléa [Longueur] est supposée proportionnelle à la distance à parcourir et pondérée par le volume transporté (variant en sortie de chaque ETM).

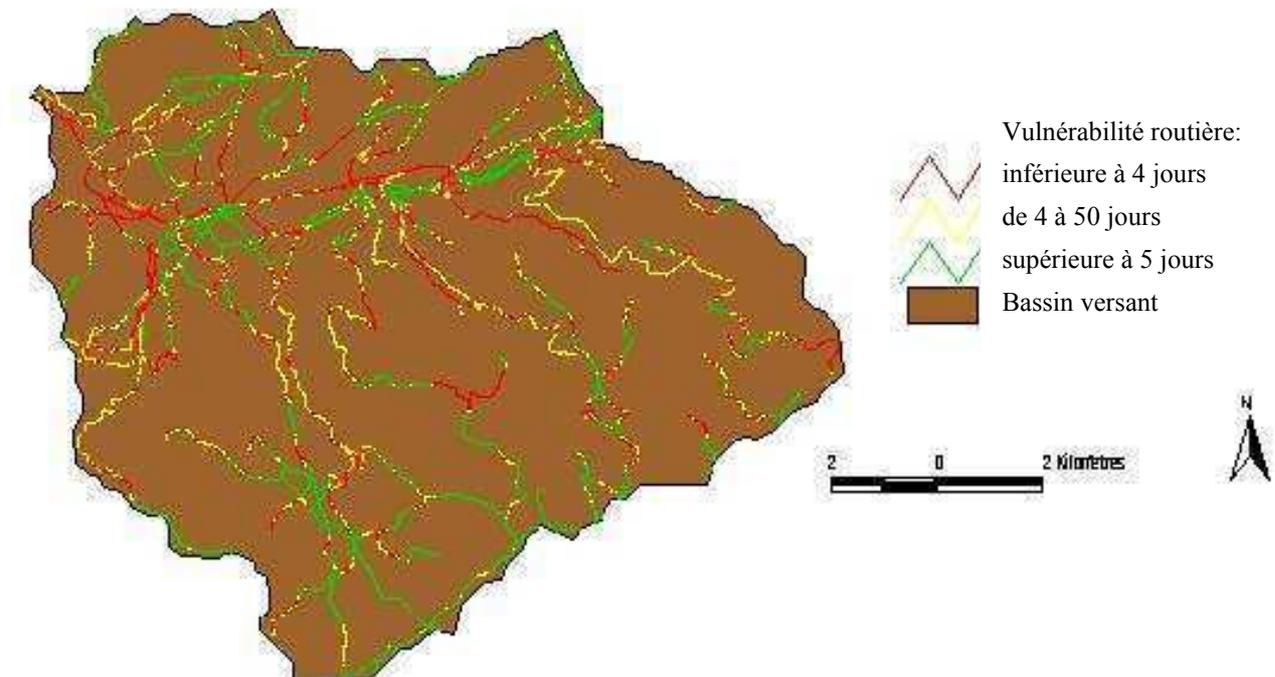
La minimisation est prise en charge par la commande PATH de Arc-Info qui permet de trouver le chemin le plus court pour relier tous les ETM au départ de la STEP et en revenant à cette STEP en fin de visite.

La fonction à minimiser est la longueur « pondérée » du parcours qui se décompose en arcs auxquels sont attachés des impédances constituée : volume transporté, probabilité d'occurrence d'un déversement (en première analyse, supposée égale à 1 en tout temps) et vulnérabilité (temps de transfert et qualité de l'eau).

Les résultats obtenus doivent être normalisés de telle sorte qu'ils varient dans une fourchette de 0 à N : pour normaliser $E4'$ de telle sorte que $E4'n \in [0, N]$, sachant que $E4' \in [0, \text{RouteGCe}]$ avec RouteGCe étant la valeur de risque R_m pour l'option « tout centralisée », on doit convertir $E4'$ avec l'équation suivante :

$$E4'n = (N/\text{RouteGCe}) \times E4'$$

Cependant, compte tenu de la lourdeur de la programmation et de la signification délicate à accorder aux résultats, on considérera comme suffisante (en première analyse) l'estimation des risques de déversement pour une source mobile par la visualisation (carte 9.10) du réseau routier auquel est affecté le temps de transfert hydrogéologique, en qualité d'impédance : les décideurs évaluent ainsi approximativement le risque « mobile » pour chaque option.

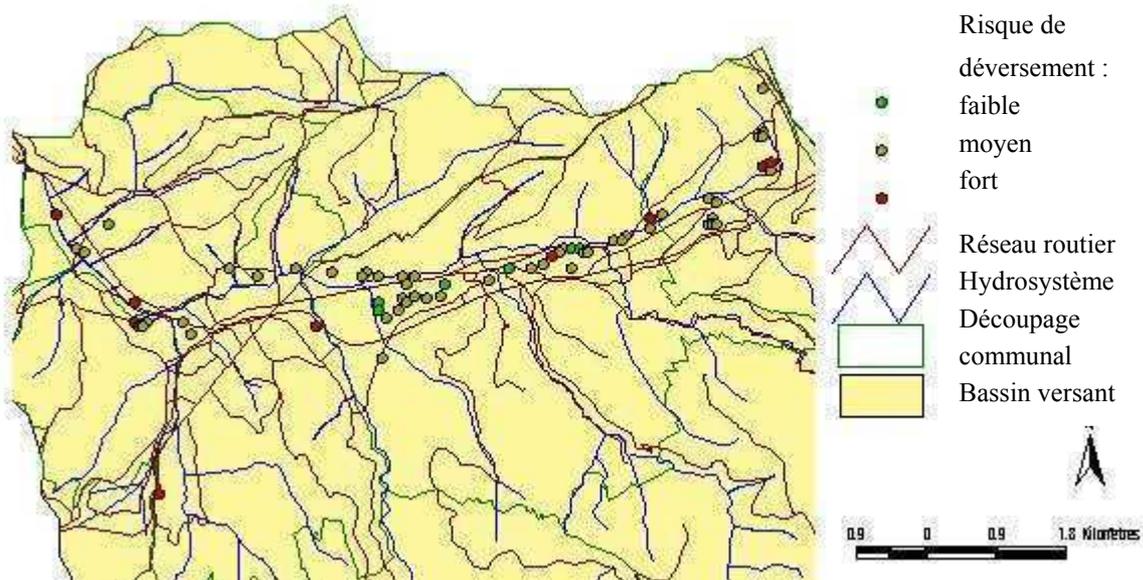


Carte 9.10 : Réseau routier et temps de transfert hydrogéologique

9.3.2.7 Equité spatiale des impacts sur la qualité de l'eau

Une carte comme la carte 9.11 (option gestion individuelle) permet de visualiser la répartition spatiale des risques et d'évaluer l'équité spatiale de ces risques (les valeurs affectées à chaque source statique de pollution ayant été calculées par la méthode de Chatain (2000)).

Les résultats cartographiques des autres options sont reportés en annexe E3.



Carte 9.11 : Répartition spatiale des risques (option gestion individuelle)

9.3.3 Informations sur les options

Il s'agit de proposer une série d'options qui devraient inciter les décideurs à s'approprier les mécanismes relatifs à leur modification et non pas être validées par ces décideurs. **C'est pourquoi ces options sont essentiellement représentatives du potentiel organisationnel du territoire en terme de gestion des rejets industriels et non représentatives de la pertinence des différentes filières de gestion.**

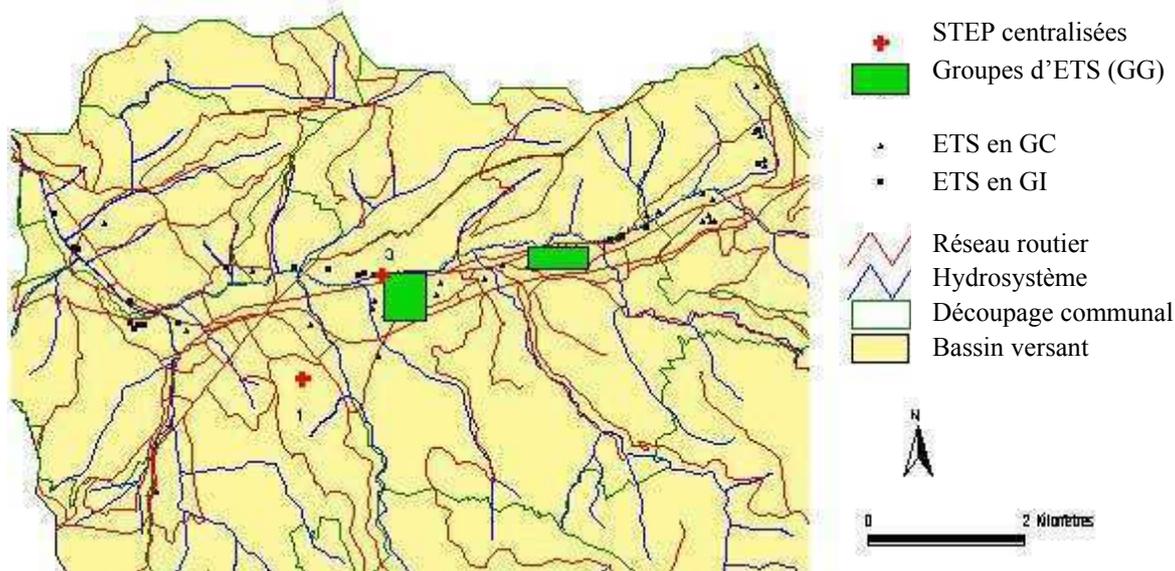
Les options initiales retenues sont au nombre de 12 (tableau 9.10).

La carte 9.12 présente les options 11 et 12 (les autres options étant représentées en annexe E.2 : cartes E.2.1 à E.2.6).

Tableau 9.10 : Description des options initiales

Options initiales	Description	Nombre d'ETM ¹		
		GI	GG	GC
<ul style="list-style-type: none"> • 1 : une option « tout individuel », • 2 à 4 : trois options « tout centralisé » • 5 et 6 : deux options « groupées maximisées » • 7 et 8 : deux options « combinées : groupées réalistes + centralisées » • 9 et 10 : deux options « combinées : groupées réalistes + centralisées + individuelles » • 11 et 12 : deux options « combinées : groupées minimisées + centralisées + individuelles » 	<ul style="list-style-type: none"> • localisations n°1, n°2 et n°3 proposées pour la STEP centralisée • deux tailles de regroupement proposées (Detm² = 100 m et Sefft³ = 1 employés ; Detm² = 250 m et Sefft³ = 10 employés) les autres ETM étant en GI¹ • localisations n°1 et 3 proposées pour la STEP centralisée et une taille de regroupement proposée (Detm² = 250 m ; Sefft³ = 50 employés ; Setm⁴ = 2 ETM) • localisations n°1 et 3 proposées pour la STEP centralisée ; une taille de regroupement proposée (Detm² = 250 m ; Sefft³ = 50 employés ; Setm⁴ = 2 ETM) ; pour les ETM hors regroupement, ils sont en GI¹ si le temps de transfert hydrogéologique est très faible (inférieur à un jour) sinon ils sont en GC¹ • localisations n°1 et 3 proposées pour la STEP centralisée ; une taille de regroupement proposée (Detm² = 250 m ; Sefft³ = 50 employés ; puis l'on ne retient que les deux regroupements les plus grands en nombre d'ETM) ; pour les ETM hors regroupement, ils sont en GI¹ si le temps de transfert hydrogéologique⁵ est très faible (inférieur à un jour) sinon ils sont en GC¹ 	65		
		40 / 14	25 / 51	65
			36	29
		12	36	17
		19	19	17

1 : GI : gestion individuelle ; GG : gestion groupée ; GC : gestion centralisée ; 2 : Detm est la valeur de distance entre un ETM et l'ETM le plus proche au delà de laquelle l'ETM n'est pas retenu dans le regroupement ; 3 : Sefft est la valeur d'effectif de regroupement en deçà duquel le regroupement n'est pas retenu (à défaut de connaître les volumes de rejet) ; 4 : Setm est la valeur du nombre d'ETM par regroupement en deçà de laquelle le regroupement n'est pas retenu ; 5 : le choix de ce critère se justifie par le fait que l'on doit prévoir les activités ultérieures de gestion des urgences.



Carte 9.12 : Options combinées : « groupées minimisées + centralisées + individuelles »

9.4 Evaluation de l'outil d'aide à la négociation

9.4.1 Simulation de négociation

Compte tenu de la durée d'un processus typique de négociation territoriale (environ 10 ans), une simulation de négociation est explicitée dans le but de consolider la vérification de la pertinence de la méthode d'aide à la négociation proposée. Cette simulation met en jeu les argumentaires de trois acteurs *fictifs* : un conseiller municipal X (de la commune de Firminy, par exemple), un représentant Y d'un Syndicat professionnel du traitement de surface de la Vallée de l'Ondaine et un représentant Z d'un service administratif de l'Etat chargé des questions d'environnement industriel. **Notons que les profils socio-professionnels sous-jacents aux choix des valeurs de poids et critères par ces acteurs ne sont nullement en rapport avec des personelles réelles, ni représentatifs d'un quelconque style générique de décision** : la raison de ces choix se trouve exclusivement dans le souhait de produire une situation fictive propice à l'emploi de la méthode d'aide à la négociation.

Cette simulation démarre par une analyse multi-critères réalisée par chacun des acteurs en s'appuyant sur les listes de critères et d'options précédemment évoquées (tableaux 9.8 et 9.10 : sachant que l'objectif de cette simulation est didactique, nous réduisons le nombre d'options pour ne conserver que les options 1, 2, 3, 6, 7 et 11). Pour cela on part des principes selon lesquels les valeurs de critères dépendent essentiellement de la perception de l'acteur biaisée par l'information à sa disposition tandis que les valeurs de poids caractérisent principalement les valeurs socio-professionnelles et intérêts de l'acteur. Dans un premier temps, à chaque critère, est affectée une valeur (variant entre 0 et $N = 5$) spécifique à chaque acteur et option afin de montrer les différences d'appréciation des acteurs (§ 9.4.1.1). Dans un second temps, pour chaque acteur, les valeurs de poids sont fixées en cherchant à faire émerger une logique d'acteur plus ou moins cohérente (§ 9.4.1.2).

9.4.1.1 Valeurs de critères

Nous ne chercherons pas à justifier les valeurs retenues car, d'une part, elles sont forcément chargées d'incertitude (sur les jugements) et d'ambiguïté (sur la comparaison des options) puisque, en début de négociation, les acteurs ont une vision plus ou moins partielle de la problématique, cette vision se précisant au cours de la négociation. D'autre part, les acteurs

participant à une telle négociation ne doivent pas être tenus de justifier scientifiquement leurs choix, dans le souci de leur fournir la plus grande marge de réflexion. Cependant, les valeurs de deux critères (mais pas les méthodes de calcul) peuvent être considérées comme objectives, (ces valeurs sont d'ailleurs identiques pour les trois acteurs) : les économies d'échelle et les impacts sur la qualité de l'eau par une source statique. Et, au besoin, ce nombre de critères objectifs peut être accru moyennant des études sectorielles permettant de remplacer les jugements par des évaluations plus neutres (quand cela est possible). Le tableau 9.11 donne les valeurs de critères pour chaque acteur.

Tableau 9.11 : Valeurs de critères par acteur et par option

Acteurs ⇒	X						Y						Z					
Options ⇒	1	2	3	6	7	11	1	2	3	6	7	11	1	2	3	6	7	11
Critères ↓																		
Ndysf	2,4	3	3	3	3	3	2,5	3,7	3,7	3	4,4	4,4	2,6	3,3	3,3	3,8	4,1	3,9
F1	2	4	5	2	2	3	5	2	2	5	4	4	3	3	3	3	4	5
F4	0	5	5	3,1	4,5	3,4	0	5	5	3,1	4,5	3,4	0	5	5	3,1	4,5	3,4
F5	0	4	5	3	3	3	0	2	2	2	2	2	0	5	5	3	4	4
M4	5	4	4	4	4	4	5	1	1	4	2	3	5	3	3	4	3	3
E1	5	1	1	4	3	3	3	1	1	2	2	2	4	1	1	3	3	2
U1	5	3	4	3	3	3	5	3	2	4	5	5	5	3	2	3	4	5
U2	0	3	3	4	4	4	0	3	3	3	3	3	0	4	4	4	5	5
U3	1,8	1,6	2,6	1,6	1,6	0,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,3	1,7	1,7	2,4	2,4	1,6
S1	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5
S2	5	3	4	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	4
E4	5	4	4	2,9	0	0,5	5	4	4	2,9	0	0,5	5	4	4	2,9	0	0,5
E4'	0	5	2	0	4	4	0	3	3	0	3	3	0	4	3	0	3	3
E4''	4	1	1	0	1	2	5	3	2	2	3	3	4	0	0	3	3	4
O2	3	3	3	3	3	3	5	2	2	3	3	5	4	2	2	4	3	3

9.4.1.2 Valeurs de poids

Il s'agit de répartir le poids total (100 unités) sur 15 critères de telle sorte que cette répartition soit en accord avec une logique d'acteur qui n'est pas forcément cohérente a priori, mais qui est supposée émergée comme telle a posteriori par le travail de résolution collective des ambiguïtés.

Concernant le conseiller municipal X, on admettra qu'il connaît bien les enjeux du territoire communal qu'il est chargé de gérer et de développer, et moins ceux des autres communes. La

situation économique étant précaire, il se doit de favoriser l'implantation d'activités qui s'accompagnent de revenus fiscaux pour la commune tout en veillant à ce qu'un minimum de contraintes réglementaires soit respecté. Par ailleurs, il est plus sensible aux dimensions essentiellement territoriales de la problématique et se considère moins concerné par les conséquences liées aux activités internes aux entreprises.

A l'inverse, le représentant Y du Syndicat professionnel est plutôt préoccupé par les impacts (négatifs) sur les activités industrielles et notamment les aspects liés aux coûts. Il est plus au moins ambigu sur sa position relative aux considérations environnementales, position plutôt conservatrice. Et il ne s'intéresse que partiellement aux dimensions territoriales.

Enfin le représentant Z du service de l'Etat possède une vision globale, mais relativement moins précise du bassin versant de l'Ondaine. Il est tenu de s'assurer que la réglementation est effectivement respectée, que les choix soient suffisamment équitables et que les coûts totaux soient raisonnables dans la mesure où l'Etat devra vraisemblablement intervenir dans le financement du projet. Le tableau 9.12 présente les valeurs de poids retenues.

Tableau 9.12 : Valeurs des poids par acteur

Critères ↓	Acteurs ⇒	X	Y	Z
Ndysf : Critère global d'occurrence d'un déversement		0	10	5
F1 : Investissements		10	20	15
F4 : Economies d'échelle		0	10	0
F5 : Déséconomies d'échelle		20	5	5
M4 : Flexibilité fonctionnelle		0	10	0
E1 : Impacts sur le réseau d'assainissement public		10	0	5
U1 : Localisation des ETM		5	0	0
U2 : Espace vacant et réhabilitable		5	0	0
U3 : Compatibilité des usages		10	0	10
S1 : Contraintes réglementaires		10	15	20
S2 : Acceptabilité sociale		10	5	5
E4 : Impacts sur la qualité de l'eau par une source statique		10	5	10
E4' : Impacts sur la qualité de l'eau par une source mobile		10	5	10
E4'' : Equité spatiale des impacts sur la qualité de l'eau		0	0	15
O2 : Facilité de coordination		0	15	0
		100	100	100

9.4.1.3 Résultats et discussion

Les sessions Electre 1S sont effectuées sans tenir compte des possibilités de veto (par souci de clarté) et en fixant un seuil de concordance égal à 0.8 (valeur relativement élevée à cause vraisemblablement des ambiguïtés sur les comparaisons et des faibles amplitudes de variation qui ne facilitent pas une discrimination franche des options). Les figures 9.5 à 9.7 présentent les graphes résultants (avant analyse de robustesse), les options appartenant aux noyaux individuels étant encadrées. L'analyse de robustesse doit faire partie du travail collectif en phase de construction du noyau collectif.

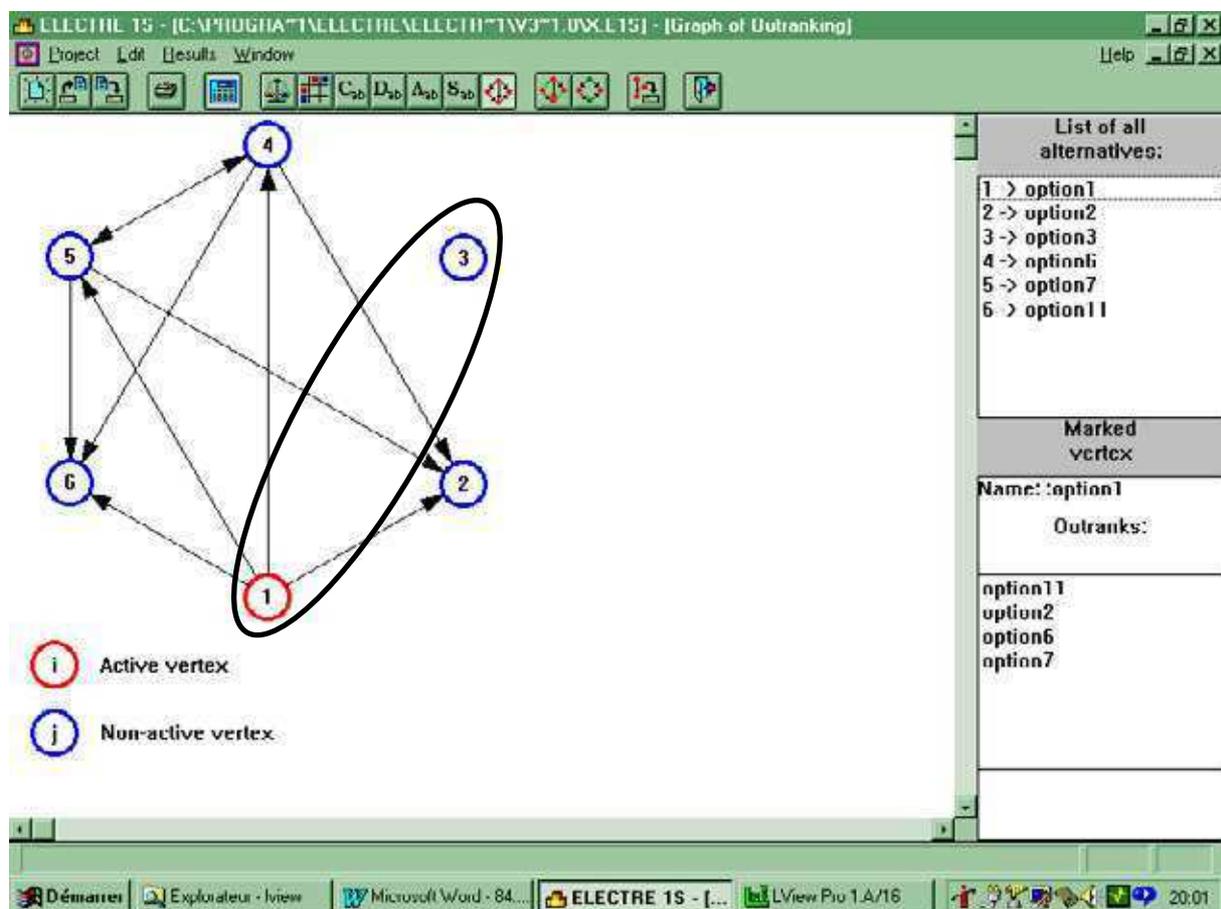


Figure 9.5 : Graphe de préférences relatif au conseiller municipal X

Dans les trois noyaux individuels, on retrouve l'option 1 (gestion individuelle in situ) : c'est l'option « conservatrice » qui correspond à la fois à l'existant et à l'option implicitement favorisée par la réglementation environnementale. La seule option qui n'appartienne à aucun noyau individuel, est l'option 7 (gestion combinée : groupée et centralisée) : c'est l'option

« irréaliste » sur laquelle les acteurs ne négocieront pas (elle est automatiquement exclue du noyau collectif).

Du graphe X du conseiller municipal, se dégage un noyau composé des options 1 et 3. Dans la logique du conseiller, l'option 3 est en effet particulièrement intéressante : elle propose une gestion collective prévoyant l'implantation d'une STEP sur le territoire géré par le conseiller. Quant au noyau du graphe Y du représentant syndical et à celui du graphe Z du représentant public, ils sont constitués respectivement des options 1, 2, 3 et 11 et des options 1, 2, 3 et 6, ce qui laisse une marge plus large de manœuvre dans la négociation ou/et peut suggérer certaines carences en information à combler afin d'accroître la discrimination des options.

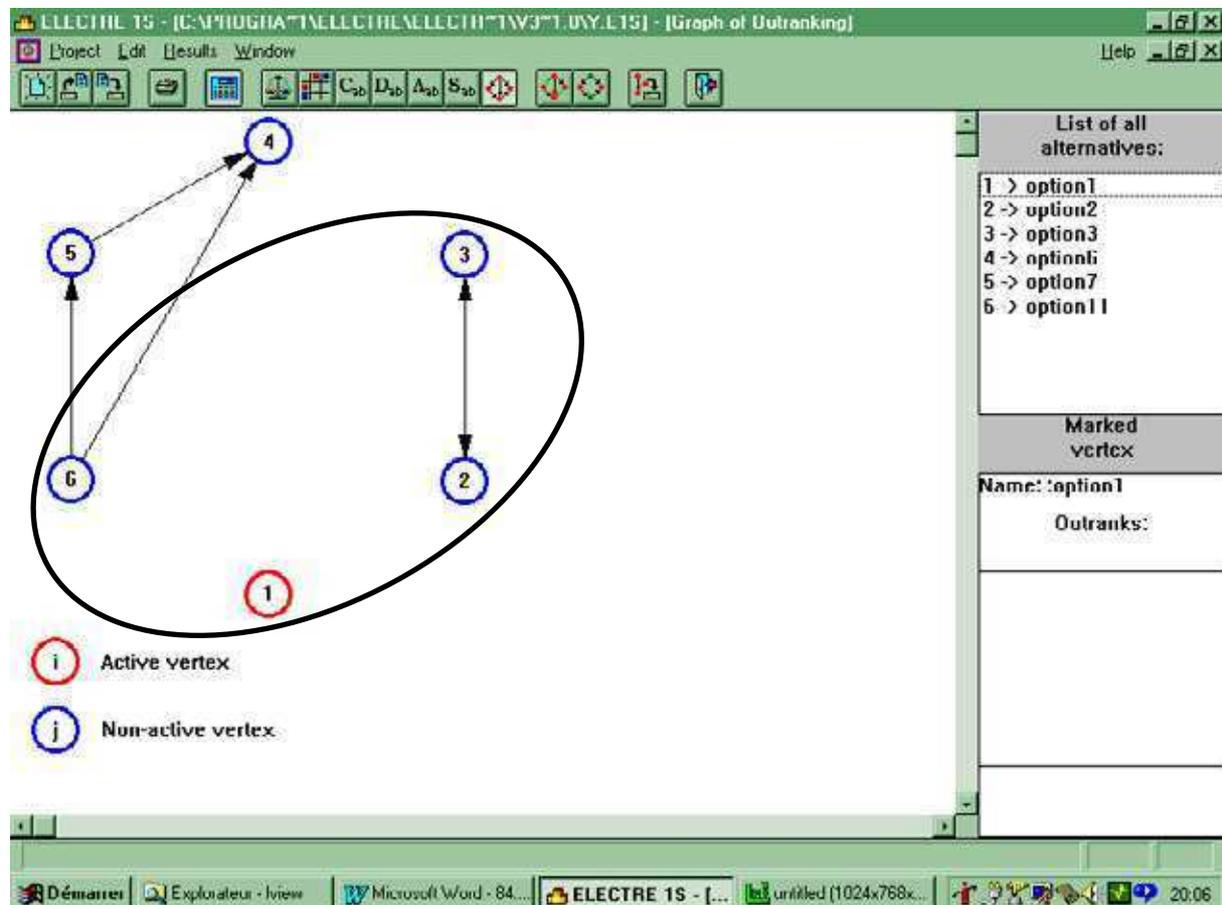


Figure 9.6 : Graphe de préférences relatif au représentant syndical Y

On constate que les options 2 et 3 sont ex aequo au regard des acteurs Y et Z : leur relative proximité spatiale ne permet sans doute pas de les distinguer significativement à ce niveau d'analyse des préférences.

La taille des noyaux suggère que l'acteur X a une vision initiale plus arrêtée, plus cohérent (mais pas forcément plus réaliste) de la problématique tandis que les acteurs Y et Z auraient procédé plutôt par élimination avec de fortes ambiguïtés qui auraient conduit à ne surclasser que les options significativement mauvaises (le premier acteur accordant un rôle déterminant aux aspects économiques et le second, aux considérations réglementaires). En tout cas, l'appréhension de la problématique semble plus similaire entre les acteurs Y et Z qu'entre les acteurs X et Y, et entre les acteurs X et Z.

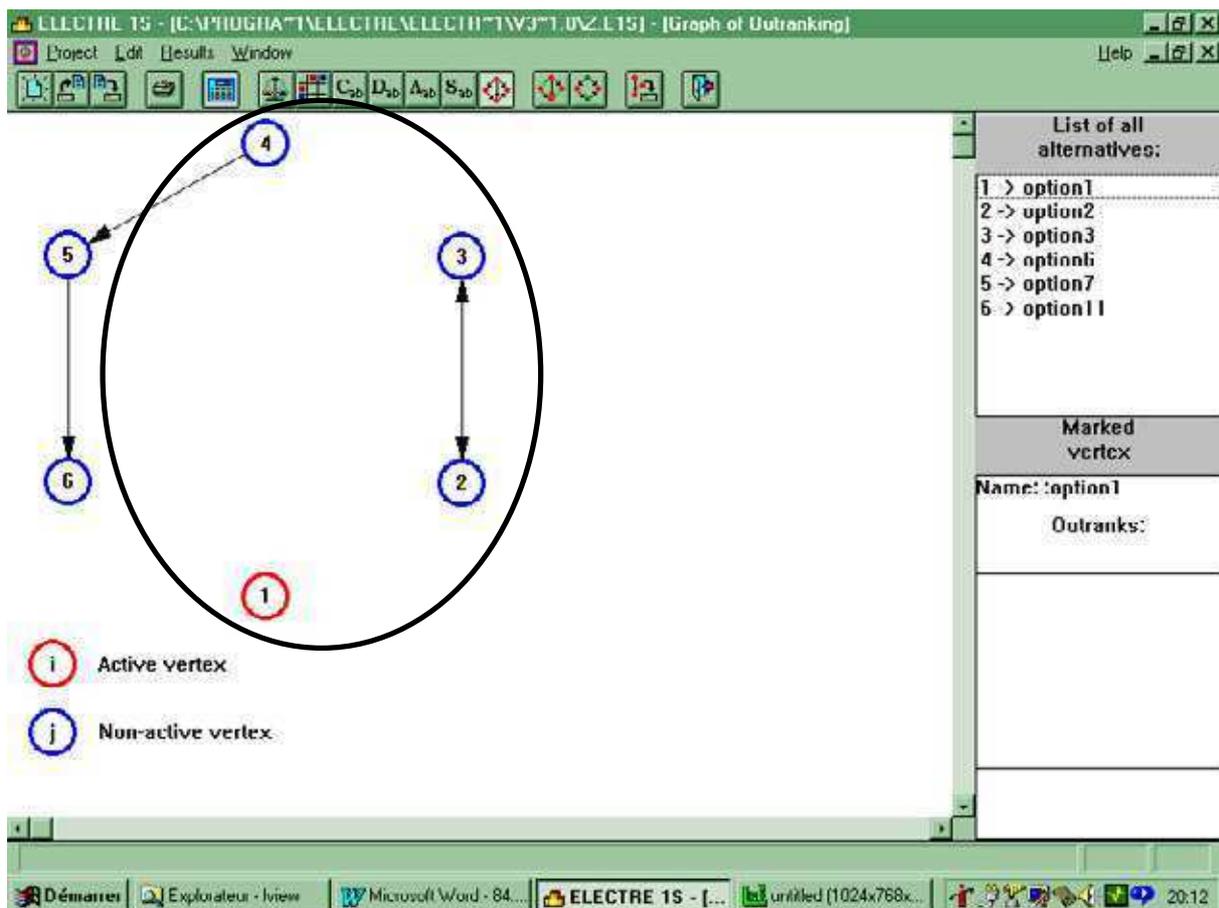


Figure 9.7 : Graphe de préférences relatif au représentant de l'Etat Z

Comme explicitée à la figure 9.4, la morphologie du noyau collectif peut osciller entre une forme très restrictive (exclusivement l'option 1) et une forme très englobante (options 1, 2, 3, 6 et 11). Le premier cas correspond plutôt à un contexte de négociation distributive (il n'est d'ailleurs pas surprenant de constater que ce contexte privilégie l'option « conservatrice », c'est-à-dire le statu quo). Le second cas évoque une négociation tout particulièrement coopérative, l'ambiance de bonne volonté risquant paradoxalement de bloquer le processus de

négociation à cause de préférences trop ambiguës (c'est néanmoins le contexte qui se rapproche le plus de celui de notre cadre d'étude).

Pour éviter ce « trop-plein » de confusion, il est envisageable de négocier sur la pertinence d'introduire des options retenues par seulement un acteur (options 6 et 11) en reconsidérant les valeurs de critères et de poids : par exemple, les critères M4 pour l'acteur X, U2 pour l'acteur Y et S2 pour l'acteur Z devraient être réévalués par les acteurs concernés par apport d'information et/ou par sensibilisation sur la pertinence de ces critères.

Il est aussi possible de jouer sur la valeur du seuil de concordance : en retenant une valeur égale à 0.7 (tableau 9.13), on obtient un noyau collectif « maximum » composé des options 1, 6, 7 et 11 (ce qui peut cependant poser problème avec l'acteur X qui adopte alors une position de statu quo, ou qui doit revoir son analyse multi-critères).

Tableau 9.13 : Analyse de sensibilité sur la composition des noyaux individuels

Seuil de concordance ⇒ Acteurs ↓	0.7	0.8	0.9
X	Option 1	Options 1 et 3	Options 1, 2, 3 et 7
Y	Options 7 et 11	Options 1, 2, 3 et 11	Options 1, 2, 3, 6 et 11
Z	Options 1, 6 et 7	Options 1, 2, 3 et 6	Options 1, 2, 3, 6, 7 et 11

9.4.2 Conclusion

Le présent travail de recherche introduit une méthode d'aide à la négociation qui se caractérise par les grandes lignes suivantes :

- Elle se distingue d'une méthode d'aide à la décision dans la mesure où elle ne propose pas directement de solution à une problématique comme la gestion collective des rejets industriels. Elle met plutôt l'accent sur **l'activité collective de recherche d'articulations entre des systèmes individuels de préférences dans la perspective de faire émerger un accord collectif sur une solution consensuelle.**

- Elle ne fournit pas de procédures visant à atteindre une solution à partir de la formulation d'une problématique comme le proposent les méthodes en gestion ou planification stratégique. Elle met plutôt à plat l'ensemble des ingrédients qui favorisent une attitude collective basée sur la communication, l'apprentissage et la créativité. Elle propose pour cela une démarche claire de structuration fondée sur un modèle opératoire et des règles, démarche qui permet de composer avec l'ambiguïté et la complexité irréductible, d'une manière constructive.
- Cette méthode d'aide à la négociation n'apparaît pertinente que dans un contexte de négociation coopérative. Si le contexte s'avère plutôt de type planification ou de type négociation distributive, elle n'est vraisemblablement pas adaptée car elle est fondée sur une certaine bonne volonté des acteurs sans laquelle l'ambiguïté deviendrait vraisemblablement source de conflits peu constructifs.
- Bien que claire dans sa description, cette méthode exige un effort significatif de la part des décideurs : la durée propre à un processus de négociation (environ 10 ans) qui permet « d'étaler » l'intensité de ces efforts, est nécessaire dans la mesure où les modifications des systèmes individuels de préférences demandent du temps. Cette durée explique aussi qu'il est difficile de valider une telle méthode auprès d'éventuels utilisateurs (cette méthode ne peut être éventuellement pertinente que si ces utilisateurs sont imprégnés du climat propre à chaque phase d'une négociation). Nous avons axé la démarche de vérification en trois temps : d'une part, « l'instanciation » des principes de la négociation coopérative (§ 9.1 à 9.3) qui, pour une problématique donnée (la gestion des rejets industriels dans le bassin versant de l'Ondaine), correspond à la définition concrète des composantes du jeu de rôle, montre globalement la pertinence de ces principes et, en corollaire, des concepts évoqués en partie A (présence et résolution de l'ambiguïté, qualité et rôle de l'information). D'autre part, une simulation de négociation est développée en s'appuyant sur des profils d'acteurs certes fictifs, mais justifiés (§ 9.4.1). Enfin, une analyse qualitative de pertinence entre le guide d'aide à la pratique des SIRS (§ 5) et cet étude de cas est effectuée (§ 10.3).
- Aucun ingrédient principal (critères, options et règles) n'est imposé afin de laisser place à la liberté individuelle d'expression et d'action des décideurs : en effet ce n'est pas à une

quelconque méthode d'aide à la négociation de limiter cette liberté, mais aux rapports de force et aux jeux d'influence. La subjectivité du choix ces ingrédients et des méthodes de calcul associées est considérée comme une condition propre à un processus typique de négociation qui cherche à construire une réalité plutôt intersubjective qu'objective.

Cette méthode d'aide à la décision est un SISARS (système d'information et de support à l'argumentation à référence spatiale) composé de l'ensemble des systèmes d'information présentés intervenant dans le processus décisionnel (§ 9.2.1).

La structure générale de la méthode d'aide à la négociation (§ 9.2.1) et le Système Didactique de Communication Cartographique (utilisé en phase b du processus de négociation) ont été présentés au Syndicat Intercommunal de la Vallée de l'Ondaine (SIVO) et à la Chambre de Commerce et de l'Industrie de St-Etienne qui ont exprimé leur intérêt pour ce type d'outil et d'information.

PARTIE C : Analyse informationnelle et Conclusions

Chapitre 10 :

Pertinence du guide d'aide à la pratique des SIRS avec les études de cas

Ce chapitre vise à vérifier la pertinence du guide d'aide à la pratique des SIRS (§ 5) en analysant les applications SIG précédemment développées de telle sorte que la pertinence des concepts explicités aux chapitres 2 à 4 et synthétisés dans le guide soit mise en valeur et discutée. Pour chaque application SIG, sont pris en compte la nature, le rôle et la gestion de l'incertitude et/ou de l'ambiguïté, de même que les conséquences sur les objectifs de l'information-process et sur la qualité attendue de l'information-résultat.

L'analyse informationnelle du SIT, supportant des activités de contrôle réglementaire (§ 7), illustre l'importance de la qualité des données, surtout en terme d'exactitude. Quant au SIADRS, destiné à évaluer la faisabilité d'options de gestion collective (§ 8), son analyse met en évidence l'intégration explicite de l'incertitude dans l'outil d'aide à la décision, le va-et-vient entre les dimensions (descriptives) du territoire et les intentions (normatives) de l'aménagiste et la recherche d'un compromis entre le réalisme et la compréhension du modèle de simulation. Enfin, de l'analyse du SISARS, émergent les particularités des besoins informationnels en négociation coopérative : représentativité des points de vue des acteurs, efficacité de l'information dans la progression de la négociation, ambiguïté créative des représentations.

Il ressort de ces analyses que le guide d'aide à la pratique des SIRS ne fournit pas de « recettes procédurales » systématiques, mais plutôt une matière à réflexion sur l'aide à la décision en aménagement du territoire de telle sorte que les développeurs et les utilisateurs de SIRS puissent se dégager des considérations informatiques et de celles relatives à la problématique territoriale pour ainsi mieux appréhender la pratique des SIRS.

Ces deux niveaux d'analyse (sur les caractéristiques informationnelles et décisionnelles des applications SIG, d'une part, et sur le guide d'aide à la pratique des SIRS, d'autre part) ouvrent des perspectives de recherche exprimées au chapitre 11.

Dans ce chapitre, il s'agit de confronter les applications SIG précédemment développées avec les outils conceptuels constituant le guide d'aide à la pratique des SIRS présenté au chapitre 5. Si la partie A de ce mémoire de thèse correspond à la construction d'un cadre conceptuel relatif à la pratique des SIRS et illustré d'exemples concrets, le chapitre 9 tâche de faire émerger des éléments de pertinence du guide d'aide à la pratique des SIRS à partir d'un travail d'analyse informationnelle des études de cas en gestion des rejets industriels. Ces dernières « incarnent », « instancient » ou encore « contextualisent » les concepts et les interactions évoqués dans le cadre théorique.

La pertinence des outils composant le guide d'aide à la pratique des SIRS est illustrée tout au long de ce chapitre par des références aux figures et tableaux suivants (entre []) :

- **Schéma de démarche informationnelle** [figure 5.1],
- **Prisme d'interactions entre processus décisionnel et application SIG** [figure 5.2],
- **Grille d'analyse du contexte décisionnel** [tableau 5.1],
- **Grille d'analyse des correspondances entre qualité de l'information et contexte décisionnel** [tableau 5.2].

Nous rappelons les trois applications SIG élaborées en rapport avec certaines questions relatives à la gestion des rejets industriels :

- un Système d'Information Territorial (SIT) destiné à accroître l'efficacité des activités de contrôle réglementaire par la hiérarchisation des interventions de la Communauté Urbaine de Montréal (CUM) auprès des établissements de traitement de surface (ETS), cela en évaluant les impacts de déversements dans le milieu récepteur (§ 7),
- Un Système d'Information et d'Aide à la Décision à Référence Spatiale (SIADRS) destiné à évaluer la faisabilité globale d'options de gestion collective des rejets issus des ETS implantés sur la CUM dans la perspective de planifier, à un niveau stratégique, les activités de transport, traitement et élimination de ces rejets (§ 8).
- Un Système d'Information et de Support à l'Argumentation à Référence Spatiale (SISARS) destiné à guider les acteurs impliqués dans un processus de négociation coopérative sur un programme global de gestion des rejets issus des établissements du travail des métaux installés dans le bassin versant de l'Ondaine, cela en proposant une

méthode d'articulation des préférences individuelles, de confrontation coopérative de ces préférences et de construction collective d'une solution consensuelle (§ 9).

10.1 Le SIT relatif à la gestion des rejets d'ETS de la CUM

Un gestionnaire est supposé chargé de coordonner les interventions publiques auprès des ETS en terme de contrôle réglementaire (§ 7) : c'est un contexte de gestion tel que précisé au [tableau 5.1] (tâches routinières avec objectifs et moyens connus -une fois l'activité de gestion planifiée-, réalité objective, comportement réactif du décideur, attention portée sur la problématique environnementale, recherche de résultats descriptifs et objectifs, ...).

Ce gestionnaire doit gérer les incertitudes de manière appropriée alors que l'ambiguïté est inexistante [étape 1 de la figure 5.1]. En effet, :

- Le milieu physique est relativement difficile à appréhender : il concerne notamment le comportement hydraulique du réseau d'assainissement et le comportement hydrologique du milieu récepteur. Il existe cependant des modèles de simulation hydrodynamique et hydrodispersif permettant, en principe, de simuler ces comportements avec une certaine précision et une certaine objectivité [tableau 5.1] (cependant peut-être moins en ce qui concerne les impacts toxicologiques d'un déversement de nature chimique complexe et leurs effets synergiques et antagonistes, plus ou moins ambigus, sur le milieu naturel). Quant à l'environnement socio-politique, il est relativement peu incertain dans la mesure où la réglementation sur les rejets (tableau 6.4 § 7) est suffisamment « manichéenne » pour établir sans ambiguïté les infractions [tableau 5.1].
- L'information nécessaire exige des procédures efficaces de collecte de données qui peuvent varier fortement dans le temps et dans l'espace : volume et nature des rejets de chaque ETS, état du milieu récepteur,...Par contre, a priori, le langage est suffisamment bien codifié et l'information externe, suffisamment bien normalisée pour éviter toute incertitude et toute ambiguïté majeures dans la communication entre des gestionnaires appartenant à la même culture de métier [tableau 5.1].
- Les capacités de traitement de l'information par le gestionnaire sont forcément limitées compte tenu des dimensions et de la complexité du phénomène étudié (secteur industriel,

réseau d'assainissement et milieu récepteur) : c'est d'ailleurs la raison majeure (la gestion et la restitution automatiques des données) pour laquelle il est pertinent de recourir à une application SIG [tableau 5.1]. En revanche, la normalisation des structures de données laisse peu de place à l'interprétation ambiguë et le schéma cognitif du gestionnaire est supposé défini précisément et à l'avance [tableau 5.1].

Dans un tel contexte d'incertitude *initiale* au niveau du gestionnaire, il est demandé au développeur d'applications SIG de concevoir un SIT constitué sans incertitude ou d'un minimum d'incertitude [étapes 3, puis 4 de la figure 5.1].

Pour cela, le processus de traitement de l'information (ou information-process [étape 2.1 de la figure 5.1]) met l'accent sur des procédures régulières, rigides [tableau 5.1] et précises de collecte de données et sur des procédures fiables et rapides d'extraction de données (la flexibilité -notion définie au § 3- de ces procédures est plutôt faible avec une robustesse minimum, une élasticité maximum et une stabilité maximum [tableau 5.1]). Néanmoins si ces deux types de procédures sont de plus en plus réalisables grâce à l'avancement technologique, les investissements nécessaires à leur mise en œuvre peuvent devenir un obstacle majeur, surtout pour les procédures de collecte en temps « quasi-réel », [figure 5.2].

Quant à la qualité requise de l'information-résultat [étape 2.2 de la figure 5.1], elle s'exprime en termes d'exactitude, de complétude, de cohérence, d'intelligibilité et d'opportunité parce qu'il est nécessaire de pouvoir réagir rapidement et efficacement en cas de déversement et parce que les procédures légales associées au contrôle réglementaire exigent des données scientifiquement justifiées et juridiquement indiscutables ou presque [tableau 5.2]. Cependant, les données à notre disposition (obtenues à moindre frais) illustre le fait que la recherche d'une bonne qualité des données [tableau 5.2] s'accompagne de coûts prohibitifs [figure 5.2]:

- La résolution du modèle numérique de terrain (MNT) utilisé (93 m) ne permet pas de restituer fidèlement le relief de l'île de Montréal, en plateau.
- La couverture disponible du réseau d'assainissement n'incluant pas d'attribut altimétrique, les canalisations sont supposées suivre la direction de plus grande pente (en écoulement gravitaire, la pente des canalisations est généralement comprise entre 0,05 et 5 % environ, ce qui est difficile à vérifier compte tenu de la résolution du MNT).

- Enfin la couverture employée de qualité du milieu récepteur possède un niveau de désagrégation trop grossier pour permettre une hiérarchisation précise des ETS.

Par ailleurs, à supposer que l'on puisse s'abstraire des aspects financiers, la qualité des données exigée peut s'avérer difficile à rencontrer : en effet, collecter des données exactes, cohérentes et complètes (surtout celles relatives aux ETS) peut prendre un temps qui risque de rendre ces données non opportunes parce qu'elles peuvent varier rapidement et de manière substantielle.

Par contre, les résultats obtenus paraissent très pertinents pour un planificateur qui souhaiterait déterminer des regroupements d'ETS dont les rejets pourraient faire l'objet d'une gestion groupée. En effet, si un sous-bassin versant de superficie relativement petite et de densité en ETS suffisamment importante déverse ses eaux dans une portion particulièrement dégradée du milieu récepteur, il est fortement recommandé d'éviter tout risque de pollution en connectant les ETS à un réseau d'assainissement prévu pour cela et débouchant sur une station de pré-traitement industrielle spécifique (par exemple, les ETS inclus dans le cercle sur la carte 10.1).



Carte 10.1 : Résultats de la simulation physique (zoom de la carte 7.2)

Mais, dans ce cas, ces résultats s'intègrent dans une tâche différente de la gestion et propre à la planification stratégique : réalité objective difficile d'accès, comportement pro-actif du décideur, gestion d'une incertitude plus ou moins réductible et participant à la prise de décision, information qualitative et systémique,... [figure 5.1 et tableau 5.1]. Les besoins liés à la qualité de l'information sont aussi différents : ainsi le réalisme de ces résultats qui conjuguent topographie et localisation/densité d'ETS, devient plus pertinent que leur exactitude [tableau 5.2]. De même la recherche du compromis entre réalisme et compréhension du modèle [figure 5.2] devient plus significative, l'exemple exposé étant très compréhensible, mais sans doute relativement peu représentatif de la complexité de la problématique.

10.2 Le SIADRS relatif à la gestion des rejets d'ETS de la CUM

Un aménagiste est supposé chargé d'évaluer la (pré)faisabilité de la gestion collective des rejets issus des ETS installés sur le territoire de la CUM (§ 8.1) : c'est un contexte de planification stratégique tel que précisé au [tableau 5.1] compte tenu du fait que l'absence d'expériences québécoises et la complexité relatives à cette problématique environnementale exigent une première étude systémique visant à établir des résultats plutôt qualitatifs [tableau 5.1]. On retrouve en effet les éléments caractéristiques d'une planification stratégique :

- Si les objectifs sont connus et clairs (proposer des emplacements de STEP et des regroupements d'ETS), les moyens d'y parvenir dépendent des résultats de l'étude de faisabilité qui cherche à mieux appréhender les externalités comme la propension des ETS pour une gestion collective de leurs rejets et la vulnérabilité « démographique » du territoire vis-à-vis d'un déversement polluant éventuel.
- En corollaire, la réalité objective est difficile à appréhender surtout pour ce genre de projet dont le succès dépend notablement de sa rentabilité sur le long terme. Pour cette raison, les solutions recherchées sont plutôt satisfaisantes et chargées d'une certaine subjectivité (celle du décideur qui possède une vision plus ou moins partagée du développement du territoire en question : par exemple, accorder plus d'importance à la protection environnementale qu'aux coûts de transport).

- Le comportement du décideur est résolument pro-actif puisqu'il cherche à modifier les comportements et activités des ETS en tenant compte des limites, mais aussi des atouts du territoire.
- L'attention n'est pas exclusivement portée sur la problématique environnementale en tant que telle (gestion des rejets), mais aussi sur les acteurs externes à la décision (population, ETS), de même que sur les propres intérêts du Service de la mise en valeur du territoire de la CUM (s'exprimant au niveau des paramètres normatifs des modèles de simulation stratégique, paramètres relatifs aux dimensions territoriales).
- L'aménagiste reste en relation avec le développeur de l'application SIG dans la mesure où, au contact des résultats de simulation qui modifient l'appréhension des incertitudes et ambiguïtés, le schéma cognitif de l'aménagiste change et cette évolution peut suggérer une redéfinition des certaines valeurs de paramètres (boucles de rétroaction présentées aux figures 8.1 et 8.2 [tableau 5.1]), voire de certains modules des procédures de modélisation (on retrouve la boucle de rétroaction de la [figure 5.1]).

Cet aménagiste, en charge de l'étude de faisabilité, doit gérer les incertitudes de manière appropriée alors que les ambiguïtés devraient être transformées en incertitudes [étape 1 de la figure 5.1] :

- Le milieu physique se caractérise par une multitude de dimensions territoriales, multitude qui génère une certaine incertitude sur la distribution spatiale des propriétés du territoire. Parmi ces dimensions, nous avons choisi de retenir le réseau routier, la localisation des ETS, la topographie, le recensement démographique et certains éléments de l'occupation réelle du sol (parcelles vacantes, industrielles et espaces verts). D'autres dimensions auraient pu être introduites pour accroître le réalisme des simulations (le plan d'occupation des sols, le temps de transfert hydrogéologique,...) mais au prix d'une réduction de la compréhension des modèles [figure 5.2]. Il serait plus pertinent de produire d'autres catégories de simulations (mettant, par exemple, l'accent sur les aspects hydrologiques, pédologiques et géologiques) plutôt que de rajouter des dimensions supplémentaires (la flexibilité d'utilisation d'un SIG permet de telles modifications [tableau 5.1]).

- En dehors des considérations réglementaires, l'environnement socio-politique est assez peu connu : comment réagiront effectivement les populations situées à proximité des STEP et parcours routiers projetés ? Dans quelle mesure les ETS seront intéressés pour s'impliquer dans une gestion collective ? Cette dernière question soulève d'importantes incertitudes sur la situation financière, les mentalités et les intérêts plus ou moins conscientisés des ETS : c'est la raison pour laquelle la majeure partie des paramètres employés dans les modèles de simulation concerne ces acteurs externes (ALPHA, SVMAR, SVMIR, SVMAD, CTRANSF,...).
- L'information disponible est aussi porteuse d'imprécisions (exactitude très relative des volumes de rejets, résolution relativement grossière du modèle numérique de terrain et de la couverture de recensement, simplification du réseau routier,...). Mais cette incertitude sur l'exactitude est moins cruciale par rapport aux besoins de réalisme, de complétude et de cohérence spatiales : il ne s'agit pas de connaître le territoire en tout point de l'espace, mais d'appréhender la richesse et les dynamiques de ce territoire dans sa globalité [tableau 5.2]. On peut quand même chercher à cadrer cette incertitude en déterminant les domaines de variation des attributs et paramètres (tableau 10.1) sachant que certains intervalles sont connus par définition (ALPHA, CTRANSF,...), d'autres sont factuels (DEBIT, Recensement,...) et les derniers sont établis au fil du processus de planification par des études spécifiques (SVMAR, SVMAD,...).
- Par ailleurs, les modalités linguistiques d'appréhension de la problématique peuvent être sources d'incertitude dans la mesure où l'on a défini des dimensions (propension des ETS pour la gestion collective, vulnérabilité « démographique »,...) qui ne sont pas normalisées et qui sont non « normalisables » puisqu'elles concernent une problématique spécifique nécessitant un traitement informationnel spécifique. Autrement dit, pour mieux saisir les enjeux de la problématique, il est nécessaire de produire des informations chargées de sens « utiles », à partir des données « brutes » (c'est, d'ailleurs, la différence essentielle entre les cartes thématiques et les cartes d'inventaire). Le nombre élevé d'hypothèses (§ 8.2), nécessaires pour cadrer la pertinence des modèles de simulation, favorise l'émergence d'incertitude *sur* la compréhension globale (« holistique ») de ces modèles. Enfin l'apport d'information par les acteurs externes peut être plus ou moins crédible (essentiellement les attributs et paramètres intervenant dans la caractérisation de

la propension des ETS pour une gestion collective de leurs rejets), ce qui génère de l'incertitude.

Tableau 10.1 : Intervalles de variation des attributs et paramètres

Procédure « Gestion centralisée »		Procédure « Gestion groupée »	
Désignation	Intervalle de variation	Désignation	Intervalle de variation
DEBIT	Entre 0 et 7 095 000 m ³	DEBIT	Entre 0 et 7 095 000 m ³
ALPHA	Entre 0 et 1	SVMAR0	Initialement inconnu*
SVMAR	Initialement inconnu*	SVMAR1	Initialement inconnu*
SVMIR	Initialement inconnu*	POS	Hors propos
CTTRANSF	Entre 0 et 1	AREAvacg	Initialement inconnu**
CTTRANSF2	Entre 0 et 1	Population	Polygones de 0 à 20 845 habitants
SVMAD	Initialement inconnu*	ETS	Hors propos
POS	Hors propos	D ets	Initialement inconnu****
AREAvac	Initialement inconnu**	Vg mini	Initialement inconnu****
AREActso	Initialement inconnu**	D buffer	Initialement inconnu***
DISTvert	Initialement inconnu***	MNT	Entre 5 et 220 m
Population	Polygones de 0 à 20 845 habitants		
R	Initialement inconnu***		
Réseau	Hors propos		
ETS	Hors propos		
L	Initialement inconnu***		

* : à déterminer par enquête auprès des ETS ; ** : à déterminer par enquête auprès des professionnels des équipements de traitement des rejets ; *** : à déterminer ou justifier par les décideurs publics (données normatives) ; **** : à déterminer par analyse économique.

- Quant au décideur, ses capacités de traitement de l'information sont forcément plus ou moins limitées. A l'aide d'applications SIG, il ne s'agit pas seulement de remédier aux déficiences de mémorisation des informations, mais aussi d'aider à une meilleure compréhension systémique du phénomène à l'aide d'un modèle suffisamment réaliste [figure 5.2]. Cela implique d'interpréter plus ou moins ce modèle [tableau 5.2] et donc génère de l'incertitude, de même que de l'ambiguïté (d'ailleurs, par ces va-et-vient entre la conception et l'utilisation de l'application SIG, se développe une sorte de négociation plus ou moins formalisée entre le développeur et l'aménagiste). L'interprétation concerne la signification réelle à accorder aux attributs retenus : dans quelle mesure l'acceptabilité sociale des simulations réalisées est-elle correctement abordée par les indicateurs de vulnérabilité « démographique » ? Dans quelle mesure le point de vue des ETS est effectivement pris en compte via les paramètres tels que ALPHA, SVMAR, SVMIR, SVMAD ou CTTRANSF ?
- Même si la Théorie de la planification stratégique (§ 3.2) n'accorde pour ainsi dire pas de place à l'ambiguïté, nous avons déjà constaté que celle-ci était présente au niveau de l'interprétation. On la retrouve aussi dans l'appréhension du milieu physique pour lequel

on définit des dimensions difficilement comparables les unes par rapport aux autres (comment intégrer, par exemple, les coûts de transport et la vulnérabilité « démographique » sous la forme d'une note globale ? Peut-on mettre sur le même plan des considérations économiques et des aspects environnementaux ?). Avec le SIADRS proposé, le planificateur est amené à suivre une démarche intuitive qui consiste à évaluer globalement la faisabilité de la gestion collective, à l'aide des résultats « fragmentés » issus du SIADRS. Autrement dit, la structure du SIADRS proposé ne permet pas de transformer l'ambiguïté en incertitude. Et c'est au planificateur d'effectuer cette transposition lorsqu'il tente de répondre à la question en fin de procédure : *les résultats sont-ils satisfaisants ?* L'extériorisation cette transposition (ou encore son intégration dans le SIADRS), pourrait s'appuyer sur une méthode d'analyse multi-attributs qui, à l'aide de la notion de fonction d'utilité, permet de développer un référentiel commun à toutes les dimensions de la problématique.

Dans un tel contexte d'incertitudes plus ou moins irréductibles, il est demandé au développeur d'applications SIG de concevoir un SIADRS intégrant explicitement les incertitudes de telle sorte que celles-ci soient partie prenante dans la réflexion sur la faisabilité de la gestion collective [étapes 3, puis 4 de la figure 5.1].

Pour cela, l'information-process [étape 2.1 de la figure 5.1] met l'accent sur la redéfinition des paramètres qui permettent de tenir compte des incertitudes « analytiques » (sur les valeurs de données) et sur la réorganisation séquentielle des différents modules de sélection (coûts de transport, vulnérabilité « démographique », économies d'échelle), réorganisation qui permettent de tenir compte des incertitudes « systémiques » (sur les influences entre les différentes dimensions de la problématique environnementale).

Quant à la qualité requise de l'information-résultat [étape 2.2 de la figure 5.1], elle s'exprime, d'une part, en termes de réalisme, de cohérence, de complétude, d'opportunité et d'intelligibilité et, d'autre part, en terme d'interprétation, de projection et d'originalité [tableau 5.2]. On constate que les besoins en qualité de l'information sont contradictoires (voire dialectiques) :

- Le planificateur prend en main et manipule, en quelque sorte, l'outil « SIADRS » si bien que l'originalité de la problématique est progressivement atténuée (l'originalité étant liée à la complexité de la problématique et aux besoins en réalisme : par exemple, les travaux scientifiques en gestion des rejets s'intéressent rarement à l'intégration des points de vue internes -échelle microscopique- et externes -échelle macroscopique- à l'entreprise). Cette démarche permet de produire plus d'intelligibilité et de rendre la problématique plus compréhensible (soit à mieux saisir l'influence de la vision de l'entrepreneur sur la faisabilité de la gestion collective et inversement).
- La complétude recherchée n'est pas totalement accessible car elle est sujette à une interprétation plus ou moins réaliste de la problématique : si les données complètes sur le recensement de population permettent de calculer correctement les indicateurs de vulnérabilité « démographique » tels que définis, elles ne sont pas suffisantes pour estimer correctement (c'est-à-dire en évitant une interprétation trop erronée) l'acceptabilité sociale qui nécessiterait la réalisation de sondages d'opinion sur la réaction des populations vis-à-vis des options possibles de gestion collective. Ces sondages impliquent des investissements substantiels mais non pas tant relatifs à la qualité des données recherchées que relatifs à l'existence d'un minimum significatif de ces données [figure 5.2]. Notons d'ailleurs que le prisme d'interactions entre processus décisionnel et applications SIG [figure 5.2] pourrait suggérer improprement que les aspects coûts concernent plutôt le développement des SIT : or il existe bien des coûts substantiels et souvent irréductibles dans la conception d'un SIADRS et ce sont ceux relatifs au temps de programmation (un logiciel comme Arc-Info version Unix étant relativement peu convivial, même pour des informaticiens).
- Le planificateur doit travailler avec des données du présent (c'est-à-dire opportunes) car les interventions qu'il cherche à préciser à l'aide du SIADRS, s'appuient forcément sur l'existant ; cependant il doit aussi projeter sur le long terme (20 à 30 ans) son étude de faisabilité de la gestion collective compte tenu des investissements substantiels pour construire une station d'épuration collective ou/et un réseau de canalisations. La flexibilité du SIADRS [tableau 5.1] permet de remplacer les données de base par des projections (par exemple, la répartition de la population sur l'île de Montréal dans 20 ans ou, idéalement, la répartition et la production des ETS).

- Ce SIADRS possède les limites propres à la nature d'une planification stratégique : il ne peut être pertinent pour la phase ultérieure de planification opérationnelle, celle-ci demandant des études techniques et socio-économiques plus poussées. Ces études, préalablement cadrées par les résultats issus du SIADRS, permettent d'obtenir des données plus exactes, plus complètes, plus opportunes, moins incertaines, sans ambiguïté, bref des données se rapprochant des besoins en qualité de l'information utile à la conception d'un SIT [figure 5.2, tableaux 5.1 et 5.2].

10.3 Le SISARS relatif à la gestion des rejets d'ETM de la Vallée de l'Ondaine

Un organisme est supposé chargé d'animer une démarche collective d'élaboration d'un programme global de gestion territoriale des rejets industriels (§ 9.1). C'est un contexte de négociation tel que précisé au [tableau 5.1] car :

- On connaît la finalité de base qui consiste à améliorer la qualité environnementale du bassin versant de l'Ondaine, mais les objectifs, plus spécifiques, et les moyens d'y parvenir sont initialement flous. Dans le domaine des questions environnementales, une négociation a d'ailleurs tendance à débiter beaucoup plus en amont de la réflexion qu'une planification stratégique sans doute parce que les acteurs concernés doivent investir de manière substantielle dans la réflexion sur la définition d'un référentiel commun. Ce caractère confus est illustré par la diversité des critères (tableau 9.7) pour lesquels un débat approfondi doit être mis en œuvre : il est du ressort des acteurs que de faire émerger, collectivement et de manière plus ou moins chaotique, les articulations entre ces critères qui représentent autant de dimensions de la problématique à traiter, alors qu'en contexte de planification stratégique, ces articulations sont établies a priori avec, cependant, la possibilité de les modifier par rétroaction.
- En corollaire, la réalité n'est pas objective et n'existe pas a priori : elle est une construction qui perd de sa confusion au fil des débats, des prises de conscience individuelles et collectives, des changements plus ou moins admis de points de vue. La simulation de négociation présentée au § 9.4 montre la nature subjective du comportement des acteurs (les noyaux individuels sont différents) : ces acteurs font leurs choix en fonction de leurs perceptions, de leurs valeurs et de leurs intérêts (par opposition au profil-

type de l'observateur positiviste) et peuvent aspirer à atteindre non pas l'objectivité, mais l'intersubjectivité.

- En conséquence, en négociation coopérative, les comportements des acteurs ne sont ni réactifs, ni proactifs, mais plutôt interactifs. C'est pourquoi la méthode d'aide à la négociation propose une construction coopérative d'un noyau collectif des options préférées (§ 9.2.2.3), construction basée sur une appréhension collective de l'ambiguïté (négociation sur les options incomparables à retenir, résolution collective des éventuels circuits dans les noyaux, influences collectives sur la robustesse des noyaux individuels). « Naviguer » collectivement à travers cette ambiguïté est aussi une manière de se dégager des contraintes (déterminant en quasi-totalité des activités de gestion) pour favoriser la créativité et l'émergence d'opportunité.
- Une telle approche décisionnelle, fondée sur la confrontation coopérative, exige un maximum de liberté collective, autrement dit une flexibilité importante du processus décisionnel (le modèle opératoire présenté au § 9.2.2.3 peut être d'ailleurs mal perçu par certains acteurs qui verraient, dans cette planification du processus de négociation, une atteinte à cette liberté collective). Le SIG s'avère particulièrement utile grâce à sa flexibilité d'emploi.

Cet organisme animant le processus de négociation doit participer à la gestion des incertitudes et surtout des ambiguïtés, de manière appropriée [étape 1 de la figure 5.1] :

- De la confrontation des approches individuelles de la problématique environnementale, se dégage la nature « kaléidoscopique » et donc ambiguë de la réalité. On pourrait proposer aux acteurs de dessiner leur perception du territoire, sous forme cartographique. A titre indicatif et spéculatif, compte tenu des logiques d'acteur (§ 9.4.1.2), on pourrait obtenir, en première analyse, les descriptions suivantes :
 - L'acteur X, conseiller municipal de la commune de Firminy, pourrait avoir tendance à exagérer les dimensions de son territoire et élaborerait alors une carte sur laquelle le polygone représentant le territoire de la commune de Firminy serait plus grand par rapport à la réalité administrative tandis que les polygones correspondant aux autres

communes seraient plus petits (la surface étant plus ou moins proportionnelle à la « quantité » de connaissances et d'intérêts de X, quantité associée à chaque commune) avec des informations spatialisées tout aussi disproportionnées (connaissances respectivement plus précises et plus agrégées sur l'emplacement des ETM et des usages du territoire au sein de la commune, d'une part, et en dehors de la commune, d'autre part) : les données seraient alors inexactes, incomplètes et incohérentes par rapport à la description objective du territoire, mais réalistes et interprétatives par rapport aux préoccupations de X, ainsi que représentatives d'une dialectique entre les intérêts propres à la commune de Firminy et la nécessité de trouver des solutions intercommunales pour des raisons de coûts (la construction du collecteur intercommunal en est un exemple) [tableau 5.2].

- L'acteur Y, représentant du Syndicat professionnel des établissements du travail des métaux, inscrirait, dans un polygone correspondant au bassin industriel (longeant l'Ondaine), des données essentiellement d'inventaire (position des ETM, des zones industrielles, données partielles et parcellaires sur les usages du territoire au voisinage des activités industrielles, réseaux routier et d'assainissement) : les données seraient alors incomplètes par rapport à la richesse effective du territoire, mais interprétatives par rapport aux préoccupations plutôt quotidiennes des ETM [tableau 5.2].

- L'acteur Z, représentant d'un service administratif de l'Etat, retiendrait les limites du bassin versant, en conformité avec la vision nationale publique de la gestion des ressources en eau, avec des données sur le territoire et les activités industrielles à risque (réseau hydrographique, nappes souterraines et qualité de l'eau, temps de transfert hydrogéologique, infrastructures, installations classées et zones industrielles) : les données seraient alors relativement incomplètes du point de vue de la richesse du territoire, mais complètes et cohérentes du point de vue de la mission de l'acteur Z interprétée par celui-ci (forte conformité d'usage, mais faible qualité des données (§ 4.2)) [tableau 5.2] ; en combinant données thématiques (qualité de l'eau, temps de transfert hydrogéologique,...) et données d'inventaire (réseau hydrographique, nappes souterraines, infrastructures, installations classées et zones industrielles,...) on obtient un certain compromis entre originalité et intelligibilité de l'information, ce qui n'est pas sans rappeler les besoins propres à un planificateur, l'acteur Z pouvant être considéré comme tel [tableau 5.2 et figure 5.2].

La figure 10.1 illustre les différences (fictives) de limites territoriales des réalités kaléidoscopiques des acteurs X, Y et Z.

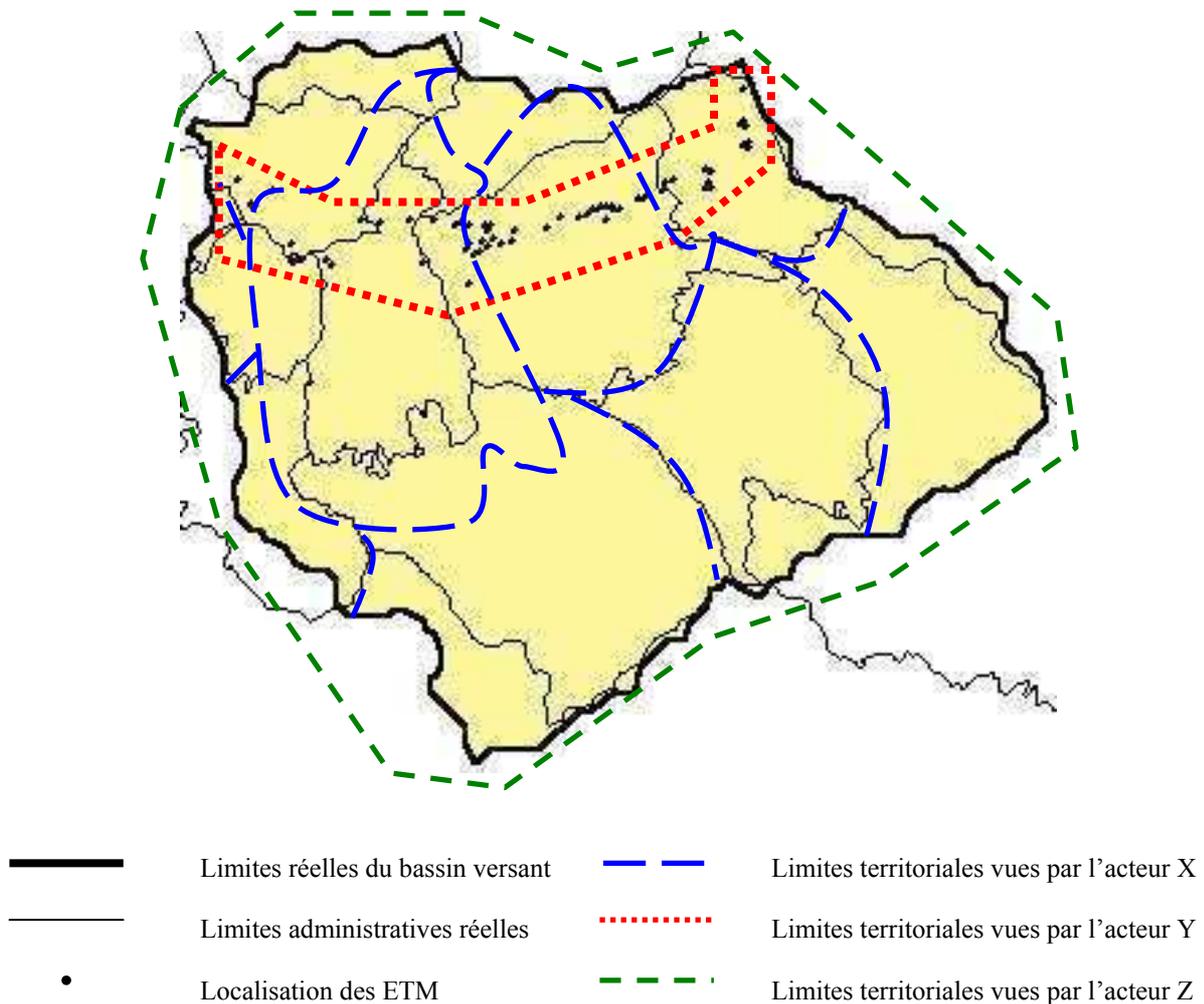


Figure 10.1 : Limites territoriales (fictives) prises en compte par les acteurs X, Y et Z

- Le comportement de l'environnement socio-politique génère des ambiguïtés : si la réglementation environnementale est très précise sur les normes à respecter et les actions juridiques prévues, des raisons financières et politiques locales ne poussent pas les autorités publiques à la mettre en application de manière systématique et inconditionnelle ; cette ambiguïté favorise autant le statu quo que la négociation de solutions originales entre les ETM.
- L'information disponible est aussi porteuse d'ambiguïté : un premier exemple concerne les limites territoriales initialement déterminées par les acteurs (figure 10.1), information qui peut produire certains malentendus dans les débats, mais aussi déclencher des prises

de conscience intéressantes (le comportement transfrontalier de la pollution aquatique pour l'acteur X, la dynamique hydrologique d'un bassin versant pour l'acteur Y, les préoccupations locales pour l'acteur Z). A ce propos, on pourrait croire qu'entre le compromis à rechercher en contexte de planification stratégique (réalisme versus compréhension du modèle) et celui en contexte de négociation (représentativité versus efficacité de l'information) [figure 5.2], il n'existe pas de différence fondamentale. Or, si la compréhension du modèle s'appuie, entre autre, sur sa cohérence a priori, il en est autrement en contexte de négociation pour lequel la cohérence est obtenue en fin de processus, a posteriori, lorsque les ambiguïtés se sont dissipées « d'elles-mêmes » ; en fait, l'efficacité de l'information ne repose pas tant sur sa clarté et sa compréhension (le temps d'une négociation permettant d'assimiler une information dont la complexité est pratiquement irréductible), que sur son « attractivité » en rapport avec les intérêts plus ou moins conscientisés des acteurs. Un autre exemple d'ambiguïté informationnelle se retrouve au niveau de la signification de certains critères sachant que ceux-ci doivent être représentatifs de la diversité des points de vue, mais aussi efficaces en permettant au processus de négociation de progresser vers un accord consensuel [tableau 5.1 et figure 5.2]. Ainsi, plusieurs interprétations peuvent être envisagées pour les critères suivants :

- Les investissements : chaque acteur aura, vraisemblablement et dans un premier temps, tendance à ne considérer que la part d'investissements en rapport avec ses responsabilités et les revenus escomptés.
- Les déséconomies d'échelle : les impacts néfastes sur le marché foncier, sur l'organisation des activités industrielles et sur la circulation routière intéresseront plutôt et respectivement les acteurs X, acteurs Y et Z.
- L'acceptabilité sociale : elle concernera plutôt les administrés communaux, pour l'acteur X, le voisinage, pour l'acteur Y, les habitants du bassin versant et ceux situés en aval, pour l'acteur Z.
- L'équité des risques : elle sera plutôt évaluée par rapport à l'ensemble des activités installées sur la commune, pour l'acteur X, par rapport à la situation financière et le type de production de chaque ETM, pour l'acteur Y, par rapport à l'ensemble des ETM implantés dans le bassin versant, pour l'acteur Z.

- La masse d'information associée à cette problématique environnementale rend celle-ci confuse (on a répertorié plus de 100 critères en décomposant cette problématique en critères non ambigus). Sa gestion est particulièrement délicate : il ne s'agit pas, pour les acteurs, « d'absorber » une quantité d'information d'autant plus volumineuse que l'on souhaitera acquérir une représentation objective de la réalité (au prix d'un accroissement des coûts, mais aussi d'un accroissement de l'ambiguïté au point d'handicaper les débats) ; il s'agit plutôt d'aider les acteurs à « naviguer » à travers cette masse d'information en faisant en sorte que la fraction d'information entre leurs mains possède une représentativité qui leur semble correcte, par rapport aux besoins du moment (cette représentativité variant en cours de négociation) : d'où l'intérêt des systèmes d'information très flexibles comme les SIG qui permettent de « projeter » à tout moment une information dans le débat et ainsi de réactiver rapidement l'opportunité de cette information [tableaux 5.1 et 5.2]. On constate, en passant, que les coûts inhérents à un tel processus de négociation environnementale sont réels, mais ne s'expriment pas tant en terme de qualité des données (comme en contexte de gestion) ou en terme de temps de programmation (comme en contexte de planification stratégique), plutôt en terme de moyens financiers, humains et temporels (« temps de réunion ») relatifs aux activités continues d'apprentissage et de communication [figure 5.2].
- Les modalités linguistiques de communication peuvent aussi induire des ambiguïtés : le secteur du travail des métaux englobe une grande diversité d'activités et donc une certaine complexité dans la définition des objectifs et des résultats attendus (mais il est difficile de faire autrement : plus on recherche un ensemble d'entreprises aux activités similaires afin de s'assurer d'une certaine homogénéité dans la composition des rejets industriels, plus on réduit le nombre d'établissements candidats et donc les économies d'échelle potentielles). En outre, la transmission d'information par les acteurs internes au processus de négociation peut engendrer des ambiguïtés notamment lorsque les ETM sont hésitants au regard de leur propre production.
- Un contexte de négociation est particulièrement propice à l'émergence d'ambiguïté, ne serait-ce que parce qu'il y a plus d'un décideur : cela concerne le mandat et les objectifs des acteurs (par exemple, revitaliser le tissu économique pour l'acteur X, réduire les coûts de production pour l'acteur Y, améliorer la qualité globale de la ressource en eau pour l'acteur Z), le comportement des acteurs (par exemple, « actif » pour l'acteur X,

« prudent » pour l'acteur Y et « visionnaire » pour l'acteur Z (§ 2.2)). C'est pourquoi la méthode d'aide à la négociation proposée ne s'appuie sur aucune description de profils socio-professionnels établis a priori (ce sont aux acteurs de construire et partager leur profil socio-professionnel [tableau 5.1]).

- La complexité de la problématique de gestion collective des rejets industriels génère inévitablement des idées préconçues que la méthode d'aide à la négociation proposée cherche à consolider ou à estomper (en phase de construction du noyau collectif).
- Il existe bien entendu beaucoup d'incertitudes sur l'état réel du milieu physique, d'incertitudes générées par les ambiguïtés émises par les services publics responsables du contrôle réglementaire, d'incertitudes sur la collecte des données caractérisant les rejets industriels,... Mais, un contexte de négociation coopérative n'a d'intérêt que si les acteurs impliqués acceptent ces incertitudes sans trop se focaliser sur celles-ci et profitent des ambiguïtés, mises en valeur par le SISARS, pour construire collectivement des pistes d'accord consensuel dans la mesure du possible [tableau 5.1] : la définition de l'information de veto (§ 9.3.1) est d'ailleurs prévue dans la méthode d'aide à la négociation dans le but d'intégrer éventuellement une règle plus ou moins équivalente au principe de précaution (ce principe entérinant, semble-t-il, la nécessité de respecter une certaine incohérence dans la prise de décision [tableau 5.2] : par exemple, si la logique des économies d'échelle favorise a priori la gestion centralisée des rejets, il est parfois plus sécuritaire de proposer une gestion groupée pour des ETM situées en zone très vulnérable). Autrement dit, contrairement au contexte de planification stratégique et surtout de gestion, les incertitudes ne sont plus vraiment externes au décideur -dans quelle mesure les informations à sa disposition sont-elles fiables?-, mais plutôt internes au décideur -dans quelle mesure le décideur accepte-t-il de risquer une prise de décision? - (§ 2.3), ce que le système de poids des critères employés dans la méthode d'aide à la négociation permet de prendre en compte. Cela renvoie aussi à la nature d'un tel processus décisionnel qui combine des aspects politiques et scientifiques [tableau 5.1].

Dans un tel contexte d'ambiguïtés et d'incertitudes, il est demandé au développeur d'applications SIG de concevoir un SISARS favorisant une appréhension et une manipulation constructives de ces ambiguïtés [étapes 3, puis 4 de la figure 5.1].

Pour cela, l'information-process [étape 2.1 de la figure 5.1] met l'accent sur les besoins informationnels calqués sur le cheminement communicationnel à travers les phases d'une négociation type (SIT, SDCC, SCSA et SRCC : tableau 9.3 et figure 9.2) et non sur un cheminement orienté vers des objectifs connus a priori (contrairement aux contextes de gestion et de planification stratégique) [tableau 5.1]. Cette information-process s'appuie aussi sur les principes du jeu de rôle en mettant, à la disposition des acteurs, les ingrédients (règles, critères, poids et options) et un modèle opératoire (§ 9.2.2.3) qui contribuent au travail d'émergence et de consolidation des articulations entre les systèmes individuels de préférences sans effectuer ce travail (du ressort des acteurs).

Quant à la qualité requise de l'information-résultat [étape 2.2 de la figure 5.1], elle respecte la nécessité de fournir des représentations réalistes de la problématique environnementale, représentations de nature doublement systémique [tableau 5.2] : d'une part, le territoire se décline selon de nombreuses dimensions (comme en planification stratégique), dimensions qu'il s'agit de comparer à l'aide d'un référentiel propre à chaque système individuel de préférences et de manière qualitative ; les valeurs de critères et de poids sont alors plus ou moins inexactes, incomplètes, incohérentes et inopportunes, mais relativement intelligibles aux yeux de l'acteur ayant réalisé son analyse multi-critères ; cependant, en principe, la qualité de l'information va en croissant au fil du processus de négociation par transfert plus ou moins informel d'information et par confrontation et ajustement des schémas cognitifs individuels. D'autre part, le contexte de négociation (plus spécifiquement la phase de construction du noyau collectif) met en confrontation les différents référentiels (§ 9.4.1.3) si bien que la qualité de l'information manipulée devient plus ou moins réaliste, interprétative, dialectique et originale par rapport aux valeurs et intérêts des acteurs.

Afin d'illustrer les différences informationnelles (process et résultat) entre les trois contextes décisionnels dans lesquels s'inscrivent les applications SIG exposées dans ce mémoire de thèse, la méthode retenue de calcul des risques (§ 9.3.2.5) est ainsi justifiée :

- Parce qu'un processus de négociation comme celui étudié (un programme de gestion intégrée des rejets industriels) concerne des acteurs issus de différents horizons en terme de culture de métier, l'emploi de techniques mathématiques ardues ne semble pas primordiale. Par exemple, il n'est pas particulièrement nécessaire de faire appel à un

modèle numérique puissant de simulation des écoulements, modèle qui tiendrait compte de la nature des sols, de la composition des polluants, de l'hydrodynamique des nappes aquifères,... (par contre, ce modèle serait sans doute intéressant en contexte de gestion, voire de planification stratégique).

- Les acteurs ont essentiellement besoin d'indicateurs de risque qui puissent être confrontés à d'autres indicateurs [tableaux 5.1 et 5.2]. Cela signifie que développer des indicateurs de risques plus exacts, en termes de résultats et de méthode, n'a de sens que si les autres indicateurs (sur les économies d'échelle, la compatibilité des usages du sol, l'occurrence d'un déversement,...) font aussi l'objet d'une même attention. C'est d'ailleurs tout à fait envisageable *en cours* de négociation.
- La diversité de provenance des acteurs, leur fonction et leur mandat socio-professionnels tendent à favoriser une négociation sur des principes et non sur des actions particulièrement concrètes qui exigent vraisemblablement un travail multidisciplinaire entre experts dont l'implication sera effective en cas de réussite de la négociation et en aval de cette négociation. Autrement dit, le choix de la méthode de calcul des risques doit dépendre du degré de pertinence recherchée de l'information-résultat, ce degré dépendant essentiellement du niveau de réflexion du processus de négociation, c'est-à-dire un niveau plutôt stratégique qu'opérationnel.
- Comme la notion d'indicateur se définit communément comme une variable dont certaines valeurs sont significatives (c'est-à-dire qui renseignent), un indicateur n'a pas pour objet de décrire exactement une dimension particulière d'un phénomène donné, mais de qualifier cette dimension en rapport avec un besoin particulier qui détermine le caractère significatif de cet indicateur. L'emploi de tels indicateurs dans un processus de négociation (et éventuellement un processus de planification stratégique) paraît donc pertinent. Par contre il serait beaucoup plus délicat de s'en servir dans un contexte de gestion (§ 10.1) qui exige une connaissance approfondie des procédés industriels de chaque entreprise, des occurrences de dysfonctionnement et de déversement, des phénomènes de propagation des flux de pollution,... [tableaux 5.1 et 5.2].

- En négociation, la pertinence de tel ou tel critère est moins du ressort des experts que de celui des décideurs qui, plus ou moins explicitement, souhaitent que les critères intègrent non seulement une « certaine » réalité de la problématique à résoudre, mais aussi (et surtout) une « certaine » représentativité de leurs valeurs et intérêts [tableaux 5.1 et 5.2]. Autrement dit, si, en contexte de gestion, la fiabilité des résultats, démontrée scientifiquement (dans son sens positiviste), est essentielle, en contexte de négociation, c'est la crédibilité des résultats qui compte, crédibilité qui est du ressort de l'expert (dans le sens constructiviste). Par conséquent, la vulnérabilité (issue de la qualité de l'eau) qui dépend d'enjeux exprimés par les décideurs, est forcément subjective (ou intersubjective) puisqu'elle évoque des visions plus ou moins contradictoires sur la manière de gérer ou de développer l'objet cible du risque (la ressource en l'eau). Ce critère revête alors une valeur plus normative que descriptive, intéresse plus un acteur qu'un observateur, le premier désirant s'investir dans le développement d'un territoire selon ses valeurs propres et plus ou moins partagées par les autres acteurs, et le second souhaitant transcrire sa perception de la réalité avec le plus d'objectivité et de neutralité possibles.
- Enfin la signification des unités des résultats de ces calculs de risque peut être difficilement justifiable en *valeur absolue* (que signifie un risque statique R_s exprimé en $m^3 \times \text{jour}$ et pondéré par des paramètres adimensionnels -une probabilité et une qualité de l'eau- ? Que signifie un risque mobile R_d exprimé en $m^3 \times m \times \text{jour}$ et pondéré par des paramètres adimensionnels -une probabilité et une qualité de l'eau- ?). Cependant, cette méthode de calculs permet de comparer chaque option *relativement* aux autres options de gestion des rejets industriels et la signification dimensionnelle des résultats importe peu pour une méthode d'analyse multi-critères à agrégation partielle qui cherche à gérer des préférences. Ces considérations d'unité soulèvent le débat de la valeur scientifique d'une information qualitative par rapport à celle d'une information quantitative. Et sans polémiquer à ce sujet, on peut accepter qu'une information qualitative soit pertinente dans un contexte décisionnel spécifique comme la négociation [tableau 5.1] : il est en effet plus convivial de qualifier la qualité de l'eau par des niveaux « bon, moyen et mauvais » à partir d'un indicateur comme l'IBG (Indice Biologique Global) que de la caractériser à l'aide de cet indicateur sans doute à teneur plus scientifique (du point de vue positiviste).

10.4 Conclusion sur la pertinence du guide d'aide à la pratique des SIRS

A la lecture des précédents argumentaires qui établissent des liens entre les outils d'aide à la pratique des SIRS (§ 5) et des contextes décisionnels recourant à des applications SIG en gestion des rejets industriels, on constate que ce guide ne fournit pas de « recettes procédurales » que l'on pourrait suivre, pas à pas, de manière systématique. Il paraît en effet très délicat de normaliser les procédures de développement et d'utilisation d'un SIRS, compte tenu de la diversité des contextes décisionnels (comme la gestion, la planification stratégique et la négociation), des situations institutionnelles (comme celles de la Communauté Urbaine de Montréal et du bassin versant de l'Ondaine) et des réalités territoriales (en termes d'échelle géographique, d'activités et d'usages,...).

En acceptant de considérer ce guide d'aide à la pratique des SIRS d'un point de vue conceptuel et didactique, plutôt qu'opérationnel, on évite la tentation du dogmatisme dans la gestion des tâches de développement et d'utilisation d'un SIRS : **autrement dit, ce guide accompagne plus qu'il ne dirige les activités du développeur et de l'utilisateur de SIRS, ces derniers demeurant seuls maîtres de la structure, du contenu et de la dynamique associés des applications SIG.**

Cependant ce refus de la normalisation s'exprime à différents degrés selon le type de contexte décisionnel. En effet, en contexte de gestion, on peut s'attendre à élaborer des procédures généralisables de traitement de l'information parce que celles-ci sont essentiellement destinées à fournir des représentations objectives de la réalité physique (par exemple, le comportement hydrodynamique des réseaux d'assainissement) et, de ce fait, parce qu'elles s'appuient sur une notion elle-même très codifiée de la qualité de l'information (l'exactitude, la cohérence, la complétude, l'opportunité et l'intelligibilité font l'objet de définitions « universellement » admises et de méthodes mathématiques de mesure, à l'inverse du réalisme, de la dialectique, de l'interprétation, de la projection et de l'originalité qui demeurent des notions intrinsèquement subjectives puisqu'elles s'évaluent par rapport à un acteur déterminé en fonction d'un schéma cognitif propre et influencé par des perceptions, valeurs et intérêts spécifiques). En contexte de planification stratégique, comme on s'appuie forcément sur des critères descriptifs et objectifs du territoire, une partie des procédures de traitement de l'information est généralisable ; par contre, les intentions relatives au développement du territoire étant essentiellement normatives, les procédures correspondantes

de traitement de l'information sont très difficiles à répliquer. Enfin, en contexte de négociation, il paraît plutôt inconcevable de proposer des procédures de traitement de l'information imitées de procédures employées dans une autre situation même si certaines de ces procédures sont scientifiquement répliquables (dans son sens positiviste), cela parce que les acteurs concernés souhaiteront vraisemblablement demeurer maîtres de leurs prérogatives (la référence à des expériences « étrangères » est cependant toujours envisageable, mais à titre informationnel et/ou pour développer des argumentaires).

Ce guide d'aide à la pratique des SIRS cherche à développer d'abord un état d'esprit approprié, basé sur la prise de conscience du rôle de l'incertitude et de l'ambiguïté dans la prise de la décision, cela afin d'éviter que les développeurs et les utilisateurs d'applications SIG ne se focalisent exclusivement sur les questions purement informatiques et sur la problématique territoriale à résoudre. Ce guide cherche à faciliter l'assimilation de cet état d'esprit qui passe par une phase d'apprentissage impliquant une certaine remise en question des rapports du concepteur et du décideur avec leur environnement (dans son sens général), de leurs pratiques et sans doute de leurs schémas cognitifs.

En définitive, le maître-mot résumant la manière d'aborder un tel guide est sans doute le terme de **pratique** : dans les tâches de développement et d'utilisation d'un SIRS, on peut difficilement se contenter de savoirs issus de l'observation scientifique (dans son sens positiviste), d'une part, parce que la complexité des problématiques décisionnelles en aménagement du territoire confère, à ces savoirs, une valeur relative, d'autre part, parce qu'il existe toujours un certain clivage entre l'observation, s'appuyant sur une certaine objectivité, et l'action, indissociable d'une certaine subjectivité, parce qu'enfin la prise de décision dans un cadre scientifique s'accompagne toujours d'une certaine confrontation ambiguë entre la recherche du vrai et celle de l'utile (§ 11).

D'un point de vue épistémologique, la « recette » est au positivisme ce que le guide est au constructivisme : **si la première s'appuie implicitement sur la notion d'universalité, le second s'apparente à un matériau à partir duquel les développeurs et utilisateurs de SIRS « créent » des réponses à leurs besoins spécifiques**. Nous avons clairement choisi de privilégier la seconde approche.

Chapitre 11 :

Synthèse et perspective

Ce dernier chapitre propose un retour sur la démarche de thèse (§ 11.1) afin de vérifier la pertinence de l'hypothèse de base : « l'optimisation de la pratique d'un SIRS passe par une prise en compte explicite et formalisée des rapports entre, d'une part, les modalités de traitement de l'information et, d'autre part, les modalités du processus décisionnel concerné ».

Pour cela, sont discutés les fondements théoriques du guide d'aide à la pratique des SIRS exposé au § 5 : les concepts d'incertitude et d'ambiguïté sont replacés par rapport aux obstacles qu'ils génèrent, et aux principales théories de la planification ; la pratique des SIRS est positionnée par rapport à la dialectique entre rationalisme et pragmatisme. Puis les outils et grilles d'analyse qui constituent le guide d'aide à la pratique des SIRS, sont évoqués pour expliciter dans quelle mesure leur confrontation avec les études de cas analysés au § 10 a permis de vérifier l'hypothèse de base et pour conclure sur le rôle essentiellement exploratoire de celle-ci. Enfin les applications SIG présentées aux § 7, 8 et 9 sont succinctement décrites pour en tirer leur pertinence du point de vue des considérations informationnelles et de celui de la problématique de l'assainissement industriel.

Dans un second temps, des avenues de recherche sont suggérées (§ 11.2) : elles concernent l'approfondissement du cadre conceptuel relatif à la pratique des SIRS (l'intégration des méthodes d'estimation de l'incertitude et de l'ambiguïté, de la dialectique rationalisme/pragmatisme, de questionnaires guidant l'analyse informationnelle), l'amélioration de la méthode d'aide à la négociation (notamment l'introduction de l'approche des systèmes multi-agents dans une perspective de visualisation des confrontations) et l'approfondissement de la problématique de l'assainissement industriel (l'acquisition de données plus pertinentes, l'amélioration de certains critères d'évaluation, la prise en compte des logiques d'acteurs,...).

Ce chapitre qui résume la pertinence du guide d'aide à la pratique des SIRS, s'achève par une remarque générale sur la nécessité de construire des partenariats multidisciplinaires afin de renforcer l'efficacité des projets et des pratiques en géomatique.

11.1 Retour sur la démarche

Dans cette thèse, nous nous sommes efforcés de tenir compte de l'ensemble des ingrédients intervenant dans un processus décisionnel en aménagement du territoire (figure 11.1) : la pratique des SIRS, la problématique environnementale à résoudre et les acteurs concernés par cette problématique. Plus précisément, tout en évoquant simultanément certains profils de décideurs (gestionnaire, planificateur et négociateur), nous avons axé concrètement notre recherche sur les rapports entre pratique des SIRS et problématique environnementale (l'assainissement industriel). Ces deux pôles correspondent à la double entrée de cette thèse, soit respectivement la partie A et la partie B (d'où le choix du titre de thèse qui explicite l'interdépendance entre la pratique des SIRS et une problématique environnementale comme l'assainissement industriel).

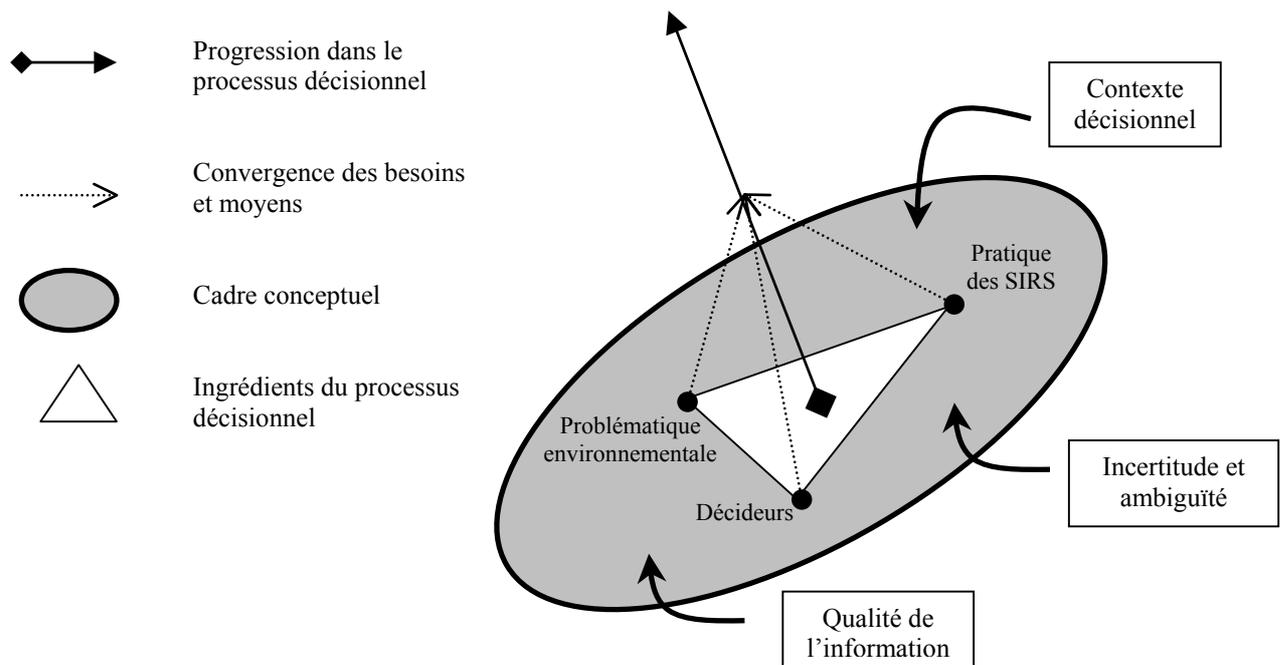


Figure 11.1 : Illustration des éléments de la démarche de thèse

Par ailleurs, ces rapports s'inscrivent dans un cadre conceptuel qui définit les principales notions intervenant dans les réflexions sur l'aide à la décision : l'incertitude, l'ambiguïté, la gestion, la planification stratégique, la négociation, la flexibilité du processus informationnel et la qualité de l'information. Enfin l'analyse de ces rapports permet d'explorer l'hypothèse de base présentée au § 1 et « incarnée » par le guide d'aide à la pratique des SIRS :

« l'optimisation de la pratique d'un SIRS passe par une prise en compte explicite et formalisée des rapports entre, d'une part, les modalités de traitement de l'information et, d'autre part, les modalités du processus décisionnel concerné ».

Dans ce qui suit, sont présentées les différentes facettes du travail de recherche dans le but de conclure sur les tenants et aboutissants de l'hypothèse de base.

11.1.1 Pertinence de l'incertitude et de l'ambiguïté au regard des contextes décisionnels

L'incertitude et l'ambiguïté sont deux concepts à la fois si abstraits et si intuitifs qu'ils parviennent, plus ou moins sournoisement, à prendre corps par « percolation » dans les considérations informationnelles (flexibilité de l'information-process et qualité de l'information-résultat). Le premier se définit comme la différence résultante entre l'information disponible et l'information « espérée » par rapport à un schéma cognitif, et le second, comme la résultante de l'interprétation indécise de schémas cognitifs différents et légitimes.

Ce sont deux phénomènes à la fois omniprésents et marginaux dans les activités scientifiques parce qu'ils dérangent sans doute le besoin foncièrement humain de maîtriser son environnement et son devenir.

En effet, d'une part, **l'ambiguïté et surtout l'incertitude produisent un sentiment d'insécurité** qui déstabilise les convictions, incite, presque par mégarde, à une certaine introspection rarement agréable, renvoie à la contingence de la réalité (à cet égard, la discrimination faite entre incertitude interne et incertitude externe au décideur (§ 2.3) n'est-elle d'ailleurs pas un compromis plutôt « diplomate » entre une philosophie qui vise la maîtrise de l'incertitude en soi, et celle qui rejette cette incertitude hors de soi ?).

D'autre part, **l'incertitude et surtout l'ambiguïté freinent l'action**, la prise de décision, l'engagement du décideur, spécialement dans nos sociétés occidentales qui mettent progressivement en place des mécanismes de démocratie locale, mécanismes favorisant une

certaine confusion entre le domaine politique et le domaine scientifique (au point de pouvoir actuellement se demander ce qui est du ressort scientifique, et ce qui ne l'est pas).

Enfin, sans doute en corollaire des deux premières raisons, **l'incertitude et l'ambiguïté jettent** un voile, de plus en plus difficile à ignorer, sur les fondements épistémologiques **classiques de la science : le paradigme positiviste** qui admet l'existence d'une réalité objective, indépendante de son observateur, et qui exige, de cet observateur, une attitude neutre, gratuite, excluant valeurs, émotions et intérêts, au point d'en devenir désincarnée et peut-être utopique.

L'incertitude que les sciences de l'organisation étudient formellement depuis les années 50, est un concept reconnu au sein de la communauté scientifique au travers de diverses méthodes d'estimation (analyse statistique, mesure de la propagation d'erreur, analyse de sensibilité et de robustesse,...). Il n'en est pas de même avec **l'ambiguïté, concept rarement évoqué** et explicité, excepté chez certains chercheurs en sciences de l'organisation, en linguistique et en médecine. Pourtant l'histoire contemporaine des Théories de la planification semble témoigner du besoin grandissant d'intégrer le concept d'ambiguïté dans les réflexions théoriques, mais aussi dans les applications pratiques relatives à l'aide à la décision.

En effet, la **planification rationnelle** avait la prétention de tout prévoir en amont du processus de décisionnel au point de supprimer l'intervention du décideur humain pendant le processus décisionnel. Nous avons cependant vu au § 3.1 que cette théorie avait sa place en contexte de gestion parce que ce dernier se caractérise par des objectifs très cadrés et non équivoques, parce qu'il s'inscrit dans des comportements humains réactifs face à une réalité territoriale fragmentée en autant de disciplines scientifiques que de systèmes descriptifs déterminés par des lois universelles.

Puis, à la lumière des divergences entre les prévisions et les réalisations, il a fallu intégrer, dans le processus décisionnel, la notion d'incertitude qui officialisait la nécessité de prendre en compte les impondérables externes et notamment les attitudes d'acteurs ne participant pas directement à la prise de décision, mais influençant significativement le succès de cette décision : c'est la naissance de la **planification stratégique** (§ 3.2) qui témoigne d'une première atteinte à la posture « absolutiste » de « l'homme économique », sans néanmoins

explicitement introduire les dimensions proprement humaines du décideur puisque l'incertitude prise en compte s'avère essentiellement externe à celui-ci. Nous avons cependant vu au § 8 que la planification stratégique avait sa place dans un contexte où les acteurs externes sont nombreux, mal organisés et représentés, cela pourvu que les objectifs soient suffisamment cadrés en amont du processus.

Enfin, une conjonction d'événements (disparition de l'Etat-providence, apparition du syndrome NIMBY, développement de partenariats divers,...) s'est soldée par un mouvement nécessaire d'intégration effective des acteurs externes dans les processus décisionnels et, en conséquence, par la « complexification » de ces derniers, s'accompagnant de son cortège d'ambiguïté : la **planification justificative** et la **planification communicationnelle** (§ 3.3) qui expliquent la nature et la dynamique d'un processus de négociation, témoignent de cette mouvance en faveur de la posture « relativiste » de « l'homme communiquant », par opposition à celle de « l'homme économique ». On a pu cependant voir au § 9 un exemple « hybride » de méthode d'aide à la négociation basée sur l'apport de connaissances scientifiques, dans un premier temps, fragmentées et, dans un second temps, collectivement articulées par la conjugaison des discours individuels des différents acteurs.

La figure 11.2 illustre ce déplacement de la cible faisant l'objet de l'attention des acteurs.

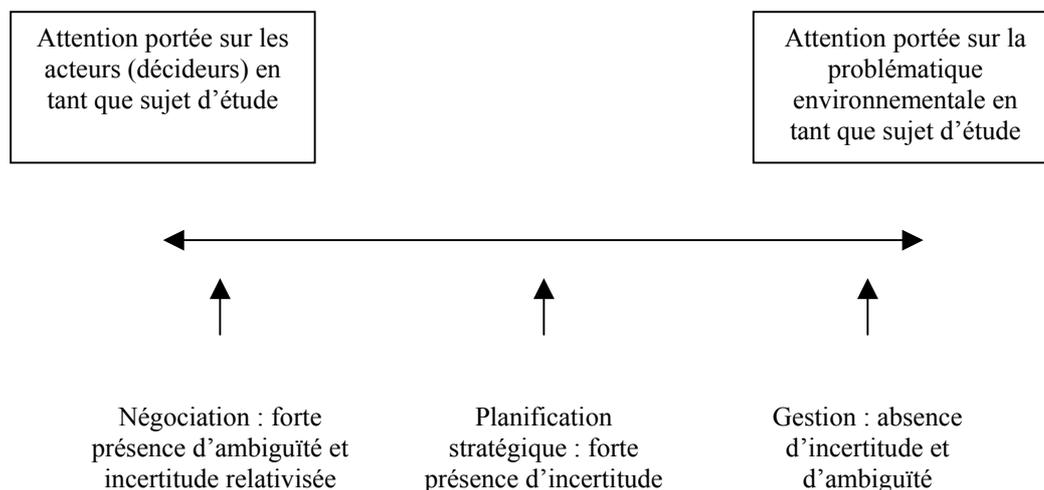


Figure 11.2 : Classification des contextes décisionnels en fonction de leur cible

Que ce soit par causalité ou par simultanéité, la prise en compte relativement récente des questions environnementales profite de la mise en place formelle de ces nouvelles structures

décisionnelles de type coopératif (leur forme achevée étant peut-être la gouvernance (§ 11.2)) et inversement. Cette interaction synergique entre problématiques environnementales et modalités d'intervention de l'être humain sur son environnement permet de proposer un parallèle fructueux entre la question de la pluridisciplinarité scientifique et celle du multiculturalisme de métier et de nation² : en adoptant une posture plutôt constructiviste dans le domaine de l'aide à la décision relative aux problématiques environnementales, **on pourrait appréhender chaque discipline scientifique de la même manière qu'une langue, c'est-à-dire comme des systèmes construits, intersubjectifs et évolutifs propres à une communauté d'êtres humains**. Autrement dit, de même que les grandes questions environnementales transfrontalières exigent des approches multiculturelles de négociation, la pluridisciplinarité effective devrait s'accompagner d'une démarche de négociation, idéalement coopérative : ce qui légitimerait une ouverture effective sur l'incertitude et l'ambiguïté³.

En tout cas, les argumentations ci-dessus justifient l'introduction dans ce projet de thèse par les « portes » de l'incertitude et de l'ambiguïté, par la voie de l'information en tant que process et résultat (même si ces thématiques ne sont pas, à proprement parler, du ressort primordial des disciplines de l'aménagement et des sciences pour l'ingénieur). En effet, ces thématiques s'avèrent d'un intérêt très général, bien qu'évoqués à différent degré selon les problématiques de recherche. Elles correspondent aux fondements conceptuels du guide d'aide à la pratique des SIRS (§ 5) proposé et discuté dans cette thèse.

11.1.2 La pratique des SIRS au confluent du rationalisme et du pragmatisme

Le guide d'aide à la pratique des SIRS s'inscrit aussi dans des préoccupations fortement ambiguës qui s'expriment actuellement au sein de certaines communautés scientifiques : c'est **la dialectique entre la recherche du Vrai et la recherche de l'Utile**, deux objectifs qui, a priori non exclusifs, semblent difficiles à concilier peut-être parce qu'ils correspondent à des comportements, voire des idéologies, opposés pour le chercheur (le premier objectif exigeant

² le contexte de réalisation de cette thèse s'exprime par une double confrontation entre les pratiques scientifiques françaises et québécoises et entre les approches en sciences humaines et en sciences pour l'ingénieur.

³ à l'occasion d'un colloque sur les programmes en sciences de l'environnement, le Doyen du Département des Sciences de l'Environnement à l'Université de Waterloo, Ontario, Canada, a indiqué que la recherche pluridisciplinaire exigeait une « tolérance à l'ambiguïté ».

d'observer une certaine distance vis-à-vis de l'objet d'étude et le second, d'adopter une certaine empathie vis-à-vis du demandeur). Une petite digression sur ce sujet n'est pas superflue car elle influera peut-être sur la manière de percevoir et d'utiliser le guide d'aide à la pratique des SIRS.

La recherche du Vrai correspond au paradigme du rationalisme qui se scinde en cartésianisme et en empirisme (le premier part de la théorie pour déduire des faits dans l'empirie tandis que le second part de l'empirie pour induire des éléments de théorie, tout deux fonctionnant en boucle). Cette approche qui propose éventuellement une implication mathématique du Vrai vers l'Utile, possède l'avantage de privilégier un certain souci de continuité et de persévérance dans la recherche face aux illusions faciles, mais aussi l'inconvénient de favoriser une attitude parfois conservatrice, notamment en terme méthodologique. A l'inverse, **le pragmatisme dont le paradigme correspond à la recherche de l'Utile**, et qui suggère plutôt une implication mathématique de l'Utile vers le Vrai, possède l'inconvénient de dépendre parfois des effets de mode, mais l'avantage d'ouvrir le champ des possibles, notamment en terme méthodologique.

A la lumière des précédentes définitions, nous constatons une certaine antinomie entre les deux approches, antinomie qui peut, non pas totalement se résorber, mais s'avérer riche d'enseignement lorsque l'on s'attarde sur la fonction des chercheurs en aide à la décision. Dans le cadre de notre travail de recherche qui s'est essentiellement ancré dans les sciences pour l'ingénieur et les disciplines de l'aménagement, nous pouvons découvrir un **dénominateur commun à l'ingénieur et à l'aménagiste** : leurs activités sont « **le siège** » **d'une confrontation entre l'observation et l'action**, entre des connaissances théoriques et formalisées, d'une part, et une réalité confuse, contingente, peut-être « capricieuse » et toujours teintée d'une vitalité plus ou moins prévisible, d'autre part. Autrement dit, parce que ces chercheurs ne sont pas seulement des observateurs, mais aussi des acteurs amenés, en quelque sorte, à négocier avec d'autres acteurs (les décideurs publics ou/et privés), leur attitude ne peut être totalement rationaliste (et il en va de même dans les tâches de configuration de méthodes et outils d'aide à la décision) : un acteur est en effet toujours limité, mais aussi motivé par ses perceptions, ses valeurs et ses intérêts.

La figure 11.3 tâche de positionner ce que l'on pourrait dénommer « sciences pratiques » (incluant, entre autre, les disciplines scientifiques de l'ingénieur et de l'aménagiste) par

incompatibles au niveau de la résolution de la problématique territoriale et environnementale ciblée (le positivisme et le constructivisme) : en effet, il permet de lire l'histoire des théories de la planification (rationnelle, stratégique, justificative et communicationnelle) non pas comme une succession de tentatives invalidées par la tentative suivante en regard d'une réalité objective de mieux en mieux appréhendée, mais comme un enrichissement permettant d'adapter plus efficacement ces méthodes théoriques de planification aux besoins spécifiques à un contexte décisionnel.

Par contre, parce qu'elle considère la configuration de la réalité comme intrinsèquement liée au profil et à la situation des acteurs/observateurs, l'approche constructiviste, *au niveau de la conception d'un SIRS*, pourrait s'avérer un terrain favorable pour l'émergence d'une conciliation entre rationalisme et pragmatisme : en effet, en acceptant de mettre en contexte et de conserver, dans son contexte, un projet de recherche scientifique (notamment en aménagement du territoire) et donc de relativiser l'importance du principe de généralisation, cette approche privilégie un dialogue « localisé », plus intime entre divers acteurs qui peuvent ainsi exprimer à la fois leurs perceptions et leurs besoins. En tout cas, comme illustré au § 10, le guide d'aide à la pratique des SIRS se positionne dans une démarche plutôt constructivisme dans « l'espoir » de faciliter cette conciliation.

11.1.3 Guide d'aide à la pratique des SIRS et hypothèse de base

« L'optimisation de la pratique d'un SIRS passe par une prise en compte explicite et formalisée des rapports entre, d'une part, les modalités de traitement de l'information et, d'autre part, les modalités du processus décisionnel concerné » (§ 1). Pour vérifier la pertinence de cette hypothèse de base, nous avons élaboré un guide d'aide à la pratique des SIRS qui organise les différentes notions associées aux modalités de traitement de l'information et du processus décisionnel. Ce travail d'articulation conceptuelle a débouché sur la proposition des quatre outils et grilles d'analyse représentant autant d'hypothèses opérationnelles (§ 5) et testées à partir des études de cas développées aux § 7, 8 et 9 : le schéma de démarche informationnelle, le prisme d'interactions entre processus décisionnel et application SIG, la grille d'analyse du contexte décisionnel et enfin la grille d'analyse des correspondances entre qualité de l'information et contexte décisionnel.

Les outils d'analyse se distinguent des grilles d'analyse dans la mesure où les premiers sont de nature systémique et les secondes, de nature analytique.

11.1.3.1 Schéma de démarche informationnelle

Il a été montré (§ 10) que les procédures de traitement informationnel suivent, implicitement, **le schéma de démarche informationnelle** (figure 11.4), que cette démarche permet de mieux appréhender un processus décisionnel, en terme informationnel, en reconnaissant l'importance de l'incertitude et de l'ambiguïté, de même que leurs implications aux niveaux de l'information-résultat (qualité de l'information) et de l'information-processus (flexibilité). **La pratique des SIRS s'en trouve améliorée car cette démarche informationnelle incite à progresser dans le processus décisionnel, en tenant compte non seulement du fond** (la problématique environnementale), **mais aussi de la forme** (les rapports entre décideurs, objectifs et environnement externe, les dynamiques associées).

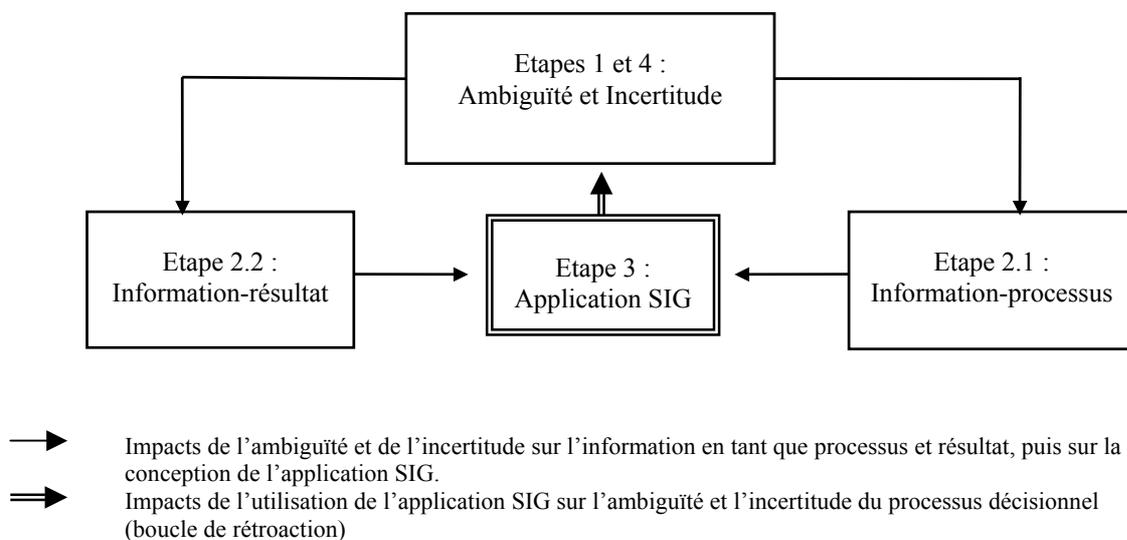


Figure 11.4 : Schéma de démarche informationnelle (§ 5.2)

11.1.3.2 Prisme d'interactions entre processus décisionnel et applications SIG

Ce prisme (figure 11.5) a trouvé son utilité au travers des trois questions qui lui sont associées et que l'analyse des applications SIG a permis de tester pour constater que : le développement d'un **SIT** passe par un **compromis entre qualité et coût des données**, celui d'un **SIADRS**, par un **compromis entre réalisme et lisibilité du modèle de simulation**, et celui d'un

SISARS, par un **compromis entre représentativité et efficacité de l'information**. La prise en compte de ces compromis informationnels permet aussi d'améliorer la configuration du SIRS et l'utilisation de l'application SIG par rapport au contexte décisionnel. Néanmoins cette liste de trois questions apparaît relativement simpliste, peu précise et peut-être un peu trop ambiguë : par exemple, les aspects « coût » s'avèrent importants autant pour un SIT, que pour un SIADRS ou un SISARS, mais pour des raisons différentes (§ 10). Ce point est évoqué plus amplement au § 11.2.

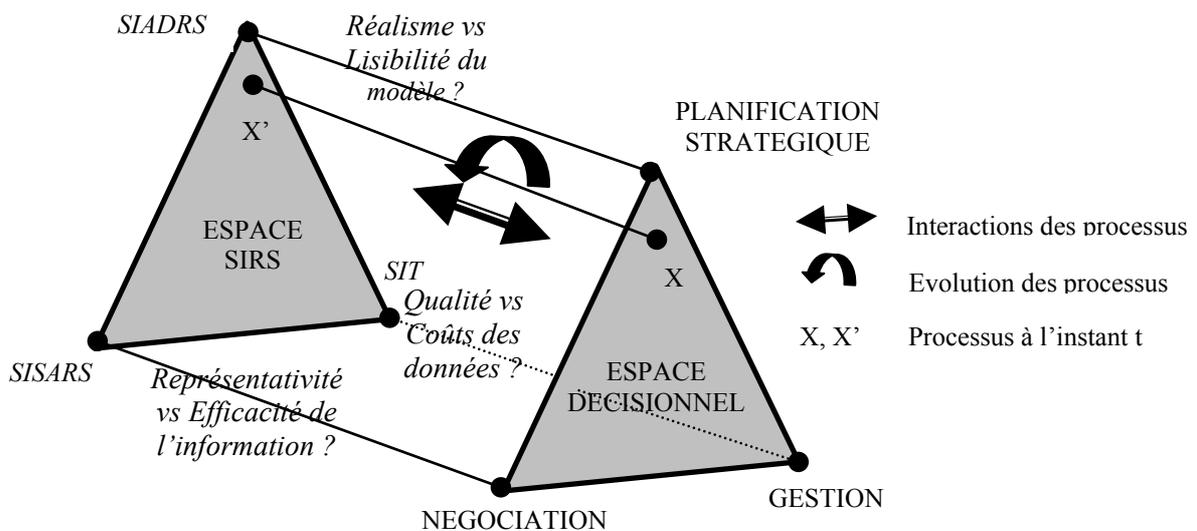


Figure 11.5 : Prisme d'interactions entre processus décisionnel et application SIG (§ 5.2)

Cet outil d'analyse acquiert sa pleine pertinence lorsque l'on se penche sur **la dynamique des processus décisionnels qui, sur le long terme, peuvent changer de nature** : par exemple, dans un premier temps, la Communauté Urbaine de Montréal peut se contenter d'assurer une **gestion** réglementaire efficace, en **s'appuyant sur un SIT** (§ 7), tant que ces interventions relativement coercitives n'affectent pas dramatiquement le secteur du traitement de surface vulnérable du point de vue financier. A ce stade, il est envisageable d'effectuer une **négociation, à l'aide d'un SISARS** (§ 9), pour déterminer des groupes d'établissements de traitement de surface (ETS) susceptibles de s'associer dans le cadre d'une gestion groupée. Puis une procédure de **planification stratégique, supportée par un SIADRS** (§ 8), permet de proposer aux ETS, suffisamment nombreux, géographiquement isolés ou refusant les contraintes organisationnelles d'une gestion groupée, de faire traiter leurs rejets par une STEP centralisée. Enfin il s'agit d'adapter la **gestion** réglementaire à ces nouvelles activités de pré-traitement collectif, **en faisant appel à un SIT** développé en conséquence.

Si, pour un même territoire, une telle évolution avait pu être suivie, nous aurions pu démontrer précisément dans quelle mesure la différence de nature entre les trois types d'applications SIG (elle-même issue de la différence de nature entre les trois types de contextes décisionnels) complique fortement l'adaptation d'une application SIG à un contexte décisionnel différent de celui initialement prévu.

Malgré tout, on peut indiquer qu'apparemment :

- i) **La transformation du SIT en SIADRS** exigerait une redéfinition des données nécessaires (par agrégation) et une adaptation substantielle aux conditions de programmation (concernant notamment la cohérence topologique),
- ii) **La transformation du SIADRS en SIT** serait quasiment impossible dans la mesure où l'on ne peut pas désagréger une information géographique sans utiliser des procédures d'interpolation rarement précises et exactes,
- iii) **La transformation du SIT en SISARS** passerait par un nouveau design cartographique destiné à accroître les qualités communicationnelles de l'information géographique (par agrégation des données, par traitement sémiologique,...) et par une manipulation substantielle de l'information géographique afin de la mettre en conformité avec la signification des critères de négociation (par exemple, pour les critères *acceptabilité sociale* et *risques spatialisés*),
- iv) **La transformation du SISARS en SIT** se heurterait à des obstacles semblables à ceux évoqués pour la transformation du SIADRS en SIT, mais aussi aux obstacles liés à l'exactitude de certaines informations plutôt représentatives des perceptions, forcément subjectives, des acteurs (par exemple, les risques spatialisés),
- v) **La transformation du SIADRS en SISARS** serait moins problématique, en terme de qualité de l'information, mais exigerait le même travail supplémentaire que celui évoqué pour la transformation du SIT en SISARS,
- vi) **La transformation du SISARS en SIADRS** passerait par une redéfinition des données nécessaires et surtout par des tâches ardues et longues de modélisation et

programmation ; ceci est d'autant plus critique que, pour rechercher une certaine transparence dans la compréhension de la problématique environnementale et du jeu des acteurs, un SISARS ne propose pas d'articulations des préférences a priori, alors qu'un SIADRS ressemble à une « boîte noire » constituée d'articulations plus ou moins figées.

Par conséquent, il apparaît plus « raisonnable » de développer un SIRS dans un contexte décisionnel particulier, c'est-à-dire sans forcément rechercher une configuration d'application SIG susceptible de satisfaire des besoins ultérieurs imprévus et s'exprimant dans un autre type de contexte décisionnel (quitte à se pencher sur les éventuelles modalités de « transfert » a posteriori). Pour nuancer cette affirmation, il est nécessaire de distinguer deux situations :

- Si les données brutes dont la qualité permet d'éliminer quasiment toute l'incertitude (cas du contexte de gestion), sont disponibles, il va de soi qu'elles peuvent être employées dans la conception de tout type d'application SIG (SIT, SIADRS, SISARS), **sans pourtant oblitérer les efforts substantiels nécessaires à la mise en adéquation de ces données avec les besoins déterminés par le contexte décisionnel** (structuration des bases de données, procédures de traitement informationnel, design cartographique, organisme chargé du développement et de l'utilisation du SIRS).
- Si ces données brutes ne sont pas disponibles, il semble préférable d'adapter strictement les modalités de collecte des données aux besoins déterminés par le contexte décisionnel.

En tout cas, tenir compte de ces limites de « transfert » permet aussi d'améliorer la pratique des SIRS par une meilleure adéquation entre les besoins informationnels et le contexte décisionnel concerné.

11.1.3.3 Grilles d'analyse

Ces grilles d'analyse permettent de se poser les questions nécessaires à une meilleure appréhension du contexte décisionnel et des correspondances entre celui-ci et la qualité de l'information. Cependant, comme explicité au § 10, on constate que ces grilles ne fournissent pas, à proprement parler, de « recettes procédurales » que l'on pourrait suivre, pas à pas et de manière systématique. **Elles s'apparentent à un matériau à partir duquel les développeurs et utilisateurs de SIRS construisent des réponses à leurs besoins spécifiques.**

La première grille, relative à l'analyse du contexte décisionnel, (tableau 11.1) couvre les différentes dimensions décrivant un contexte décisionnel, des aspects théoriques (définition, ontologie, épistémologie, approche théorique de planification) aux aspects opérationnels (type de solution et d'information, intérêt de l'automatisation et de la flexibilité d'un SIG), en passant par les aspects méthodologiques (rapport entre contrainte et opportunité, gestion de l'incertitude et de l'ambiguïté, flexibilité du processus informationnel, rapport entre phase de conception et phase d'utilisation d'un SIRS) et les considérations humaines (fonction du décideur, nature comportementale, type d'attention, responsabilité de l'expert).

En fait, cette grille prépare l'utilisation de la grille suivante (tableau 11.2) qui établit les liens entre les contextes décisionnels, formalisés par la précédente grille, et les attributs bi-polaires caractérisant la notion élargie de qualité de l'information. Si on a pu vérifier la pertinence de certains liens (§ 10), cette grille semble relativement difficile d'accès sans avoir auparavant produit un effort d'assimilation de la matière intellectuelle présentée en partie A de cette thèse.

En tout cas, la maîtrise de ces grilles d'analyse conduit à une meilleure prise en compte des tenants et aboutissants de la pratique des SIRS.

Tableau 11.1 : Grille d'analyse du contexte décisionnel (Cf tableau 5.1)

	Gestion	Planification stratégique	Négociation
Définition	Activités routinières avec objectifs et moyens connus à l'avance.	Objectifs connus et clairs, mais moyens sujets à des impondérables externes.	Objectifs et moyens flous : traitement collectif nécessaire.
Ontologie	Réalité objective	Réalité objective non complètement accessible	Réalité construite
Epistémologie	Positivisme	Post-positivisme	« Critical theory » et Constructivisme
Approches méthodologiques	Rationnelle (substantive)	Stratégique (procédurale)	« Justificative » et « Communicationnelle »
Fonction du décideur	Gestionnaire	Planificateur	Négociateur
Nature comportementale	Réactif	Pro-actif	Interactif
Attention portée sur :	Presque exclusivement la problématique	Plutôt la problématique, mais aussi les acteurs externes et internes au processus décisionnel	Essentiellement les acteurs internes, mais aussi la problématique
Contraintes Versus Potentialités *	Prise de décision entièrement déterminée par les contraintes	Recherche d'opportunités respectant des compromis au niveau des contraintes	Importance des contraintes relativisée au profit d'une recherche d'opportunités
Type de solution	Optimal, descriptif et objective	Satisfaisante, prospectif et limité dans son objectivité	Robuste, prescriptif et intersubjectif
<i>Gestion de l'ambiguïté **</i>	<i>Ambiguïté évacuée</i>	<i>Ambiguïté devenant une incertitude sur les préférences</i>	<i>Ambiguïté résolue par manipulation de l'information</i>
<i>Gestion de l'incertitude **</i>	<i>Incertain évacuée</i>	<i>Réduction de l'incertitude par apport d'information</i>	<i>Importance relativisée de la réduction de l'incertitude</i>
<i>Flexibilité du processus :</i> - <i>Robustesse</i> - <i>Elasticité</i> - <i>Stabilité</i>	<i>Minimum</i> <i>Maximum</i> <i>Maximum</i>	<i>Moyenne</i> <i>Elevée</i> <i>Elevée</i>	<i>Maximum</i> <i>Faible</i> <i>Faible</i>
Type d'information	Très formalisée et plutôt quantitative	Plutôt formalisée, quantitative et qualitative	Peu formalisée et plutôt qualitative
<i>Conception et utilisation du SIRS</i>	<i>Phases totalement séparées</i>	<i>Rétroactions plutôt incrémentales</i>	<i>Phases en parallèle et en osmose</i>
Responsabilité de l'expert vis-à-vis la solution	Totale	Principale	Secondaire
<i>Intérêt de la flexibilité dans la pratique des SIG</i>	<i>Faible</i>	<i>Assez fort</i>	<i>Très fort (« en temps réel »)</i>
<i>Intérêt de l'automatisation liée aux SIG</i>	<i>Forte</i>	<i>Relative</i>	<i>Faible</i>

* : le couple Contraintes/Potentialités est synonyme du couple Menaces/Opportunités.

** : gestion de l'incertitude et de l'ambiguïté au niveau de la pratique des SIRS et non du processus décisionnel.

**Tableau 11.2 : Grille d'analyse des correspondances
entre qualité de l'information et contexte décisionnel (Cf tableau 5.2)**

	Gestion	Planification stratégique	Négociation
Exactitude/ Réalisme	Accent mis sur l'exactitude, le réalisme devenant secondaire : il s'agit de connaître le territoire sur une dimension spécifique et à des fins d'interventions ponctuelles dans le temps et dans l'espace.	Accent mis sur le réalisme, l'exactitude étant relativement secondaire : il s'agit de mieux saisir les interactions entre différentes dimensions d'un territoire donné et par rapport à une problématique donnée.	Accent mis sur le réalisme, l'exactitude devenant secondaire : il s'agit de représenter les différents angles d'appréhension du territoire en rapport avec le profil socioprofessionnel des décideurs, leurs perceptions, valeurs et intérêts.
Complétude/ Interprétation	Par rapport à un type donné d'intervention, la base de données associée doit être complète et couvrir l'ensemble du territoire à une échelle pertinente de telle sorte que l'analyse de ces données soit résolument orientée vers l'action et non l'interprétation.	La complétude des données est essentielle mais à un niveau systémique et non analytique, symbolique et non numérique. L'approche systémique sous-entend que le modèle territorial adopté est une interprétation plus ou moins riche du territoire en fonction des besoins.	Chaque décideur venant avec une représentation individuelle du territoire, représentation justifiant leurs prises de position, celle-ci est forcément incomplète et interprétative. L'issue de la négociation est la construction d'une représentation consensuelle d'un territoire collectivement interprétée.
Cohérence/ Dialectique	Le but étant de maximiser l'efficacité de l'intervention technique sur le territoire, il est nécessaire de fournir une base de données cohérente (levant toute ambiguïté et toute incertitude).	Le modèle territorial trouve sa légitimité intellectuelle au travers de sa cohérence. Les enjeux qui pourraient faire l'objet d'une confrontation dialectique, sont traités numériquement par rapport à une échelle commune.	La négociation est fondamentalement composée de confrontations que la dialectique permet de surpasser en favorisant l'émergence de solutions originales (n'appartenant à aucun schéma cognitif individuel initial).
Opportunité/ Projection	L'intervention technique sur le territoire exige une organisation parfaite de la disponibilité des données de telle sorte qu'une donnée puisse être extraite au moment opportun.	Parce que la planification est une activité qui s'ancre dans l'historicité d'un territoire et qui cherche à prévoir les évolutions de ce territoire sur le long terme, le décideur doit être capable de projeter les données par rapport à leur appartenance temporelle.	La dynamique d'une négociation étant par essence aléatoire, il n'est pas permis de considérer a priori le degré d'opportunité des informations ; l'entrechoquement des données aléatoirement projetées dans le temps permet la construction collective de l'histoire et du devenir du territoire.
Intelligibilité/ Originalité	Pour maximiser une intervention donnée sur le territoire, il est nécessaire d'assurer une intelligibilité maximale des données et de leur structure par rapport aux besoins et connaissances de l'utilisateur ciblé.	L'intelligibilité du modèle est recherchée en tant que qualité finale de ce modèle afin que celui-ci puisse être présenté auprès des décideurs non spécialisés. Cependant cette intelligibilité est de type systémique et non analytique. Autrement dit, les simulations réalisées permettent a priori de transformer l'originalité de la problématique en intelligibilité.	La différence des points de vue des décideurs produit de l'originalité dans le traitement de l'information, originalité propre à dérouter, de leur schéma cognitif individuel initial, les décideurs acceptant d'être influencés par les autres décideurs. Cela afin de produire un schéma cognitif collectif que la reformulation des schémas cognitifs individuels rendra collectivement intelligible en fin de processus décisionnel.

11.1.3.4 Conclusions sur l'hypothèse de base et des hypothèses opérationnelles

Il apparaît difficile de valider l'hypothèse de base, dans le sens positiviste de cette tâche, sans doute parce que la quantification de l'impact du guide en terme d'optimisation de la pratique des SIRS se heurte au problème de définition d'une échelle pertinente de mesure. Et c'est

pourquoi nous avons opté pour une vérification basée essentiellement sur l'argumentation (vérification qualitative).

Par ailleurs, la posture de recherche délibérément adoptée, à l'intersection de l'observation et de l'action, du rationalisme et du pragmatisme, permet difficilement de construire une problématique et ses hypothèses autrement qu'en introduisant et en respectant une certaine incertitude et une certaine ambiguïté propres aux situations concrètes d'application. Autrement dit, la complexité sémantique de l'hypothèse de base s'avère sans doute nécessaire si l'on souhaite produire des connaissances respectant la propre complexité d'une réalité sur laquelle on désire intervenir : en effet, si une thèse tâchant de valider des hypothèses à réponse binaire (approche analytique) permet de comprendre et expliciter certaines dimensions fragmentées du phénomène étudié, on ne peut guère envisager une justification des interventions sur ce phénomène qu'au moyen d'une approche systémique, par définition qualitative et emprunte d'une certaine subjectivité (celle du chercheur).

L'hypothèse de base devrait plutôt être appréciée comme un « point de départ » pour explorer le domaine de la pratique des SIRS. Les hypothèses opérationnelles, H1 et H2, qui *affirment* la pertinence des outils et grilles d'analyse du guide d'aide à la pratique des SIRS, deviennent alors des repères que les études de cas ont permis de tester et de consolider.

L'approche de vérification retenue a consisté à « instancier » les hypothèses opérationnelles, c'est-à-dire à projeter celles-ci dans l'empirie au moyen d'études de cas qui n'ont pas la prétention de valider celles-ci, mais de vérifier leur degré de pertinence. Ainsi, les arguments présentés au chapitre 9 ont permis de vérifier la pertinence des hypothèses H1 (la prise en compte du contexte décisionnel implique une approche spécifique des phénomènes d'incertitude et d'ambiguïté) et H2 (les écueils relatifs à la détermination des besoins en qualité de l'information sont conditionnés par la nature du contexte décisionnel).

11.1.4 SIRS et assainissement industriel

Dans cette thèse, « l’instanciation » des hypothèses s’est concrétisée par le développement d’applications SIG relatives à certaines questions en assainissement industriel.

La situation générale de la gestion des rejets industriels (§ 6.1) a été succinctement examinée afin d’illustrer la complexité de cette problématique (variété des procédés industriels, structure économique des PME, diversité de l’information associée, rapports de force entre les acteurs concernés, effets de la réglementation, coûts, diversité des risques,...). Cette problématique environnementale, d’actualité, s’avère commune aux pays ayant développé des activités industrielles à risque même si le contexte institutionnel, géographique, économique et socio-politique propre à chaque territoire invite à rechercher des solutions spécifiques.

11.1.4.1 Le SIT relatif à la gestion des rejets d’ETS de la CUM

Ce Système d’Information Territorial était destiné à **accroître l’efficacité des activités de contrôle réglementaire par la hiérarchisation des interventions de la Communauté Urbaine de Montréal (CUM) auprès des établissements de traitement de surface (ETS), cela en évaluant les impacts de déversements dans le milieu récepteur** (§ 7).

Pour cela, certaines fonctions génériques d’analyse spatiale ont été utilisées pour simuler le cheminement d’un déversement et localiser le point de déversement dans le milieu récepteur, puis pour identifier la qualité de la portion correspondante du milieu récepteur et enfin pour hiérarchiser les ETS, sources de pollution potentielle.

Nous avons pu constater (§ 10.1) que **les données à notre disposition ne permettaient pas de proposer une hiérarchisation dont la précision conviendrait aux besoins des services de la CUM**. Par contre, la simulation physique fournit une information pertinente dans le cadre d’une analyse de faisabilité de la gestion groupée.

11.1.4.2 Le SIADRS relatif à la gestion des rejets d’ETS de la CUM

Ce Système d’Information et d’Aide à la Décision à Référence Spatiale était destiné à **évaluer la faisabilité globale d’options de gestion collective des rejets issus des ETS implantés**

sur la CUM dans la perspective de planifier, à un niveau stratégique, les activités de transport, traitement et élimination de ces rejets (§ 8).

Pour cela, le travail de modélisation a été orienté vers une meilleure appréhension des interdépendances entre quatre principales dimensions décisionnelles traitées sous un angle spatial : la propension des ETS pour une gestion collective de leurs rejets, la capacité d'accueil du territoire, les coûts liés au transport, la vulnérabilité « démographique » du territoire vis-à-vis d'un déversement polluant éventuel.

Nous avons pu constater que, si un aménagiste était chargé d'étudier une telle problématique environnementale et reconnaissait la pertinence du présent outil d'aide à la décision, il pourrait faire les recommandations suivantes :

- **Concernant la gestion centralisée :**

- Le « choix » d'un ETS susceptible de se charger des rejets des autres ETS dépend fortement de considérations organisationnelles (montage partenarial) et beaucoup moins de considérations territoriales.
- Si un mouvement de relocalisation d'ETS était à planifier, il serait conseillé de favoriser ces relocalisations dans la zone Nord identifiée par les simulations n°1, n°2 et n°3 afin de profiter de sa situation relativement privilégiée en matière de protection environnementale.
- Il semble très difficile de trouver des solutions qui minimisent à la fois les indicateurs de protection environnementale (vulnérabilité) et ceux des coûts de transport, à moins d'accepter la monétarisation des dommages environnementaux et d'occulter les problèmes d'équité spatiale.
- Le choix d'une parcelle d'accueil d'une STEP centralisée sur le territoire de la CUM devrait se porter sur celles situées dans la zone Nord identifiée par la simulation n°1.

- **Concernant la gestion groupée :**

- La gestion groupée exige une convergence d'atouts difficile à obtenir (vulnérabilité « démographique » et distance cumulée faibles, volume cumulé et nombre d'ETS élevés, parcelles vacantes bien positionnées).

- La mise en place de regroupements effectifs de gestion groupée nécessiterait un montage financier public-privé afin d'élargir les quelques zones pertinentes de regroupement.
 - Certains ETS gros producteurs pourraient jouer le rôle de leader dans la définition de regroupements avec ses sous-traitants situés à proximité.
 - Ville-Saint-Laurent, Dollard-des-Ormeaux et Pointe-Claire possèdent sans doute les caractéristiques (géographiques) les plus favorables à une gestion groupée.
- **Concernant la gestion combinée :**
 - Favoriser la gestion centralisée a tendance à éliminer les possibilités de gestion groupée. En revanche, la gestion groupée n'influence pas trop la faisabilité de la gestion centralisée si les regroupements concernent un nombre relativement restreint d'ETS.
 - La zone Nord de l'île de Montréal demeure la zone la plus favorable à l'implantation d'une STEP centralisée.

Enfin, comme évoqué au § 10.2, ce SIADRS possède les limites propres à la nature d'une planification stratégique : il ne peut être pertinent pour la phase ultérieure de planification opérationnelle, celle-ci demandant des études techniques et socio-économiques plus poussées. En effet, **il propose des résultats qualitatifs et systémiques en adéquation avec la qualité des données et avec les besoins relatifs à la compréhension globale de la problématique territoriale.**

11.1.4.3 Le SISARS relatif à la gestion des rejets d'ETM de la Vallée de l'Ondaine

Ce Système d'Information et de Support à l'Argumentation à Référence Spatiale (SISARS) était **destiné à guider les acteurs impliqués dans un processus de négociation coopérative sur un programme global de gestion des rejets issus des établissements du travail des métaux installés dans le bassin versant de l'Ondaine.**

Pour cela, la procédure d'aide à la négociation (§ 9) s'appuie sur un processus-type de négociation : phases de ritualisation, d'information/exploration, de développement des

mécanismes d'influence, de rapprochements et ajustements, de formation de l'accord, phases pour chacune desquelles une application SIG doit être adaptée. En particulier, les phases 3 et 4 s'appuient sur un Système Cartographique de Support à l'Argumentation (SCSA) développé selon les principes du jeu de rôle et à l'aide d'un modèle opératoire combinant l'emploi d'une méthode d'analyse multi-critères (Electre 1S), d'un SIG et de différentes règles relatives à la négociation.

A l'aide d'une simulation de négociation (§ 9.4), nous avons pu constater que :

- Cette méthode d'aide à la négociation se distingue d'une méthode d'aide à la décision dans la mesure où elle ne propose pas directement de solution à une problématique comme la gestion collective des rejets industriels. Elle met plutôt l'accent sur **l'activité collective de recherche d'articulations entre des systèmes individuels de préférences dans la perspective de faire émerger un accord collectif sur une solution consensuelle.**
- Elle ne fournit pas non plus de procédures visant à atteindre une solution à partir de la formulation d'une problématique comme le proposent les méthodes en gestion ou planification stratégique : c'est la raison pour laquelle on ne peut proposer de résultats significatifs en rapport avec la problématique de l'assainissement industriel, contrairement aux cas du SIT et du SIADRS. Elle met plutôt à plat l'ensemble des ingrédients méthodologiques qui **favorisent une attitude collective basée sur la communication, l'apprentissage et la créativité**, qui contribuent à **l'amorçage de la dynamique collective de recherche de consensus en incitant les acteurs à s'approprier le processus décisionnel.**
- Aucun ingrédient principal (critères, options et règles) n'est imposé afin de laisser place à la liberté individuelle d'expression et d'action des décideurs : en effet **ce n'est pas à la méthode d'aide à la négociation de limiter cette liberté, mais aux rapports de force et aux jeux d'influence.**

11.2 Avenues de recherche

Compte tenu du caractère essentiellement systémique de cette thèse, les avenues de recherche correspondent aux différentes facettes explorées.

11.2.1 Approfondissement du cadre conceptuel relatif à la pratique des SIRS

Ce cadre conceptuel, explicité dans la partie A de cette thèse, mériterait sans doute d'être enrichi :

- **Certaines méthodes existantes de mesure de l'incertitude devraient y être intégrées.** Dans ce domaine, de nombreuses recherches sont actuellement effectuées : estimation de l'exactitude des polygones d'une couverture vectorielle (Bel Hadj Ali et al, 2000), étude de la propagation des erreurs issues de l'incertitude sur les inputs d'un modèle de simulation spatiale (Bachmann et al, 2000), représentation de l'incertitude cartographique (Clarke et al, 2000), évaluation de l'exactitude à l'aide de la logique floue (DeGloria et al, 2000), estimation de la qualité de modèles spatialisés par l'analyse de sensibilité (Tarantola et al, 2000), gestion de l'incertitude à l'aide de la méthode bayésienne (Wright, 2000) ou de la géométrie fractale (Zeide, 2000),...
- Il serait aussi nécessaire de **mettre au point des outils de caractérisation de l'ambiguïté** : mais il semble, par définition, impossible de proposer des méthodes de mesure (quantitative) de l'ambiguïté puisque, pour cela, il serait nécessaire d'établir une échelle de mesure, ce qui transformerait l'ambiguïté en incertitude (c'est d'ailleurs la base du traitement des préférences réalisé par les méthodes d'analyse multi-critères à agrégation partielle). Une approche plus systémique, de type qualitatif et schématique, serait vraisemblablement plus pertinente.
- **Une meilleure appréhension des interactions entre incertitude et ambiguïté** permettrait de favoriser l'ancrage de la notion d'ambiguïté dans les activités scientifiques qui acceptent généralement la prise en compte de la notion d'incertitude.

Concernant le guide d'aide à la pratique des SIRS, les points suivants pourraient être approfondis :

- **La typologie des contextes décisionnels** (gestion, planification stratégique, négociation) devrait être enrichie par l'introduction de contextes intermédiaires : par exemple, la planification opérationnelle qui correspondrait à un contexte décisionnel situé entre la planification stratégique et la gestion, la consultation publique qui se positionnerait entre la négociation et la planification stratégique (Gauthier, 1998, Bel Hadj Kacem et al, 1996).
- La conception de **questionnaires visant à préciser les besoins informationnels et les compromis sous-jacents à la conception d'un SIRS** permettrait de mieux encadrer la pratique des SIRS. Mais, l'emploi de tels questionnaires qui induiraient implicitement des « recettes procédurales », générerait une certaine normalisation de ces tâches et forcément un risque de dogmatisme.

11.2.2 Amélioration de la méthode de validation du guide d'aide à la pratique des SIRS

Dans cette thèse, la méthode de validation se limite à **l'analyse informationnelle d'études de cas dans le but de vérifier la pertinence des hypothèses et du guide d'aide à la pratique des SIRS**. Il aurait pu être aussi souhaitable d'analyser le degré de satisfaction des développeurs et utilisateurs de SIRS. Cependant, une telle approche méthodologique s'accompagnerait d'obstacles non anodins. Soit :

- La difficile maîtrise du temps nécessaire à la maturation de processus décisionnels comme la négociation,
- L'effort substantiel que les utilisateurs de SIRS interviewés seraient amenés à réaliser pour assimiler les concepts complexes évoqués en partie A de thèse, sachant que leurs tâches professionnelles n'incluent pas directement de telles considérations (cet effort pourrait être soutenu à l'aide d'une version pédagogique du guide proposé dans ce mémoire de thèse),

- Enfin, les implications inhérentes à toute démarche de recherche systémique qui renvoie à la confrontation entre logique et rhétorique : comment étudier la configuration et la nature d'un système autrement qu'au moyen de la construction argumentaire (rhétorique) sachant qu'une décomposition du système nécessaire à l'analyse des causalités (logique) détruit le sens « holistique » et propre à ce système ?

11.2.3 Amélioration de la méthode d'aide à la négociation

Sans doute un des principaux apports de cette thèse, **le travail de cadrage des besoins relatifs à l'aide à la négociation, selon la culture propre à la négociation et non à la problématique (environnementale) à résoudre**, (§ 9) pourrait être poursuivi en approfondissant les questions théoriques suivantes :

- Comment **articuler les différents éléments** (préférences, critères, veto, compromis,...) **d'une méthode d'aide à la négociation** de telle sorte que les ambiguïtés ne soient pas des obstacles, mais des catalyseurs de solutions robustes (par exemple, en proposant des règles d'aide à la construction du noyau collectif issu des analyses multi-critères individuelles (§ 9.2.2.3)) ?
- Comment **profiter des atouts des méthodes d'analyse multi-critères (AMC)** du point de vue de la gestion des préférences individuelles dans un contexte de décision collective ?
- Comment **concilier rationalité « communicationnelle »** qui renvoie aux besoins d'un processus de négociation, et **rationalité « procédurale »** qui intervient dans les activités de planification ? En cherchant à approfondir la pertinence de planifier un processus de négociation d'après les principes de la gouvernance, par exemple.
- Dans quelle mesure les négociateurs ont besoin **d'outils d'aide à la décision** qui suggèrent des solutions de compromis, ou plutôt **d'outils d'aide à la négociation** qui proposent des pistes d'articulation des préférences ?
- Est-ce que les négociateurs ont surtout besoin d'une « **philosophie** » **d'aide à la négociation** (ensemble de principes destinés à suggérer des comportements propices à une négociation constructive), **de procédures** (ensemble de tâches rationnellement ordonnées et guidant le processus de négociation dans la gestion des perceptions, valeurs et intérêts des acteurs) ou/et **d'outils d'aide à la négociation** (système

informatique d'aide à la caractérisation des préférences et à la visualisation de la dynamique de négociation) ?

- Comment **intégrer les expériences antérieures des acteurs** participant au processus de négociation ?

La visualisation des confrontations de préférences individuelles, dans le cadre d'un processus de négociation coopérative (comme la gouvernance), mériterait de faire l'objet d'une attention particulière. Intuitivement, **l'approche des systèmes multi-agents (SMA)** pourrait ouvrir certaines pistes intéressantes pourvu que l'on parvienne à répondre aux questions suivantes :

- L'approche SMA est-elle plus pertinente pour gérer l'information, faciliter la communication ou orienter la prise de décision ?
- Doit-on retenir, des SMA, leur approche conceptuelle de formalisation des systèmes (structure et dynamique) ou peut-on chercher à implémenter un SMA ?
- Dans quelle mesure la **complémentarité des SIG, AMC et SMA** peut-elle atténuer les limites de chacun d'entre eux (notamment l'apport des AMC dans la modélisation des comportements d'agents cognitifs) ?
- Dans quelle mesure **l'approche SMA assurerait-elle plus de compréhension, de robustesse, de réalisme, de représentativité,...** dans le processus de négociation ?

L'intérêt des SMA en aménagement du territoire et plus particulièrement en négociation territoriale fait d'ailleurs déjà l'objet de recherches (Amblard et al, 1998, Gaume et al, 1998, Herimandimby et al, 1998). De plus, certaines de ces questions de recherche pourraient éventuellement être abordées à l'occasion d'un stage post-doctoral au Département de Géographie de l'Université du Québec à Montréal. Ce stage s'inscrirait alors dans le cadre d'un projet intitulé « Aide à la décision et à la négociation territoriales selon les principes de la gouvernance », dirigé par le Centre SITE de l'ENSM-SE et soutenu par le Conseil de la Région Rhône-Alpes.

11.2.4 Approfondissement de la problématique de l'assainissement industriel

Tout au long de cette thèse, nous avons cherché à montrer que la nature de la problématique environnementale, le contexte décisionnel et la pratique des SIRS sont profondément liés. Autrement dit, la pertinence d'un outil d'aide à la décision/négociation s'exprime au niveau des besoins relatifs à la nature et à la dynamique du processus décisionnel, mais aussi relatifs à la problématique environnementale (l'assainissement industriel). La connaissance des multiples dimensions de cette dernière peut être sûrement approfondie :

- **Concernant le SIT relatif aux ETS de la CUM :**

- Un travail substantiel de collecte de données devrait être réalisé (notamment en ce qui concerne le réseau d'assainissement). Cependant, même si les services chargés de l'environnement à la CUM ont exprimé leur intérêt pour un tel SIT, une analyse avantage-coût risque probablement de relativiser la pertinence de cette application SIG (ce d'autant plus le rythme assez soutenu des fermetures et ouvertures de PME exige une mise à jour régulière).

- **Concernant le SIADRS relatif aux ETS de la CUM :**

- Des sondages d'opinion auprès des ETS devraient être réalisés afin de lever les trop fortes incertitudes sur les préférences exprimées par les valeurs des paramètres comme SVMAR, SVMAD,...
- Des indicateurs de vulnérabilité plus significatifs devraient être développés. En effet, la distribution spatiale de population n'exprime que trop approximativement l'acceptabilité sociale et ne permet pas de tenir compte d'autres dimensions du territoire comme la sensibilité des éco-systèmes naturels, la compatibilité des usages du territoire (*références*).

- **Concernant le SISARS relatif aux ETM de la Vallée de l'Ondaine :**

- La définition des critères de négociation et des méthodes d'estimation de leurs valeurs pourrait être significativement améliorée (par exemple, le calcul des économies et des

déséconomies d'échelle, l'estimation de l'acceptabilité sociale, des investissements,...).

- L'étude de l'interface territoire/entreprise devrait être approfondie dans la mesure où cette interface légitime la négociation entre des acteurs aux intérêts aussi variés : ainsi la prise en compte d'un critère comme *les risques spatialisés* permet de faire émerger le lien entre les conséquences liées aux activités internes à l'entreprise et celles liées aux usages du territoire.
- Le succès de la méthode d'aide à la négociation passe par une bonne connaissance des logiques d'acteurs, surtout celles des PME qui n'ont pas forcément l'habitude, ni l'envie de suivre des procédures décisionnelles, somme toute, contraignantes : quels sont les critères pertinents ? Comment les présenter ? Comment introduire le modèle opératoire et notamment Electre 1S ?...
- L'exploitation pratique de la notion de risque spatialisé est relativement nouvelle, assez ardue et floue. Elle apparaît très prometteuse dans un contexte de négociation car elle permet de jouer sur l'ambiguïté entre le perçu et le réel, le normatif et le descriptif (ambiguïté que l'on retrouve en négociation). Pour cela, il est nécessaire d'approfondir la définition de son estimation en caractérisant mieux les sources, les phénomènes de propagation et la vulnérabilité de la cible (ce type d'analyse est entrepris dans le domaine des risques naturels, mais rarement dans celui des risques technologiques).
- Sur un autre plan, il s'agirait de déterminer dans quelle mesure le SISARS serait pertinent dans un contexte de négociation distributive, et non plus intégrative (ou coopérative).

En guise de conclusion, **le développement de partenariats pluridisciplinaires** apparaît essentiel à la réussite des projets SIRS compte tenu du caractère multidimensionnel des problématiques environnementales (aide à la décision, géomatique, génie de l'environnement, aménagement du territoire, gestion de l'information, management des entreprises, communication,...). Ces partenariats permettraient aussi de faciliter l'accès à des données plus pertinentes.

Références bibliographiques

Amblard, F., Ferrand, N. (1998) Modélisation multi-agents de l'évolution de réseaux sociaux, In Actes du colloque « *Modèles et systèmes multi-agents pour la gestion de l'environnement et des territoires* », Clermont-Ferrand, 5-8 octobre 1998.

Ajenstat, J. (1984) *Elaboration d'une grille explicative des fondements théoriques et étude d'impact d'un SIAD*, Thèse de Doctorat, Université de droit, d'économie et des sciences administratives d'Aix-Marseille.

André, P., Marchand, E., Bryant, C. (1994) Evaluation des impacts sociaux de projets majeurs dans l'espace périurbain, le cas de STABLEX, à Blainville, région de Montréal, Québec, Canada, In *Cahiers de Géographie du Québec*, vol. 38, n°105, décembre 1994, pp 345-369.

Avery, M. (1996) *Conception d'un outil de planification dans le contexte des systèmes d'aide à la décision à référence spatiale (SADRS)*, Mémoire de Maîtrise en Sciences géomatiques, Université Laval, Québec.

Bachmann, A., Allgöwer, B. (2000) Error Propagation in Wildfire Behaviour Modelling, In *Accuracy 2000, Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences*, July 2000, Amsterdam, The Netherlands, pp 23-30.

Banfield, E., C. (1959) Ends and means in planning, In *International Social Science Journal*, vol 11, pp 361-368.

Barbier, R. (1996) *La recherche-action*, Collection Anthropos, Editions Economica, Paris.

Bédard, Y. (1989) Mise en place d'un cadre bidimensionnel de classification des Systèmes d'Information à Référence Spatiale, In *Mensuration, Photogrammétrie et Génie Rural*, n°10/89, pp 572-577.

Bel Hadj Ali, A., Vauglin, F. (2000) Assessing Positional and Shape Accuracy of Polygons in Vector GIS, In *Accuracy 2000, Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences*, July 2000, Amsterdam, The Netherlands, pp 9-12.

Bel Hadj Kacem, M-S., Chevallier, J-J., Robert, J-L., Gold, C. (1998) Intégration de la méthode des éléments finis dans un système d'information hydrologique pour la gestion stratégique des eaux de surface, In *Revue Internationale de Géomatique*, vol. 8, n° 4/98, pp 301-318.

- Bel Hadj Kacem, M-S., Chevallier, J-J., Robert** (1996) Système d'aide à la décision à référence spatiale : intégration de la méthode des éléments finis avec les systèmes d'information géographique pour le choix des sites de barrages collinaires, In *INFOSIT*, 2/96, <http://dgrwww.epfl.ch/SIRS/infosit/2-96/>
- Bécholey, M., Dumolard, P. Golay, F., Monnier-Raball, J.** (1998) Aménagements paysagers et aide à la décision : apports des nouvelles technologies, In *Revue Internationale de Géomatique*, vol. 8, n° 3/98, pp 105-117.
- Beroggi, G., E., G.** (1996) A taxonomy of regional safety management from a risk information systems perspective, In *Computer, Environment and Urban Systems*, vol. 19, n°5/6, pp 357-371.
- BETURE-CEREC** (1999) *Contrat de rivière « Ondaine », Volet « Qualité des eaux superficielles »*, pour le compte de la Direction Départementale de l'Équipement de la Loire et du Syndicat Intercommunal de la Vallée de l'Ondaine, France.
- Birkin, M., Clarke, G., Clarke, M., Wilson, A.** (1996) *Intelligent GIS : Location Decisions and Strategic Planning*, GeoInformation International, Cambridge, UK.
- Bloom, C.** (1986) Strategic planning in the public sector, In *Journal of Planning Literature*, n°1 (2), pp 253-259.
- Boisvert, M.** (1996) Pré-faisabilité d'une installation centralisée de traitement des effluents dans l'industrie du revêtement de surface à Montréal, Communication présentée au Colloque « *Les nouvelles infrastructures urbaines à l'heure du développement durable* », Entretiens du Centre Jacques Cartier, les 3 et 4 octobre 1996, Montréal.
- Carpentier, R.** (1989) *Réduire l'incertitude*, Chotard et associés éditeurs, Paris.
- Chartier, J., Boisvert, M.** (1996) *Implantation des établissements de traitement de surface dans l'environnement montréalais : élaboration d'un système d'information géographique*, Rapport interne de recherche, Institut d'Urbanisme de Montréal.
- Chatain, V.** (2000) *Analyse spatiale du risque de pollution de la ressource en eau par déversement accidentel : Application à la gestion des effluents industriels de la vallée de l'Ondaine*, rapport de DEA « Sciences et Techniques du Déchet », ENSM.SE-INSA de Lyon.
- Chatain, V.** (1999) *Gestion d'un contrat de rivière : Aménagement de berges et utilisation de l'outil informatique CADILEAU pour études hydrauliques*, Rapport de stage de Maîtrise à la Direction Départementale de l'Équipement de la Loire (Cellules Génie Urbain et Hydraulique) et Université Claude Bernard Lyon I.
- Clarke, K., C., Teague, P., D.,** (2000) Representation of Cartographic Uncertainty using Virtual Environments, In *Accuracy 2000, Proceedings of the 4th International Symposium*

on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences, July 2000, Amsterdam, The Netherlands, pp 109-116.

Cligniez, V. (1999) *Un outil de représentation générique de l'espace pour l'étude des risques naturels*, Thèse de Doctorat, Cemagref, division ETNA, Université Jean Monnet de Saint-Etienne.

Cossette, P. (1994) *Cartes cognitives et organisations*, Les Presses de l'Université Laval, Québec, et les Editions Eska, Paris.

CUM, (1998), *Rapport annuel 1997*, Montréal.

CUM (1994) *Bilan de réduction des métaux lourds dans les effluents des industries du traitement de surface sur le territoire de la CUM (1980-93)*, Rapport à destination du public, Service de l'Environnement, Assainissement de l'air et de l'eau, Permis et relevé, Montréal, octobre 1994.

Curley, S., P., Yates, J., F., Abrams, R., A. (1986) Psychological sources of ambiguity tolerance, In *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, n° 38, pp 230-256.

Cushnie, G., C. (1994) *Pollution Prevention and Control Technology for Plating Operations*, National Center for Manufacturing Sciences, Ann, Arbor, MI, USA.

Daft, R., Lengel, R., Trevino, L. (1987) Message equivocability, message selection, and manager performance : implications for information systems, In *MIS Quaterly*, 1987.

Debray, B., Bourgois, J. (1996) Base de données pour le traitement, le recyclage et la valorisation des effluents industriels, Document interne, ENSM-SE.

DeGloria, S., D., Laba, M., Gregory, S., K. (2000) Conventional and Fuzzy Accuracy of Land Cover Maps at Regional Scale, In *Accuracy 2000, Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences*, July 2000, Amsterdam, The Netherlands, pp 153-160.

Densham, P., J. (1991) Spatial decision support systems, In **Maguire, D., J., Goodchild, M., F., Rhind, D., W.** (Eds) *Geographical information systems : principles and applications*, Wiley, NY, USA.

De Sède, M-H., Thériault, M. (1996) La représentation systématique du territoire : un concept structurant pour les SIRS institutionnels, In *Revue Internationale de Géomatique*, vol 6, n° 1/1996, pp 27-50.

Douglas, W., J. (1995) *Environmental GIS : applications to industrial facilities*, Lewis Publishers, Boca Raton, USA.

- Drot, C.** (1997) *Industrie du traitement de surface-environnement-aménagement urbain : quelles relations au sein de l'agglomération lyonnaise ?*, Mémoire de maîtrise, Institut d'Urbanisme de Lyon, Université Lyon II.
- Duke, R., D.** (1974) *Gaming : the future's language*, NY.
- Dumolard, P.** (1999) Accessibilité et diffusion spatiale, In *L'Espace géographique*, n° 3, pp 205-214.
- Dupont, C** (1994) *La négociation : conduite, théorie, applications*, Editions Dalloz, Paris.
- Dutton, W., H., Kraemer, L.** (1985) *Modeling as negotiating : the political dynamics of computer models in policy process*, Ablex Publishing Corporation, Norwood, NJ, USA.
- Ellsberg, D.** (1961) Risk, ambiguity and the savage axioms, In *Quarterly Journal of Economics*, n° 75, pp 643-669.
- Engelen, G., van der Meulen, M., Hahn, B.** (1999) A Spatial Modelling Tool for Integrated Environmental Decision-Making, In *5th EC-GIS Workshop Proceedings*, Space Applications Institute and Joint Research Centre/ European Commission, Stresa, Italy, 28-30 June 1999.
- Erkut, E., Verter, V.** (1995) Hazardous Materials Logistics, pp 467-507, In **Drezner, Z.** (Ed) *Facility location: a survey of applications and methods*, Springer-Verlag, N-J., USA.
- Faludi, A.** (1973) *Planning Theory*, Pergamon Press, Oxford, Toronto.
- Fauvet, M-C., Chardonnel, S., Dumas, M., Scholl, P-C., Dumolard, P.** (1998) Analyse de données géographiques : application des bases de données temporelles, In *Revue Internationale de Géomatique*, vol. 8, n° 1-2/98, pp 149-165.
- Ferber, J.** (1995) *Les systèmes multi-agents: vers une intelligence collective*, InterEditions, Paris.
- Ferrand, N., Ferrent, P.** (1998) SANPA : un système pour l'aide à la négociation de projets en aménagement avec architecture multi-agents, provenance inconnue.
- Ferrand, N.** (1996) Modelling and supporting multi-actor spatial planning using multi-agent systems, In *3d National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA) Conference on « GIS and Environmental Modelling »*, Santa Fe, CA (http://www.ncgia.ucsb.edu:80/conf/sf_paper/ferrand_nils/santafe.html).
- Forester, J.** (1982) Planning in the face of power, In *Journal of American Planning Association*, n° 48, pp 67-80.
- Forester, J.** (1977) *Questioning and shaping attention as planning strategy : Toward a critical theory of analysis and design*, PhD dissertation, University of California, Berkeley, USA.

- Fortier, V.** (1990) *Épuration des eaux résiduaires d'une usine de traitement de surface*, Mémoire de Maîtrise en Ingénierie, Ecole Polytechnique de Montréal.
- Friedmann, J.** (1987) *Planning in public domain. From knowledge to action*, Princeton University, Princeton, USA.
- Friedmann, J., Hudson, B.** (1974) Knowledge and action : a model for policy research, In *American Institute of Planners Journal*, n° 40 (1) pp 2-16.
- Frisch, D., Baron, J.** (1988) Ambiguity and rationality, In *Journal of Behavioral Decision Making*, n° 1, pp 149-157.
- Galbraith, J.** (1977) *Organisational Design*. Reading, Addison-Wesley, MA, USA.
- Gallagher, C., A.** (1971) *Measurement and analysis of managers' perceptions of the value selected management information*, PhD thesis, University of Florida, USA
- Gardes, L., Bressy, F., Debray, B., Londiche, H.** (1999) Accident reporting system devoted to small companies, In *9th Annual Conference on Risk Analysis: Facing the New Millennium*, 10-13 octobre 1999, Rotterdam, The Netherlands.
- Gaume, F., Fallet, B., Ferrand, N., Chastel, J-M** (1998) Aide au développement durable des territoires : approche multi-agents pour un modèle Enjeux/Acteurs, In Actes du colloque « *Modèles et systèmes multi-agents pour la gestion de l'environnement et des territoires* », Clermont-Ferrand, 5-8 octobre 1998.
- Gauthier, M.** (1998) *Participation du public à l'évaluation environnementale : une analyse comparative d'études de cas de médiation environnementale*, PhD en études urbaines, Université du Québec à Montréal.
- Gayte, O., Libourel, T., Cheylan, J-P., Lardon, S.** (1997) *Conception des systèmes d'information sur l'environnement*, Collection Géomatique, Hermès, Paris.
- Gondran, N., Brodhag, C.** (1999) Besoins des PME en informations environnementales, sur le site Interne [http : //www.agora21.org](http://www.agora21.org)
- Gouran, D., S., Fisher, B., A.** (1984) The functions of human communication in the formation, maintenance, and performance of small groups, In **Arnold, C., Bowers, J.** (Eds) *Handbook of rhetorical and communication theory*, Allyn & Bacon, Boston, MA, USA.
- Gouvernement du Québec, AESF, CUM, Environnement Canada** (1988) *Séminaire en traitement de surface et environnement*, Comptes-rendus, les 31 mai et 1er juin 1988, Montréal.
- Gray, P.** (1987) Group decision support systems, In *Decision Support Systems*, n° 3, pp 233-242.

- Guarnieri, F.** (1995) *Modèles de systèmes et systèmes de modèles dans les systèmes à base de connaissances : application à la prévention des incendies de forêts*, Thèse de Doctorat, CEMEF- Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris – Sophia Antipolis, Laboratoire de la Montagne Alpine – Université Joseph Fourier de Grenoble.
- Guba, E., Lincoln, Y.** (1994) Competing paradigm in qualitative research, **In Denzin, N., Lincoln, Y.** (Eds) *Handbook of Qualitative Research*, Sage, Newbury Park, USA.
- Guba, E.** (1990) *The Alternative Paradigm Dialog*, Sage, Newbury Park, USA.
- Guenet, M.** (1997) SIG appliqués à l'urbanisme, *cours URB 6853*, Faculté de l'Aménagement, Université de Montréal, hiver 1997.
- Gummer, B.** (1998) Decision making under conditions of risk, ambiguity, and uncertainty : recent perspectives, In *Administration in Social Work*, n° 22 (2).
- Guptill, S.,C. , Morrison, J., L.** (1995), *Elements of Spatial Data Quality*, International Cartographic Association, Pergamon, NY, USA.
- Hall, P.** (1992) *Urban and Regional Planning*, Third Edition, Routledge, London, UK.
- Healey, P.** (1992) Planning through debate : the communicative turn in planning theory, In *Town Planning Review*, vol. 63, n° 2, pp 143-161.
- Herimandimby, V., Randriarijaona, E., Barreteau, O., Bousquet, F., Weber J.** (1998) Systèmes multi-agents et démarche patrimoniale : utilisation de jeux de rôles, In Actes du colloque « *Modèles et systèmes multi-agents pour la gestion de l'environnement et des territoires* », Clermont-Ferrand, 5-8 octobre 1998.
- Hodder, D.** (1996), *Mémoire ayant pour objet l'offre de services SIAD-Environnement*, Document interne, Communauté Urbaine de Montréal.
- Huxhold, W., E., Levinsohn, A., G.** (1995) *Managing geographic information system projects*, Oxford University Press, NY, USA.
- Innes, J., E., Booher D., E.** (1999) Consensus building as role playing and bricolage : toward a theory of collaborative planning, In *Journal of American Planning Association*, vol 65, n°1, pp 9-26.
- Joerin, F.** (1998) *Décider sur le territoire : Proposition d'une approche par utilisation de SIG et de méthodes d'analyse multicritère*, Thèse de Doctorat, EPFL, Lausanne, Suisse.
- Julien, P-A.** (1994) *Les PME : bilan et perspectives*, Presses InterUniversitaires, Economica, Paris.
- Kasinim, H., Yusoff, M.** (1996) The use of a soft systems approach in developing information systems for development planning : an exploration in regional planning, In *Computer, Environment and Urban Systems*, vol 20, n°3 pp 165-180.

- Kaufman, J., L., Jacobs, H., M.** (1987) A Public Planning Perspective on Strategic Planning, In *the Journal of the American Planning Association*, vol 53, n° 1, pp 23-33.
- Kuhn, K., M.** (1997) *Interpreting uncertainty : ambiguity effects in the evaluation of risk information*, Dissertation Thesis (PhD in Psychology), University of Illinois at Urbana-Champaign, USA.
- Laaribi, A.** (2000) *SIG et analyse multicritère*, Editions Hermès, Paris.
- Laaribi, A., Chevallier, J.J., Martel, J.M.** (1996) A Spatial Decision Aid : a Multicriterion Evaluation Approach, In *Computer, Environment and Urban Systems*, vol. 20, n° 6, pp 351-366.
- Lacasse, P.** (2000) *L'incidence de la diversité des besoins sur l'élaboration d'un outil géomatique en aménagement du territoire : le cas du SIAD-Environnement de la Communauté Urbaine de Montréal*, Mémoire de Maîtrise en Urbanisme, Institut d'Urbanisme de Montréal, Faculté de l'Aménagement, Université de Montréal.
- Laforest, V.** (1999), *Technologies propres. Méthodes de minimisation des rejets et de choix des procédés de valorisation des effluents. Application aux ateliers de traitement de surface*, Thèse de Doctorat en Sciences et Techniques du Déchet, ENSM.SE et INSA de Lyon.
- Lamancusa, JP.** (1995) Strategies at a decorative chromium electroplating facility : on-line versus off-line recycling, In *Plating and surface finishing*, vol. 82, n°4, pp 46-50.
- Lan, J.** (1972) *Théorie de l'information appliquée à l'aménagement*, Thèse de PhD en aménagement, Université de Montréal.
- Laurent, F.** (1996) *Outils de modélisation spatiale pour la gestion intégrée des ressources en eau : Application aux SAGE*, Thèse de Doctorat, Ecoles des Mines de St-Etienne et de Paris.
- Lesca, H., Lesca, E.** (1995) *Gestion de l'information : qualité de l'information et performances de l'entreprise*, Editions Litec, Paris.
- Love, R., F., Morris, J., G. ; Wesolowsky, G., O.** (1988) *Facilities location: models and methods*, North-Holland, New-York.
- Lovell, B., E.** (1995) *A taxonomy of types of uncertainty (decision-making)*, PhD thesis, Portland State University, USA.
- Loydd, R.** (1997) *Spatial cognition : geographic environments*, The GeoJournal Library, vol 39, Kluwer Academic Publishers, USA.
- MacDonald, M. L.** (1996) A Multi-Attribute Spatial Decision Support System for Solid Waste Planning, In *Computer, Environment and Urban Systems*, vol. 20, n° 1, pp 1-17.

- Mahony, J.** (1991) *A location-allocation perspective on the hazardous waste management problem : an application to electroplating industry in New-England*, Thèse de Doctorat, Boston University, MA, USA.
- Manche, Y.** (1998) *Cartographie multirisque : une méthode semi-automatique*, Ingénieries - EAT- Risques naturels, Documentation du Cemagref.
- Manche, Y.** (1997) Propositions pour la prise en compte de la vulnérabilité dans la cartographie des risques naturels prévisibles, In *Revue de Géographie Alpine*, vol. 85, n° 2, pp 49-62.
- March, J., G.** (1988) *Décisions et organisations*, Editions de l'organisation, Paris.
- March, J., G., Olsen, J. P.** (1976) *Ambiguity and choice in organizations*, Universitetsforlaget, Bergen, Norvège.
- Martin, N., St-Onge, B., Waaub, J-P.** (1999) Geographic Tools for Decision Making in Watershed, In **Thill, J., C.** (Ed) *Spatial Multicriteria Decision Making and Analysis : A Geographical Information Sciences Approach*, Ashgate, Brookfield, USA.
- M.A.T.E.** (1997) *Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR)*, guide général, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, La documentation française, Paris.
- Mauriras-Bousquet, M.** (1984) *Théorie et pratique ludiques*, Collection la vie psychologique, Economica, Paris.
- Maystre, L. Y., Bollinger, D.** (1999) *Aide à la négociation multicritère*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse.
- Maystre, L. Y., Pictet, J., Simos, J.** (1994) *Méthodes multicritères ELECTRE*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse.
- MEF** (1993) *Secteur du revêtement de surface, Technologies propres, Galvanoplastie*, Fiche n°6, Ministère de l'Environnement de la Faune, Gouvernement du Québec.
- Mintzberg, H.** (1994), *Grandeur et décadence de la planification stratégique*, Dunod, Paris.
- Moles, A.** (1972) *Théorie de l'information et perception esthétique*, Denoël, Paris.
- Monmonier, M.** (1998) A case study in the misuse of GIS : siting a low-level radioactive waste disposal facility in New-York State, <http://www.spatial.maine.edu/tempe/monmonier.html>.
- Moreau, A.** (2000) *Les jeux de rôle* (<http://www.ens-lyon.fr/~amoreau/jdr/regles.html>).
- Morgan, S., M.** (1995), *Metal and acid recovery options for South Carolina plating industry*, PhD Dissertation, Clemson University, SC, USA.

- Nijkamp, P.** (1983) Information systems for regional planning : a state-of-the-art survey, In *Environment and Planning B*, n° 10, pp 283-302.
- Norgaard, G.** (1995) « *Sans titre* », General Manager, U.S. Filter Recovery Services Inc., Roseville, 19 october 1995 (propos recueillis par Morgan (1995)).
- Nyerges, T., L.** (1993) Understanding the scope of GIS : its relationship to environment modeling, In **Goodchild, M., F., Parks, B., O., Steyaert, L., T.** (Eds) *Environment modeling with GIS*, Oxford University Press, UK.
- Obermeyer, N.** (1994) *Managing Geographical Information Systems*, The Guilford Press, NY, USA.
- Osgood, C., E., Suci, G., J., Tannenbaum, P., H.** (1957) *The measurement of meaning*, Urbana, The university of Illinois Press, USA.
- Pearman, A., D.** (1985) Uncertainty in planning : characterisation, evaluation, and feedback, In *Environment and Planning B*, n° 12, pp 313-320.
- Personne, M.** (1998), *Contribution à la méthodologie d'intégration de l'environnement dans les PME-PMI : Evaluation des performances environnementales*, Thèse de Doctorat en Sciences et techniques du déchet, ENSM.SE et INSA de Lyon.
- Redman, T.** (1998) *La qualité des données à l'âge de l'information*, InterEditions, Paris.
- Roche, S.** (1997) *Enjeux de l'appropriation sociale des technologies de l'information géographique pour l'aménagement territoriale : Etude de cas en France et au Québec*, Thèse de Doctorat, Département de Géographie, Université d'Angers.
- Roche, V., Gondran, N., Lafort, V., Brodhag, C.** (2000a) Gouvernance et environnement des PME, In les *Annales de la Recherche Urbaine*, n° 86, « Développements et coopérations », Plan Urbanisme Construction Architecture, Ministère de l'Equipement, Paris.
- Roche, V., Batton-Hubert, M., Pauze, A.** (2000b) Intérêts des SIG en assainissement industriel, In Colloque *Géomatique 2000*, 8-10 mars 2000, Montréal.
- Roy, B.** (1985) *Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision*, Collection Gestion, Economica, Paris.
- Roy, B.** (1974) Critères multiples et modélisation des préférences : l'apport des relations de surclassement, In *Revue d'Economie Politique*, n° 1.
- Roy, F.** (1999) *Les effets des systèmes d'information géographique sur la gestion de l'information en aménagement du territoire*, Thèse de Doctorat, Faculté de l'Aménagement, Université de Montréal, Montréal.

- Saaty, T., L.** (1984) *Décider face à la complexité : Une approche multicritère d'aide à la décision*, Entreprise Moderne d'Édition, Paris.
- Sager, T.** (1994) *Communicative planning theory*, Averbury, Brookfield, USA.
- Salazar, A., J.** (1996) Ambiguity and communication effects on small group decision-making performance, In *Human Communication Research*, vol 23, n°2, pp 155-192.
- Saltzberg, E., R., Cushnie, Jr., G., C.** (1985) *Centralized waste treatment of industrial wastewater*, Noyes Publications, N J, USA.
- Scholten, H., J., Stillwell, J., C., H.** (1990) *Geographical information systems for urban and regional planning*, Kluwer Academic Publishers, UK.
- Schön, D.** (1983) *The Reflective Practitioner : How Professionals Think in Action*, Basic Books, NY, USA.
- Simon, H., A.** (1955) A behavioral model of rational choice, In *Quarterly Journal of Economics*, n° 69, pp 99-118.
- Simon, H., A.** (1947) *Administrative behavior*, Macmillan, New-York.
- Sorkin, D., L., Ferris, N., B., Hudak, J.** (1984) *Strategies for cities and counties : A strategic planning guide*, Public Technology Inc., Washington, USA.
- Soualem, S.** (1991) *Ambiguïté et incertitude lors du développement d'un système d'information*, Thèse de Magister, Institut National d'Informatique d'Alger, Algérie.
- Soudoplatoff, S.** (1996) Informatique territoriale et complexité : Symbolique du territoire, In *Revue Internationale de Géomatique*, vol 6, n°1, pp 51-99.
- Sutter, E.** (1993) *Maîtriser l'information pour garantir la qualité*, AFNOR, Paris.
- Szafnicki, K., Bourgois, J., Graillot, D., Di Benedetto, Breuil, P., Poyet, J-P.** (1998) Real-Time Supervision of Industrial Wastewater Treatment Plants Applied to the Surface Treatment Industries, In *Journal of Water Ressource*, vol. 32, n° 8, pp 2480-2490.
- Tarantola, S., Giglioli, N., Saltelli, A.** (2000) Global Sensibility Analysis for the Quality Assessment of GIS-based Models, In *Accuracy 2000, Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences*, July 2000, Amsterdam, The Netherlands, pp 637-646.
- Taylor, K., A.** (1995) *Determinants of ambiguity attitudes : accountability, control, competence and ambiguity type*, PhD Thesis , University of Pennsylvania, USA.
- TECSULT** (1996) *Étude des usages et des ressources biophysiques de la rivière des Prairies, du lac St-Louis et du tronçon fluvial du St-Laurent*, Tome 1 : Inventaire et Tome 2 : Sensibilité, Rapport final, étude commandée par le Communauté Urbaine de Montréal et le Gouvernement du Québec, juin 1996.

- Tremblay, L.** (1981) *Etude des divers aspects relatifs à l'assainissement des eaux résiduaires des ATS métalliques sur le territoire de la CUM*, Mémoire de Maîtrise en Génie Civil, Ecole Polytechnique de Montréal.
- Turk, A., G.** (1990) Towards an understanding of human-computer interaction aspects of geographic systems, In *Cartography*, vol 19, n° 1.
- van den Hove, S.** (2000) Approches participatives pour la gouvernance en matière de développement durable : une analyse en termes d'effets, **In Faucheux, S., Foger, G.** (Eds) *Gouvernance et développement durable*, Helbing et Lichtenhahn (sous presse).
- Vincke, P.** (1989) *L'aide multicritère à la décision*, Editions Ellipses et Editions de l'Université de Bruxelles, Belgique.
- Webster, C., J.** (1994) GIS and the scientific inputs to urban planning. Part 2 : prediction and prescription, In *Environment and Planning B*, n° 21, pp 145-157.
- Webster, C., J.** (1993) GIS and the scientific inputs to urban planning. Part 1 : description, In *Environment and Planning B*, n° 20, pp 709-728.
- Wright, E., J.** (2000) Probabilistic Models in GIS – Bayesian Networks for Management of Uncertainty, In *Accuracy 2000, Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences*, July 2000, Amsterdam, The Netherlands, pp 731-738.
- Zeide, B.** (2000) Fractal Geometry : Addressing the Intrinsic Spatial Uncertainty, In *Accuracy 2000, Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences*, July 2000, Amsterdam, The Netherlands, pp 755-758.

Sources des données brutes

Données relatives au cas des ETS de la CUM

- Localisation et attributs des ETS :
 - Liste des sous-traitants en traitement de surface, MICST, à jour le 10-11-98 ;
 - Liste des industries de traitement de surface (CUM), Service de l'Environnement de la CUM, à jour le 29-03-93 ;
 - Banque de données de Michel Boisvert, 1993 ;
 - CRIQ (1997), Répertoire des produits disponibles au Québec, Volumes 1, 3 et 4.
- Modèle Numérique de Terrain, (résolution : 93 m), US Geological Survey, ?.
- Plan d'Occupation des Sols, Communauté Urbaine de Montréal, ?.
- Recensement de la population de la grande région de Montréal, Statistiques Canada, 1996.
- Réseau routier, Communauté Urbaine de Montréal, ?

Données relatives au cas des ETM de la Vallée de l'Ondaine

- Collecteur intermunicipal de la Vallée de l'Ondaine, SIVO, ?
- Connaissance du milieu faunistique et floristique, EPURES, ?
- Découpage communal de la Vallée de l'Ondaine, BD Carto IGN, 1995
- Enjeux paysagers, EPURES, ?
- Limites du bassin versant de l'Ondaine, ENM-SE, ?
- Localisation des ETM à partir des indications du KOMPASS 1999,
- Localisation des points de captage d'eau potable, EPURES, ?
- Occupation réelle des sols, SPOT Thema, (prêté par EPURES), 2000
- Recollement des plans d'occupation des sols, EPURES, ?
- Réseau hydrographique de la Vallée de l'Ondaine, BD Carto IGN, 1995
- Réseau routier de la Vallée de l'Ondaine, BD Carto IGN, 1995
- Risques spatialisés, ENSM-SE, 2000
- Qualité de l'eau, SIVO, 1999
- Temps de transfert hydrogéologique, ENSM-SE, ?
- Unités visuelles, EPURES, ?
- ZNIEFF, ENSM-SE, ?

Annexe A : Quelques grilles existantes d'analyse des projets SIRS

A.1 : Grille d'analyse sur le contexte de développement de systèmes d'information (géographique) dans une organisation publique (Huxhold et al, 1995)

Critère \ Contexte	Type « techniciste »	Type « utilisateur »	Type « stratégique »	Type mixte (plus réaliste)
Acteur contrôlant la politique de développement informatique de l'organisation	Service informatique	Services utilisateurs (constitué en comité)	Top-management	Indéterminé
Acteur bénéficiaire du développement informatique	Service informatique	Services utilisateurs	Top-management	Indéterminé, mais différent de l'acteur contrôlant la politique de développement info.
Objectif	Privilégier les opportunités de sophistication technologique	Supporter une base générale « utilisateur »	Satisfaire la clientèle	Répondre aux besoins internes des services sans coordination
Technologie retenue	De pointe	Très diversifiée	Choix conservateur	Aléatoire
Contrôle de la technologie et responsabilité	Sous contrôle centralisé du service informatique	Sous la responsabilité décentralisée des utilisateurs	Sous contrôle centralisé et politique	Responsabilités non clairement définies
Personnel informatique et budget	Important	- important, - prise en charge par le fond général de l'organisation	- peu important, - charges des utilisateurs régulant la demande en informatique	Important
Applications privilégiées	- applications intéressant le service informatique, - applications complexes pour les utilisateurs	Applications spécifiques aux services « utilisateurs »	- applications ciblées sur les services publics priorisés par le top-management, - applications, interdépartementales et administratives	- peu de nouvelles applications, - échec du développement des nouvelles applications
Type de stratégie de développement informatique	Pas de stratégie globale	- décision prise par compromis et coalition, - orientation sujette à changement dû à la dynamique des coalitions	- décisions influencées par les agendas des top-managers élus	- chevauchement des politiques départementales de développement, - contexte potentiellement conflictuel, - aucun acteur n'a le pouvoir d'imposer une stratégie globale

A.2 : Grille d'analyse sur les besoins informationnels des acteurs en fonction de leur mandat dans l'organisation (d'après Scholten et al, 1990)

	Demande en information	Exigences des utilisateurs	Type de SIG	Développement
Info-spécialiste	Données brutes	Outils d'analyse flexibilité	Large et ouvert	Liens avec d'autres systèmes
Chercheur	Données brutes et pré-traitées	Outils d'analyse Convivabilité	Compact et gérable	Langages macro Interfaces avec d'autres systèmes
Décideur	Information stratégique	Pondération et optimisation, Convivabilité	Petit et attrayant	Interfaces conviviales
Groupe ciblé	Information	Convivabilité	Petit et attrayant	Interfaces conviviales

A3 : Grille d'analyse sur les perceptions des acteurs en rapport avec le territoire, l'aménagement et les TIG (Roche, S., 1997)

	perception du territoire	perception de l'aménagement	perception des TIG	perception de l'information géographique	type d'utilisation des TIG	mode d'appropriation
techniciens	espace physique	construction, implantation d'infrastructures	outils de cartographie et de dessin	bonne qualité et précision	production de données	moyen d'expression technique
aménagistes	espace réseaux, échanges, dynamiques socio-spatiales	réflexion théorique sur les fonctions urbaines	outils de croisement de données et représentations spatiales	bonne qualité surtout pour les dimensions physiques	compréhension des dynamiques et problématiques urbaines	outil pédagogique et moyen d'influence
Elus	lieux d'exercice des pouvoirs, espace économique et politique	projet politique, réglementation et satisfaction des citoyens	outil de communication	plus fiable et objective	présentation et argumentation	agent de communication et argumentation

A.4 : Grille d'analyse sur les sources d'échec ou de succès d'un projet SIRS (Obermeyer, 1994)

Critères de succès/échec	Raison du succès	Raison de l'échec
Planification du projet	Rigoureuse	par à-coup
Exigences	ciblées	diffuses
Estimation des efforts	réaliste	irréaliste
Personnel	dédié à la tâche et motivé	fort « turn over »
Fonds	adéquates	inadéquates ou conjoncturels
Durée	réfléchie	précipitée ou prolongée
Attentes	équilibrées	exagérées

A.5 : Grille d'analyse sur les méthodes d'implantation d'un SIAD (Ajenstat, 1984)

Légende :

- A : analyse technique d'un problème,
- I : implantation de la solution,
- C : état de conscience d'un problème,
- N : état de connaissance des spécificités de la solution .

• Approche technocratique :

Le processus technique du spécialiste précède le processus d'apprentissage de l'utilisateur. Mais le SIAD respecte plutôt le style du spécialiste que celui de l'utilisateur, et ne répond pas convenablement aux besoins de ce dernier.

$$(A \Rightarrow I) \Rightarrow (C \Rightarrow N)$$

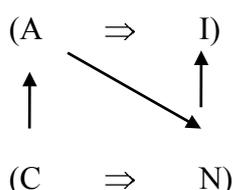
• Approche traditionnelle :

Les spécifications sont définies avant d'envisager le développement technique du SIAD. Mais les utilisateurs formulent difficilement les spécifications du support désiré et leurs attentes peuvent être irréalistes.

$$(C \Rightarrow N) \Rightarrow (A \Rightarrow I)$$

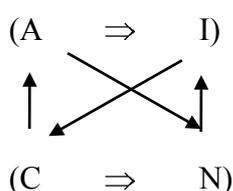
• Approche participative :

Le processus de développement technique et celui d'apprentissage sont réalisés en parallèle. Mais la version finale du SIAD risque de ne pouvoir répondre à des besoins ultérieurement identifiés.



• Approche évolutive :

Elle prolonge la séquence de la précédente approche en ajoutant la possibilité de modifier le support. Bien qu'étant idéale, elle se heurte à des contraintes techniques et de disponibilités en temps.



A.6 : Grille d'analyse sur la pertinence informationnelle de l'application SIG par rapport au niveau organisationnel concerné par son implantation (Scholten et al, 1990)

Niveau	Activités	Besoins informationnels
Stratégique	Formulation de stratégies : Etablissement à long terme, d'objectifs et de plans ; prise de décision d'ordre stratégique.	Très variés : beaucoup de sources requises, à la fois internes et externes à l'organisation (opportunités externes, menaces et forces et faiblesses internes).
Tactique	Formulation des plans destinés à atteindre les objectifs stratégiques : prise de décisions spécifiques (allocation des ressources, établissement des buts à moyen terme).	Essentiellement internes : combinaison de besoins en information générale et spécifique.
Opérationnel	Réalisation de tâches très spécifiques : prise de décision à court terme, activités quotidiennes.	Diagnostic : corriger les déviations par rapport à la programmation opérationnelle ; la meilleure information est celle mesurable.

A.7 : Grille d'analyse sur les facteurs de succès d'un projet SIRS (Obermeyer, 1994)

- Visibilité des bénéfices.
- Complexité d'apprentissage et d'utilisation.
- Flexibilité d'utilisation.
- Compatibilité avec les valeurs existantes, les expériences passées et les besoins.
- Avantages par rapport à l'existant.
- Existence de canaux de communication.
- Présence d'un leader fort pour le projet.
- Modalités de la prise de décision.
- Degré de réorganisation nécessaire.
- Niveau du consensus sur les normes et méthodes retenues.
- Capacité d'assimilation des échecs antérieurs.
- « Service après-vente ».

A.8 : Grille d'analyse sur le contexte d'implantation d'un SIRS dans une organisation (Roche, S., 1997)

Critère\ Contexte	mode	vitrine techno- logique	symbolique du lien information- décision	opérateur	légal	coercition	planification	prospectif
Niveau concerné de l'organisation	organisation	organisation	organisation	sous-groupe responsable de la tâche associée	organisation	organisation	sous-groupe responsable de la planification	organisation
Réorganisation liée à l'implantation du SIRS	--	--	--	améliorer la tâche associée	améliorer la tâche associée	améliorer la tâche associée	améliorer la tâche associée	repenser les processus de l'organisation
Utilité de l'acquisition de données	--	--	--	soutenir la tâche concernée	soutenir la tâche concernée	soutenir la tâche concernée	soutenir la tâche concernée	soutenir la tâche concernée
Type de manipulations des données	--	--	--	alimentation d'une BDRS et simulations	mesure et vérification	simulation et scénarisation	simulation et scénarisation	alimentation d'une BDRS
Utilité finale des données	--	--	--	prendre une décision	prendre une décision et diffuser	--	prendre une décision	diffuser
Utilité de la diffusion des données	--	--	symbolique par rapport aux attentes des acteurs externes	--	--	fonctionnelle	--	fonctionnelle
Utilité du processus décisionnel	--	--	symbolique par rapport aux attentes des acteurs externes	fonctionnelle	fonctionnelle	--	fonctionnelle	--
Objectif de la décision	--	--	--	gestion du territoire	gestion du territoire	--	planification du territoire	--
Finalité de la géomatique	suivre un effet de mode	utiliser le caractère novateur symbolique	renforcer le lien symbolique entre le processus d'information et celui de décision	supporter des activités de nature technique	supporter des activités dépendant d'une réglementation	supporter des activités de persuasion du bien-fondé de la proposition	supporter des activités de planification	supporter des activités de production d'information

Annexe B : Critères d'évaluation des options de gestion des effluents industriels

NB : Les chiffres entre guillemets correspondent aux références bibliographiques (voir fin d'annexes B).

Considérations techniques

CT1 : l'option assure-t-elle une meilleure *performance technique* ?

NB : la performance technique croît avec la qualité des rejets traités (elle est conditionnée par le choix technologique). « 1, 3, 8, 19 »

CT2 : l'option assure-t-elle mieux les moyens d'une bonne gestion technique des rejets ?

NB : le critère concerne la *disponibilité de l'assistance technique* en matière d'analyse physico-chimique et de modalités de fonctionnement des équipements de traitement des rejets. « 3, 19 »

CT3 : l'option s'adapte-t-elle mieux aux conditions techniques de production ?

NB : *l'adaptabilité industrielle* croît en sens inverse du degré de modifications des chaînes de production afin d'intégrer les équipements de traitement et récupération des rejets. « 1, 3, 8, 10, 11, 19 »

CT4 : l'option est-elle plus compatible avec *la nature et le volume des rejets* ?

NB : la compatibilité physico-chimique croît avec la diversité physico-chimique des rejets à traiter (la nature et le volume des rejets dépendent des procédés de production). « 1, 3, 6, 8, 9, 19, 22, 24 »

CT5 : l'option possède-t-elle une meilleure *pertinence opérationnelle* ?

NB : ce critère exprime la facilité d'opérationnalisation des équipements de traitement des rejets afin de réduire les risques d'erreurs humaines et de dysfonctionnements techniques. « 6, 19, 22 »

CT6 : l'option produit-t-elle des *déchets plus inertes* ?

NB : l'adoption d'un nombre plus varié de technologies de traitement des rejets permet de mieux répondre à la diversité physico-chimique des rejets et d'assurer la stabilité des déchets résultants. « 6, 8, 19 »

Considérations économiques

CF1 : l'option implique-t-elle plus *d'investissements* ?

NB : ces investissements concernent éventuellement l'achat de terrain, la construction de la STEP, l'achat des moyens de transport et des équipements de traitement des rejets. « 8, 11, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23 »

CF2 : l'option implique-t-elle plus de *coûts de fonctionnement* ?

NB : les coûts incluent l'achat de produits chimiques, d'eau, d'énergie, de pièces de rechange, les coûts de main-d'œuvre, de transport, de gestion administrative, d'élimination des déchets. « 9, 11, 18, 19, 22, 23 »

CF3 : l'option permet-elle une meilleure *valorisation économique* des déchets ?

NB : ce critère concerne la commercialisation des déchets issus du traitement des rejets. « 11, 16, 18, 19, 23 »

CF4 : l'option favorise-t-elle de plus grandes *économies d'échelle* ?

NB : plus la quantité de rejets recueillie est grande, plus les coûts unitaires décroissent. « 1, 8, 18, 19, 22 »

CF5 : l'option provoque-t-elle de plus grandes *déséconomies d'échelle* ?

NB : ce critère inclut les problèmes de congestion du réseau routier. « 1, 12, 19, 22 »

Considérations managériales

CM1 : l'option génère-t-elle une plus grande *résistance à l'innovation* des PME ?

NB : cette résistance est relative au comportement vis-à-vis d'options innovantes. « 3, 8, 11, 14, 17, 19 »

CM2 : l'option rend-t-elle plus disponible *l'information et la formation* ?

NB : les besoins informationnels concernent les aspects techniques, économiques, environnementaux, managériaux, socio-politiques et organisationnelles spécifiques à chaque type d'option. « 1, 14, 19, 23 »

CM3 : l'option valorise-t-elle mieux *l'image de marque* de l'entreprise ?

NB : ce critère concerne (notamment) le marketing vert. « 14 »

CM4 : l'option risque-t-elle de réduire la *flexibilité fonctionnelle* d'une PME ?

NB : les besoins en flexibilité proviennent de la variabilité et de la nature plus ou moins imprévisible des commandes adressées à la PME. « 1, 3, 8, 14, 15, 19 »

Considérations environnementales

CE1 : l'option génère-t-elle plus de risques de *détériorations des infrastructures d'assainissement* ?

NB : les infrastructures sont les canalisations et la STEP municipale. « 6, 8, 13 »

CE2 : l'option génère-t-elle plus de risques de *détériorations de la qualité de l'air* ?

NB : l'air peuvent être polluées par émission dans l'atmosphère. « 2 »

CE3 : l'option génère-t-elle plus de risques de *détériorations des sols* ?

NB : les sols peuvent être pollués par un déversement accidentel dont l'impact dépend de la vulnérabilité du milieu. « ? »

CE4 : l'option génère-t-elle plus de risques de *détériorations du milieu récepteur (qualité de l'eau)* ?

NB : le milieu récepteur concerne les eaux superficielles et souterraines qui peuvent être polluées par un déversement accidentel dont l'impact dépend de la vulnérabilité du milieu. « 6, 7, 8, 21, 22 »

CE5 : l'option est-elle compatible avec la *sensibilité biologique du milieu* ?

NB : ce critère concerne la préservation écologique et la biodiversité. « 6, 7, 8, 21, 22 »

CE6 : l'option génère-t-elle plus d'*impact sur la santé humaine* ?

NB : cela concerne les effets toxicologiques des polluants éventuellement déversés (en fonction des quantités, fréquence et nature des expositions). « 2, 8, 13, 22 »

CE7 : l'option génère-t-elle plus de *nuisances* ?

NB : sont inclus dans les nuisances, les pollutions sonores, olfactives et visuelles. « 2, 8, 13, 22 »

Considérations urbanistiques

CU1 : l'option est-elle *compatible avec la localisation des établissements* ciblés ?

NB : le gestion groupée nécessite que les établissements soient rapprochés. « 8, 22 »

CU2 : l'option exige-t-elle plus d'*espace d'implantation* ?

NB : plus les équipements seront volumineux, plus la surface au sol de la station d'épuration risque d'être élevée. « 8, 22 »

CU3 : l'option est-elle *compatible avec les usages* du territoire situés à proximité ou en aval ?

NB : les zones à usage industriel devraient être éloignées de celles à usage résidentiel. « 8, 19, 21, 22 »

CU4 : l'option nécessite-t-elle un *développement des réseaux routier et d'assainissement* ?

NB : la gestion collective est essentiellement basée sur un transport collectif des rejets et déchets. « 1, 22 »

Considérations socio-politiques

CS1 : l'option accroît-elle les *contraintes réglementaires* ?

NB : ces contraintes concernent, par exemple les seuils de rejets autorisés. « 1, 4, 5, 8, 18, 19, 22 »

CS2 : l'option risque-t-elle de générer une plus forte *opposition des populations* ?

NB : le critère inclut un ensemble de sous-critères contradictoires (création d'emploi, risques perçus d'incidents, compatibilité des usages du territoire,...). « 12, 22 »

CS3 : l'option exige-t-elle un *engagement plus prononcé des pouvoirs publics* ?

NB : cet engagement correspond à l'aide financière et au rôle de garant de la santé publique. « 1, 8, 21, 22, 23 »

CS4 : l'option favorise-t-elle *de meilleures relations entre les parties intéressées* ?

NB : les parties intéressées (collectivités locales, clients, fournisseurs, société civile) influencent plus ou moins directement la situation socio-économique de l'entreprise. « 17, 22 »

Considérations organisationnelles

CO1 : l'option génère-t-elle plus de *contraintes de collaboration* entre les acteurs concernés au niveau de l'étude globale de sa faisabilité ?

NB : ces contraintes sont essentiellement la disponibilité en temps et les besoins en informations stratégiques de type confidentiel à partager entre les établissements du travail des métaux (plus ou moins concurrents) et éventuellement entre ces derniers et leurs clients, les vendeurs d'équipements de traitement des rejets, les fournisseurs de produits chimiques, les représentants des différents paliers de gouvernement, les experts scientifiques et les groupes de pression. « 1, 3, 8, 14, 19 »

CO2 : l'option est-elle plus *facile à coordonner* dans sa gestion quotidienne ?

NB : la gestion quotidienne des effluents industriels nécessite une coordination plus ou moins souple et régie par les clauses contractuelles. « 19, 22 »

Références bibliographiques :

- 1) Boisvert, M. (1997) Pré-faisabilité d'une installation centralisée de traitement des effluents dans l'industrie du revêtement de surface à Montréal, Communication présentée au Colloque « Les nouvelles infrastructures urbaines à l'heure du développement durable », Entretiens du Centre Jacques Cartier, les 3 et 4 octobre 1996, Montréal.
- 2) Brown, D., J. (1998) Characterizing Risk at Metal Finishing Facilities, Meeting the Needs of all Stakeholders : An EPA Reinvention Initiative, Office of Research and Development, US EPA, May 1998
- 3) CETIM (1987) Traitements de surface : obligations de performance et devoirs d'environnement, Actes du Colloque organisé par le CETIM et Galvano Organo Traitements de Surface.
- 4) CUM (1998) Rapport sur la situation générale des débordements

- 5) CUM (1994) Bilan de réduction des métaux lourds dans les effluents des industries du traitement de surface sur le territoire de la CUM (1980-93), Service de l'Environnement, Assainissement de l'air et de l'eau, Permis et relevé, octobre 1994.
- 6) Debray, B. ; Bourgois, J. (1996) Base de données pour le traitement, le recyclage et la valorisation des effluents industriels.
- 7) Deschamps, G. ; Leveau, T. ; Cejka, P.J. (1998) Evolution des contaminants toxiques dans les eaux usées à la station d'épuration de la CUM en 1995 et 1996, CUM, Service de l'Environnement, Réseau de Suivi Ecologique.
- 8) Drot, C. (1997) Industrie du traitement de surface-environnement-aménagement urbain : quelles relations au sein de l'agglomération lyonnaise ?, Mémoire de maîtrise, Institut d'Urbanisme de Lyon.
- 9) Environnement Canada (1994) Eaux usées industrielles : récupération des métaux lourds présents dans les effluents industriels par la technologie Thermonic, Technologies St-Laurent, mars 1994.
- 10) Environnement Canada (1987) Aperçu de l'industrie canadienne des traitements de surfaces : Etat de l'industrie et mesures de lutte contre la pollution, Environnement Canada, Rapport SPE 2/SF/1, décembre 1987.
- 11) Gabra, G. (1988) Evolution technologique et effluents industriels : de l'élimination à la récupération des métaux lourds dans les effluents des industries de traitement de surface, Direction des stratégies et politiques environnementales, Groupe de développement stratégique, Gouvernement du Québec, jul. 1988.
- 12) Giguère, F. (1994) La localisation des centres de traitement et d'élimination de déchets dangereux en territoire habité : les modalités d'une procédure pour réussir l'exercice, Mémoire de Maîtrise en Urbanisme, Université de Montréal.
- 13) Gouvernement du Québec ; AESF ; CUM ; Environnement Canada (1988) Séminaire en traitement de surface et environnement, Comptes-rendus, les 31 mai et 1er juin 1988, Montréal.
- 14) Julien, P-A. (1994) Les PME : bilan et perspectives, Presses Inter Universitaires et Economica, Paris.
- 15) Koenig, G. (1987) Décisions spatiales, In les Cahiers de la recherche : Idées, réflexions, Institut d'Administration des Entreprises, Université des Sciences et Techniques de Lille, 87/8.
- 16) Lamanscusa, JP. (1995) Strategies at a decorative chromium electroplating facility : on-line vs. off-line recycling, In Plating and surface finishing, vol. 82, n°4, pp 46-50.
- 17) Léveillé, M. (1999) Exploration des possibilités de traitement groupé des effluents issus des ETS sur le territoire de la CUM, Travail dirigé, Institut d'Urbanisme, Université de Montréal, mai 1999.
- 18) Mahony, J. (1991) A Location-Allocation Perspective on the Hazardous Waste Management Problem: an Application to Electroplating Industry in New-England, Thesis, Boston University.
- 19) Morgan, S., M. (1995) Metal and acid recovery options for South Carolina plating industry, PhD Dissertation, Clemson University, Clemson, S.C.
- 20) Robitaille, R. (1991) Atelier sur les besoins et priorités en développement technologique environnemental dans le secteur des traitements de surface, Rapport de l'atelier, 5 décembre 1991, Centre St-Laurent.
- 21) Roche, V. (1997) Gestion partagée des effluents issus d'établissements de traitement de surface : analyse spatiale supportée par un système d'information géographique, Rapport de stage, Ecole des Mines de Saint-Etienne, juin 1997.
- 22) Saltzberg, E., R. ; Cushnie, Jr., G., C. (1985) Centralized Waste Treatment of Industrial Wastewater, Noyes Publications, N-J.
- 23) Sedgwick, C., A. (1994) The scope of cleaner production : a case study of the small metal finishing job shop in Nova Scotia and Jamaica, Mémoire de Thèse, Dalhousie University, Canada.
- 24) Tremblay, L. (1981) Etude des divers aspects relatifs à l'assainissement des eaux résiduaires des ATS métalliques sur le territoire de la CUM, Mémoire de Maîtrise en Génie Civil.

Annexe C : Résultats tabulaires des simulations

Annexe C.1 : Caractérisation des simulations stratégiques, cas des ETS de l

Simulations « gestion centralisée »

simulation	alpha	Svmar (m3)	ctransf	Svmad (m3)	Svmir (m3)	Ctransf2	Area vac (m2)	Area etso (m2)	Distvert (m)	
1	0,25	100 000	0.75	10 000	1 000 000	0,25	250 000	100 000	500	5
2	0,25	100 000	0,75	10 000	1 000 000	0,25	250 000	100 000	1 500	5
3	0	10 000 000	1	0	1 000 000	0,25	250 000	100 000	500	5
4	0	10 000 000	1	0	1 000 000	0,25	250 000	100 000	500	5
5	0,25	100 000	0,75	10 000	1 000 000	0,25	500 000	100 000	0	
Procédure	Ets cand1 Par dist	Ets cand1	Ets cand1 Par dist	Ets cand1	Par pc 1	Par dist	Par pc 1	Par pc 1	Ris q1	Ri
langage	AML	AML	AML	AML	AML	AML	AML	AML	AML	Al

- 1 : simulation réaliste
- 2 : simulation « protection environnementale prioritaire »
- 3 : simulation « tout collectif »
- 4 : simulation « économies d'échelle maximisées »
- 5 : simulation « protection environnementale ignorée »

De fichiers issus du programme à fichiers

Resultatets => etsX
 Resultatvac => vacX
 Resultatetso => etsoX

Avec X

Simulations « gestion groupée »

simulation	Svmar0 (m3)	Svmar1 (m3)	D ets (m)	Vg mini (m3)	D buffer (m)	Area vacg (m2)	sélection	Résultats
6	25 000	500 000	500	100 000	50	50 000	aucune	Etsg Grob Volg Distg Vacg Ecou
7	1	10 000 000	500	100 000	50	50 000	aucune	Etsg Grob Volg Distg Vacg2=V Ecou
8	25 000	500 000	2 000	50 000	50	50 000	aucune	Etsg3= E Grob Volg Distg Vacg3=V Ecou
Procédure langage	Etscandg AML	Etscandg AML	Grouper C++	Grouper C++	Parpcg AML	Parpcg AML	Gesg AML	

6 : simulation réaliste groupée

7 : simulation « contraintes volumiques individuelles ignorées »

8 : simulation « contraintes sur les regroupements partiellement relaxées »

De fichiers issus du programme à fichiers

Essaiat1g => etsgX
 Etsgvol3 => grobX
 Etsgvol2 => volgX
 Etsgdist2 => distgX
 Posvac4g => vacgX
 Etsgacc3 => ecoulX

Avec

Simulation « gestion combinée »

simulation	Origine ETS	alpha	Svmar (m3)	ctransf	Svmad (m3)	Svmir (m3)	Ctransf2	Area vac (m2)	Area etso (m2)	Distvert (m)	(
9-1	Simulation 6	0,25	100 000	0.75	10 000	1 000 000	0,25	250 000	100 000	500	5
9-2	Tous les ETS sauf ceux inclus dans grob3	0,25	100 000	0,75	10 000	1 000 000	0,25	250 000	100 000	500	5
simulation	Origine ETS	Svmar0 (m3)	Svmar1 (m3)	D ets (m)	Vg mini (m3)	D buffer (m)	Area vacg (m2)				
10	Simulation 1	25 000	500 000	1 000	100 000	50	50 000				

9 : simulation « réaliste » (gestion groupée, puis gestion centralisée)

10 : simulation « réaliste » (gestion centralisée, puis gestion groupée)

Annexe C.2 : Résultats des simulations stratégiques, cas des ETS de la CUM (gestion centralisée)

simulation n°1 : simulation "réaliste" (parcelles ets offre)

ETSO1_	ETSO1_ID	VULNERABILITE (Nbre d'habitants)	DISTMOY (m)	DISTECART (m)	RAPMOY	RAPECART	DEBITSUM (m3)	NBRETS
1	136	118000	34000	9070,00	0,486	4,320	4810000	1
2	44	137000	26900	7170,00	1,260	11,200	4810000	1

simulation n°2 : simulation "protection environnemental e prioritaire" : aucune parcelle ets offre retenue

simulation n°3 : simulation "tout collectif" (parcelles ets offre)

ETSO3_	ETSO3_ID	VULNERABILITE (Nbre d'habitants)	DISTMOY (m)	DISTECART (m)	RAPMOY	RAPECART	DEBITSUM (m3)	NBRETS
1	136	123000	31200	10100,00	0,333	3,120	21200000	1
2	44	142000	23700	7710,00	1,090	10,200	21200000	1

Simulation n°4 : simulation "économies d'éche lle maximisées" (parcelles ets offre)

ETSO4_	ETSO4_ID	VULNERABILITE (Nbre d'habitants)	DISTMOY (m)	DISTECART (m)	RAPMOY	RAPECART	DEBITSUM (m3)	NBRETS
1	136	123000	31200	10100,00	0,333	3,120	21200000	1
2	44	142000	23700	7710,00	1,090	10,200	21200000	1

Simulation n°5 : simulation "protection env ironnementale ignorée" (parcelles ets offre)

ETSO5_	ETSO5_ID	VULNERABILITE (Nbre d'habitants)	DISTMOY (m)	DISTECART (m)	RAPMOY	RAPECART	DEBITSUM (m3)	NBRETS
1	136	0	34000	9070,00	0,486	4,320	4810000	1
2	181	0	20500	5110,00	1,250	11,100	4810000	1
3	44	0	26900	7170,00	1,260	11,200	4810000	1

Simulation n°9 : simulation « réaliste » centralisée parès groupée (parcelles offre)

ETSO9_	ETSO9_ID	VULNERABILITE (Nbre d'habitants)	DISTMOY (m)	DISTECART (m)	RAPMOY	RAPECART	DEBITSUM (m3)	NBRETS
1	136	91900	33200	9180,00	2,500	14,800	1010000	
2	44	111000	28400	7440,00	5,980	35,400	1010000	

Simulation n°1 : "réaliste" (parcelles vacantes)

VAC1_	VAC1_ID	VULNERABILITE (Nbre d'habitants)	DISTMOY (m)	DISTECART (m)	RAPMOY	RAPECART	DEBITSUM (m3)	NBRETS
1	28	117000	36800	8860,00	0,428	3,810	4810000	15
2	57	117000	33800	8990,00	0,408	3,630	4810000	15
3	83	117000	34000	9080,00	0,423	3,770	4810000	15
4	93	117000	32700	8840,00	0,435	3,870	4810000	15
5	108	117000	32400	8750,00	0,474	4,210	4810000	15

Simulation n°2 : simulation "protection environnementale prioritaire" (parcelles vacantes)

VAC2_	VAC2_ID	VULNERABILITE (Nbre d'habitants)	DISTMOY (m)	DISTECART (m)	RAPMOY	RAPECART	DEBITSUM (m3)	NBRETS
1	57	3130000	33800	8990,00	0,408	3,630	4810000	15
2	108	2330000	32400	8750,00	0,474	4,210	4810000	15
3	123	2150000	32300	8750,00	0,473	4,200	4810000	15
4	136	1790000	32600	8660,00	0,495	4,400	4810000	15

Simulation n°3 : simulation "tout collectif" (parcelles vacantes)

VAC3_	VAC3_ID	VULNERABILITE (Nbre d'habitants)	DISTMOY (m)	DISTECART (m)	RAPMOY	RAPECART	DEBITSUM (m3)	NBRETS
1	57	123000	31300	9820,00	0,262	2,460	21200000	17
2	83	122000	31500	9930,00	0,275	2,580	21200000	17
3	93	123000	30300	9670,00	0,287	2,690	21200000	17
4	108	122000	30000	9570,00	0,323	3,020	21200000	17
5	123	122000	29900	9570,00	0,322	3,010	21200000	17

Simulation n°4 : simulation "économies d'échelle maximisées" (parcelles vacantes)

VAC4_	VAC4_ID	VULNERABILITE (Nbre d'habitants)	DISTMOY (m)	DISTECART (m)	RAPMOY	RAPECART	DEBITSUM (m3)	NBRETS
1	351	138000	21300	5090,00	0,762	7,140	21200000	17
2	1024	147000	22200	6650,00	1,040	9,750	21200000	17
3	1029	146000	22500	6560,00	1,020	9,590	21200000	17
4	1043	138000	22800	8060,00	1,150	10,700	21200000	17
5	1174	140000	21800	7870,00	1,160	10,900	21200000	17

simulation n°5 : simulation "protection env ironnementale ignorée" (parcelles vacantes)

VAC5_	VAC5_ID	VULNERABILITE (Nbre d'habitants)	DISTMOY (m)	DISTECART (m)	RAPMOY	RAPECART	DEBITSUM (m3)	NBRETS
1	351	0	23700	4700,00	0,928	8,250	4810000	15
2	710	0	22300	6470,00	1,320	11,700	4810000	15
3	717	0	22500	7300,00	1,340	11,900	4810000	15
4	861	0	23400	7110,00	1,340	11,900	4810000	15
5	1024	0	25300	6190,00	1,200	10,700	4810000	15

Simulation n°9 : simulation "réaliste" centralisée après
groupée (parcelles vacantes)

VAC9_	VAC9_ID	VULNERABILITE (Nbre d'habitants)	DISTMOY (m)	DISTECART (m)	RAPMOY	RAPECART	DEBITSUM (m)	NBRETS
1	5	92800	38000	9600,00	2,250	13,400	1010000	7
2	28	91300	36100	9140,00	2,190	13,000	1010000	7
3	40	91900	34000	8940,00	2,240	13,300	1010000	7
4	57	91600	33000	9270,00	2,100	12,400	1010000	7
5	108	91600	31700	8850,00	2,430	14,400	1010000	7

Annexe C.3 : Résultats des simulations stratégiques, cas des ETS de la CUM (gestion groupée)

Simulation n°6 : "réaliste" (groupée)

Regroupement	Surface (m2)	Périmètre (m)	Distcum (m)	Volcum (m3)	Vulnérabilité (Nbre d'habitants)	Nbre d'ETS	Nbre parcelles
1	162 814	1 614	653	289 100	74	3	0
2	477 814	2 714	1 102	462 800	1 210	5	0
3	85 314	1 114	223	161 900	2	2	0
4	120 314	1 314	282	151 400	26	2	1
5	177 814	1 614	390	267 050	50	2	1
6	297 814	2 214	725	388 100	158	3	1
7	57 814	914	158	124 600	55	2	0
8	97 814	1 214	269	123 400	185	2	1

* caractérisation qualitative des parcelles d'accueil par rapport à leur position idéale (en aval des écoulements)

Simulation n°7 : « contraintes volumiques individuelles ignorées »

Regroupement	Surface (m2)	Périmètre (m)	Distcum (m)	Volcum (m3)	Vulnérabilité (Nbre d'habitants)	Nbre d'ETS	Nbre parcelles
1	87 814	1 214	304	112 300	10	2	0
2	300 304	2 114	1 080	301 700	166	4	0
3	785 314	3 514	2 454	486 800	1 990	8	0
4	465 314	2 714	1 333	177 550	14	5	1
5	11 7814	1 314	291	114 200	2	2	1
6	120 314	1 314	282	151 400	27	2	1
7	2 272 814	6 014	3 378	711 050	1 310	13	3
9	57 814	914	158	603 500	5	2	0
10	67 814	1 014	206	124 600	68	2	0
11	67 814	1 014	206	123 499	103	2	0

* caractérisation qualitative des parcelles d'accueil par rapport à leur position idéale (en aval des écoulements)

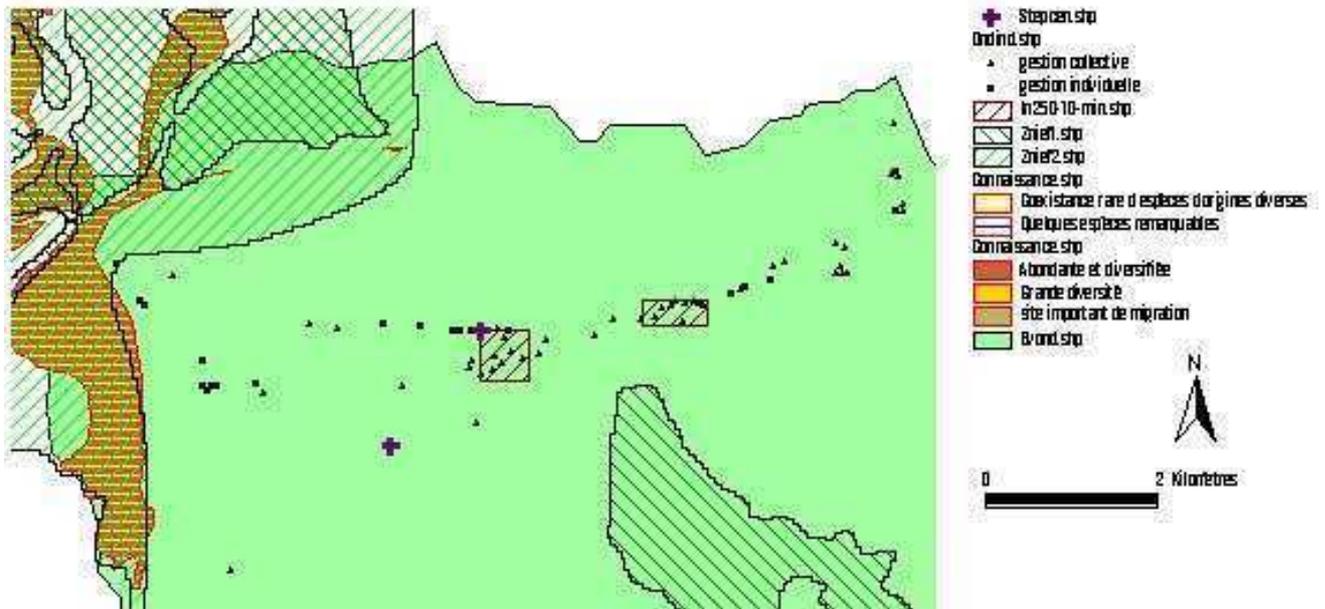
Simulation n°8 : « contraintes sur les regroupements partiellement relaxée »

Regroupement	Surface (km2)	Périmètre (km)	Distcum (km)	Volcum (m3)	Vulnérabilité (Nbre d'habitants)	Nbre d'ETS	Nbre parcelles
1	18,0	16,9	10,3	627 200	61 300	8	Plusieurs
2	4,0	8,0	3,5	519 000	78 000	3	0
3	1,1	4,1	1,3	189 800	5 240	2	0
4	3,4	7,8	2,8	321 500	33 700	3	0
5	1,6	5,2	6,2	683 900	2 590	8	2
6	2,1	5,8	2,8	132 700	75	3	Plusieurs
7	0,3	2,4	1,0	271 000	8	3	1
8	5,4	9,8	8,6	785 650	4 120	9	Plusieurs
9	0,7	4,0	1,5	180 100	3 480	2	1
10	7,0	10,5	11,0	757 800	5 440	8	Plusieurs
11	3,7	7,6	5,5	241 100	6 510	5	Plusieurs
12	0,3	2,5	0,9	70 600	1 530	2	0
13	1,1	4,2	2,6	154 700	2 640	3	0
14	0,8	3,5	1,1	191 100	895	2	2

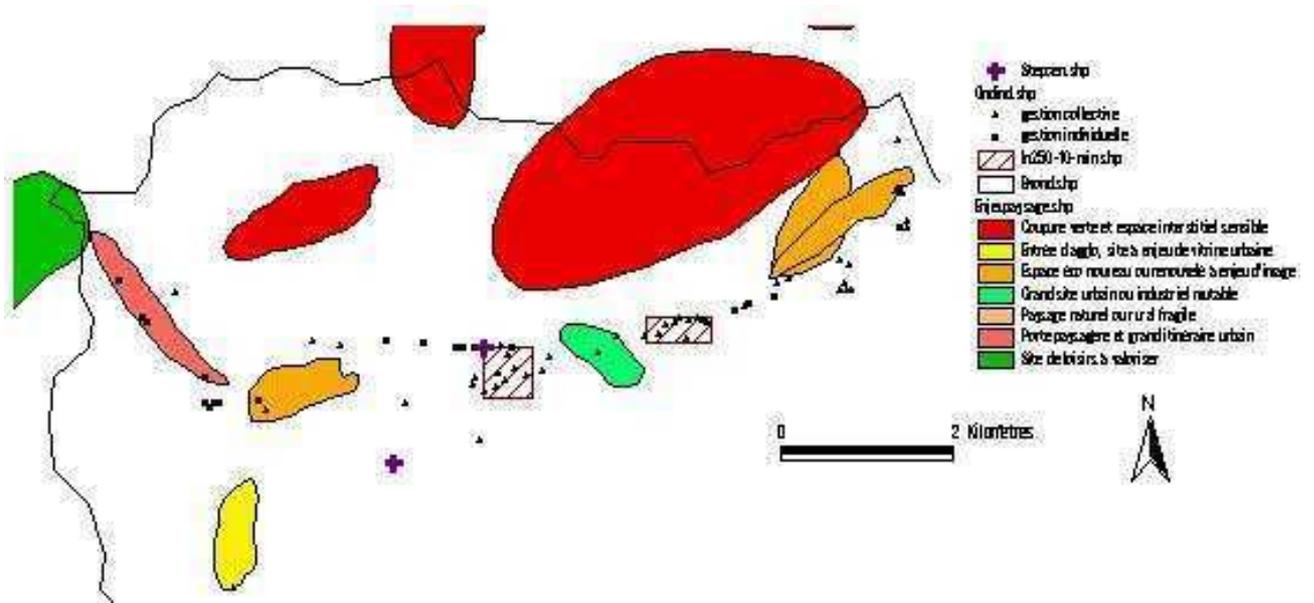
* caractérisation qualitative des parcelles d'accueil par rapport à leur position idéale (en aval des écoulements)

Annexe D : Techniques de négociation (Dupont, 1994)

- Traitement des objets point par point : étapes successives, chaque objet étant traité successivement sans effort de relier les différents points entre eux.
- Segmentation des objets : décomposer un objet en plusieurs éléments pour exclure certains.
- Paquet : considérer l'ensemble des points en discussion pour les articuler dans une proposition d'ensemble dans laquelle le négociateur concède, apporte des éléments nouveaux ou compensateurs sur certains points en échange d'un avantage sur d'autres points (donnant-donnant).
- Elargissement : introduire de nouveaux points dans la négociation généralement pour sortir de blocages ou pour arriver à constituer un paquet acceptable.
- Transformation : modifier l'objet à traiter pour redéfinir une nouvelle négociation. Introduit une nouvelle donne.
- Globalisation : les négociateurs s'entendent sur une enveloppe globale contenant l'ensemble des points retenus dans la négociation et décident de faire porter la négociation sur la valeur (utilité globale) de cette enveloppe et sa répartition.
- Retournement (faux pivot ou objectif-leurre) : un négociateur centre sa négociation sur l'obtention apparente d'une prétention (ou sur le refus apparent d'une demande) de manière à monnayer ensuite le retrait de ces exigences contre l'obtention d'un avantage qui était en réalité le véritable objectif du négociateur.
- Bilan : le négociateur fait comparer par son interlocuteur les avantages et inconvénients de chaque solution envisagée au fur et à mesure du déroulement. Ce bilan des avantages nets est généralement présenté de telle manière que le négociateur puisse réclamer à son interlocuteur le rétablissement d'un équilibre qu'il estime non réalisé au moment actuel.
- Les quatre marches : succession des propositions suivantes : marche 4 (solution au-delà de son propre point de rupture et formulé d'une manière délibérément excessive et caricaturale) ; marche 3 (solution peu avantageuse pour soi et tout à fait acceptable pour l'autre; éventuellement solution de repli pour soi) ; marche 2 (solution acceptable pour les deux) ; marche 1 (solution idéale pour soi et difficilement acceptable pour l'autre).

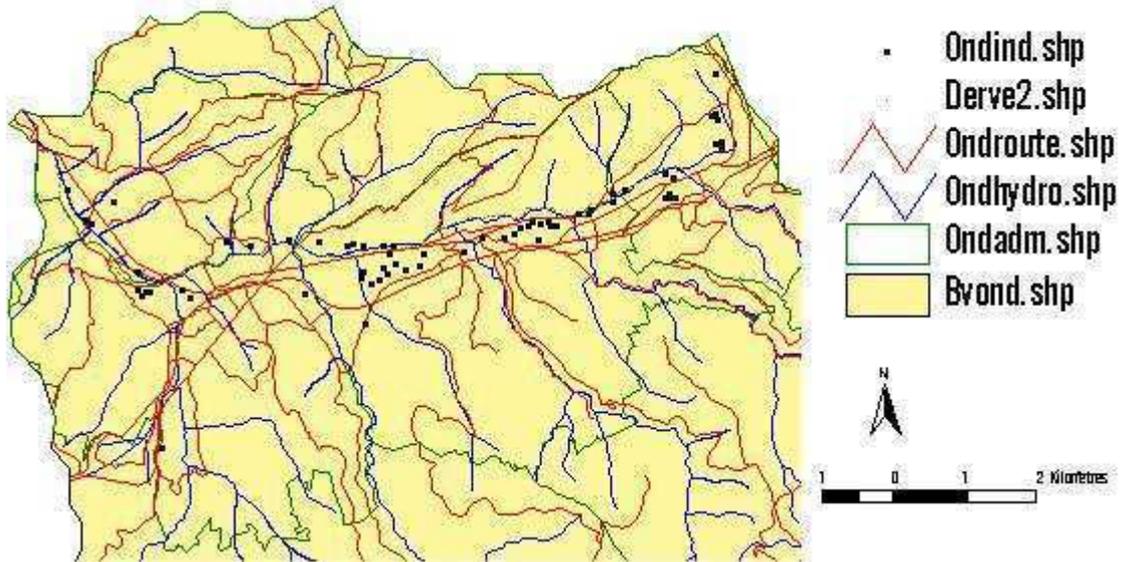


Carte E.1.3 : Intérêts écologiques (données EPURES)

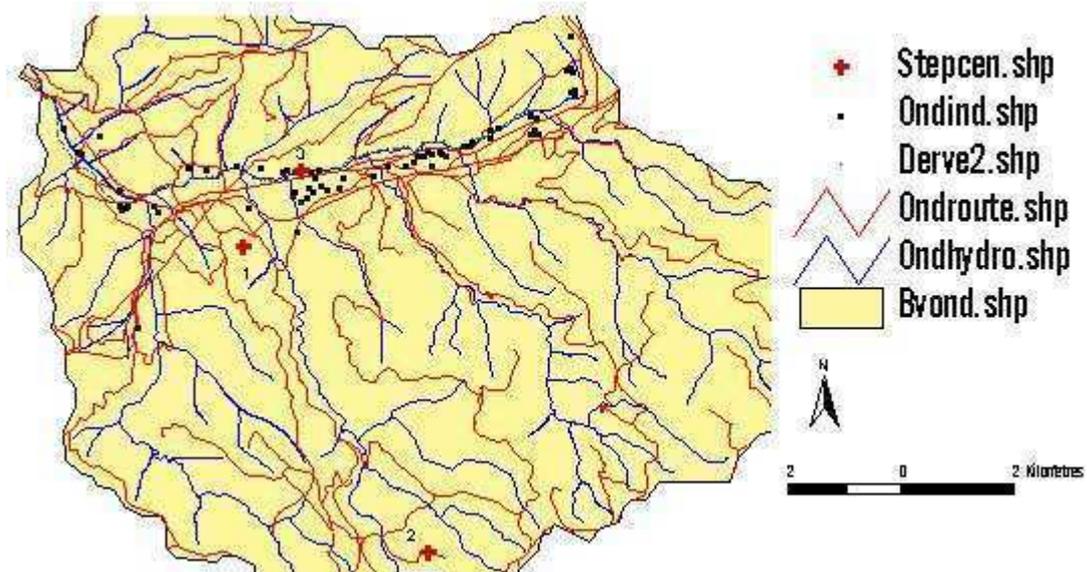


Carte E.1.4 : Enjeux paysagers (données EPURES)

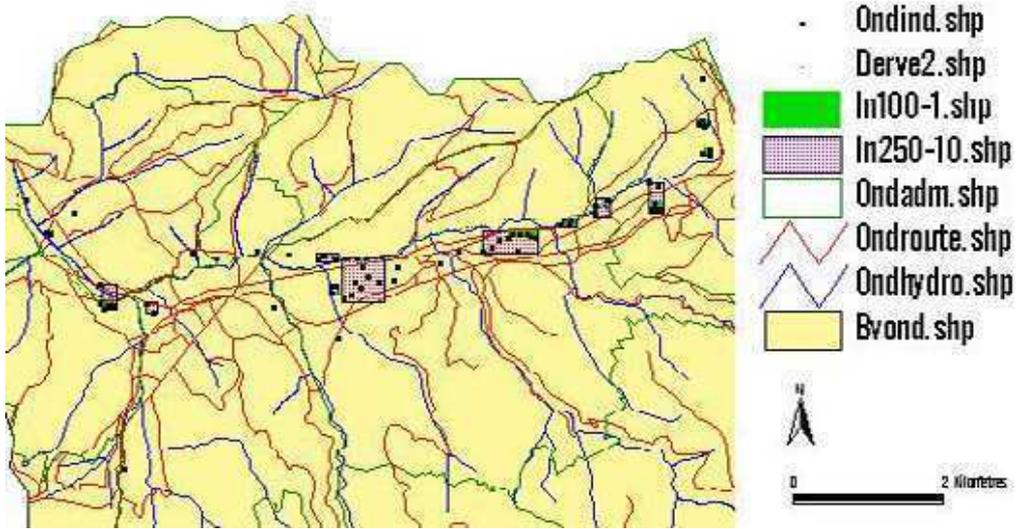
**Annexe E.2 : Cartes représentant les options initiales,
Cas des ETM de la Vallée de l'Ondaine**



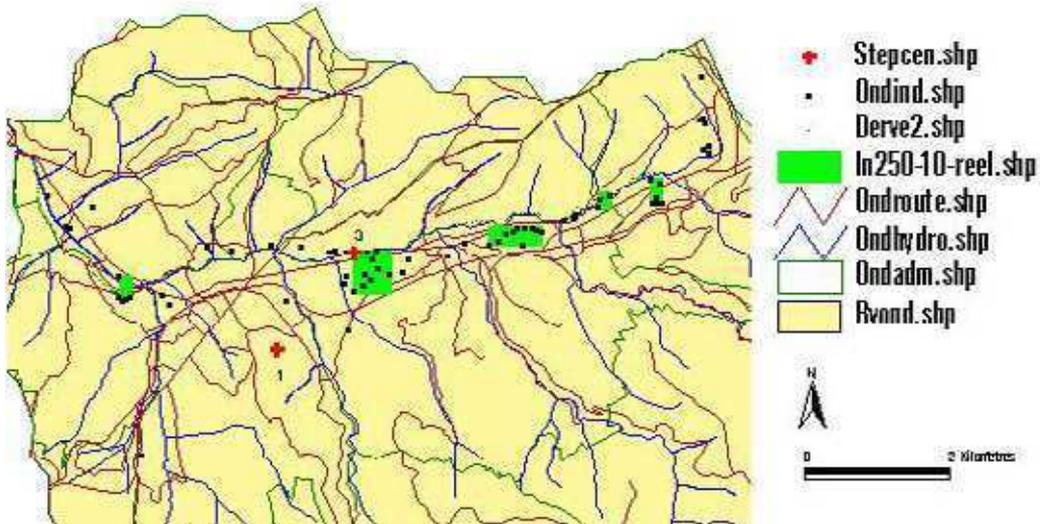
Carte E.2.1 : Gestion individuelle des rejets (option 1)



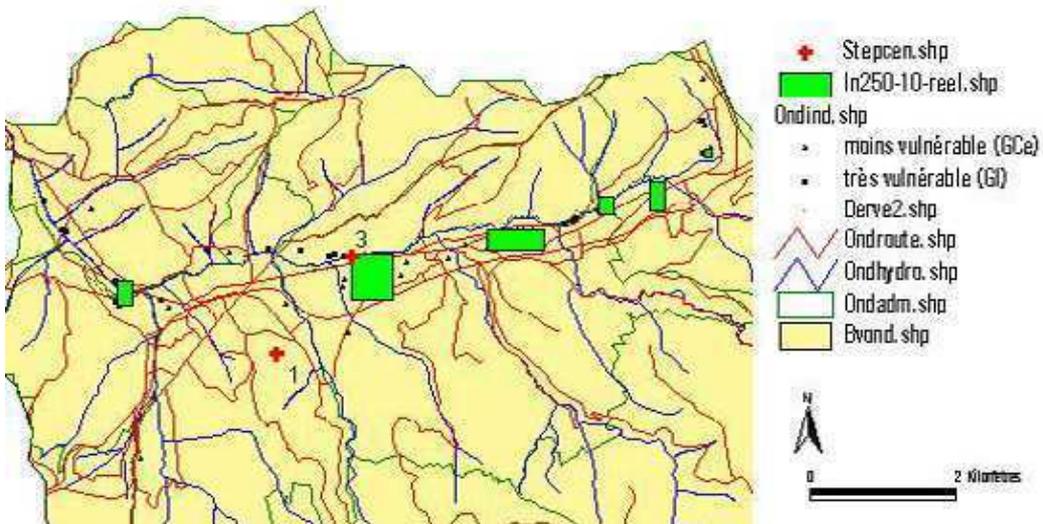
Carte E.2.2 : Gestion collective des rejets (options 2 à 4)



Carte E.2.3 : gestion groupée des rejets (options 5 et 6)



Carte E.2.4 : options combinées « groupées réalistes + centralisées » (options 7 et 8)



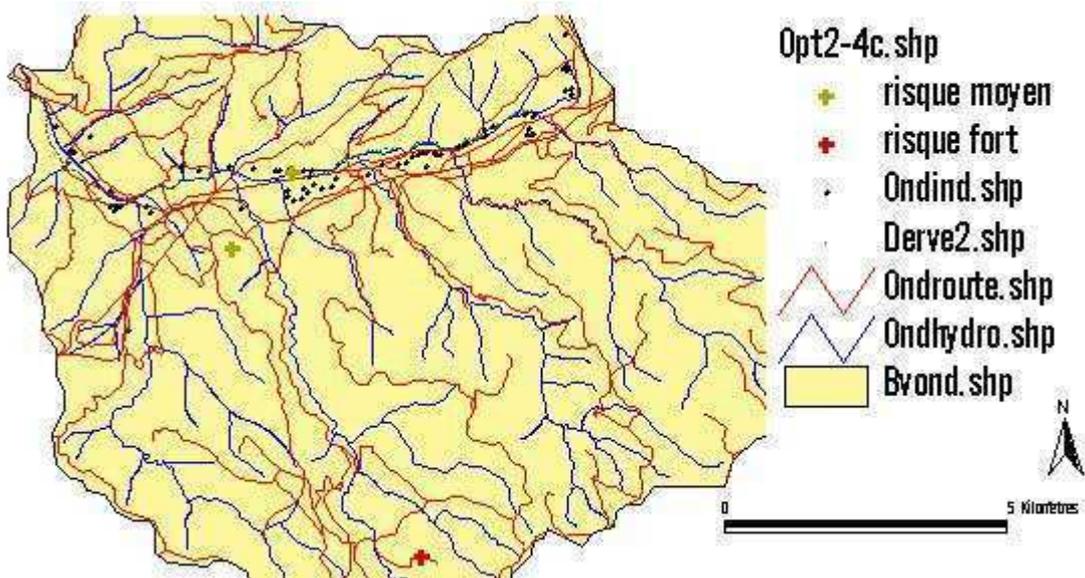
Carte E.2.5 : options combinées « groupées réalistes + centralisées + individuelles » (options 9 et 10)

Annexe E.3 : Carte de risques (source statique), cas des ETM de la Vallée de l'Ondaine

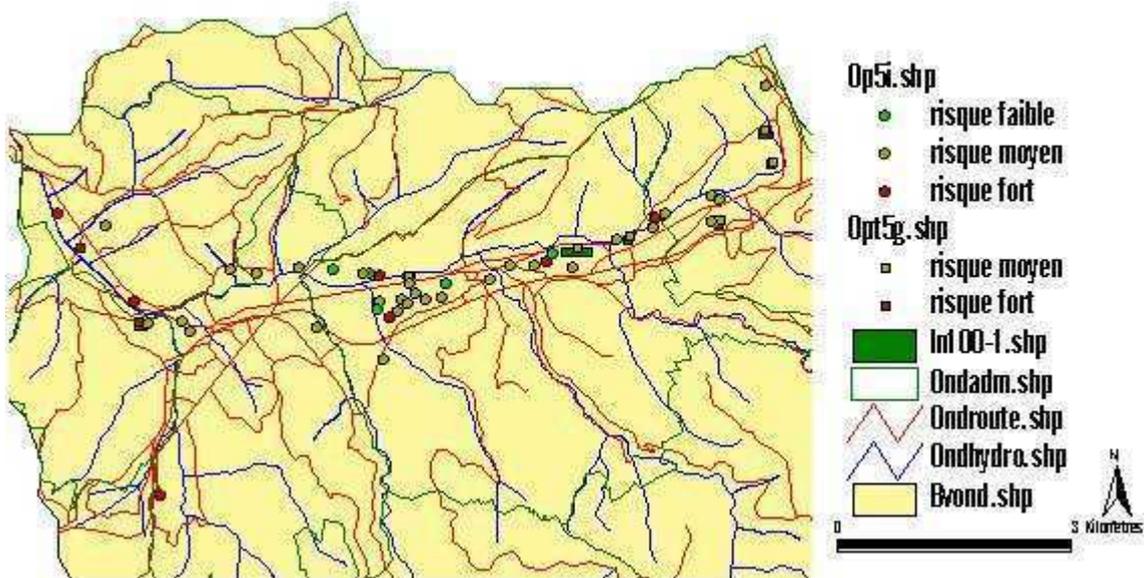
Sur les cartes ci-après, la couverture de risque de déversement se nomme « Opt{numéro}{lettre}.shp » où {numéro} correspond au numéro d'identification de l'option au tableau 8.10 et {lettre} rappelle le type de filière concerné (« i » pour gestion individuelle – symbole « cercle »- ; « g » pour gestion groupée –symbole « carré »- ; « c » pour gestion centralisée –symbole « croix »-). Les autres couvertures sont définies ainsi :

Ondoute.shp : réseau routier
 Bvond.shp : bassin versant de l'Ondaine

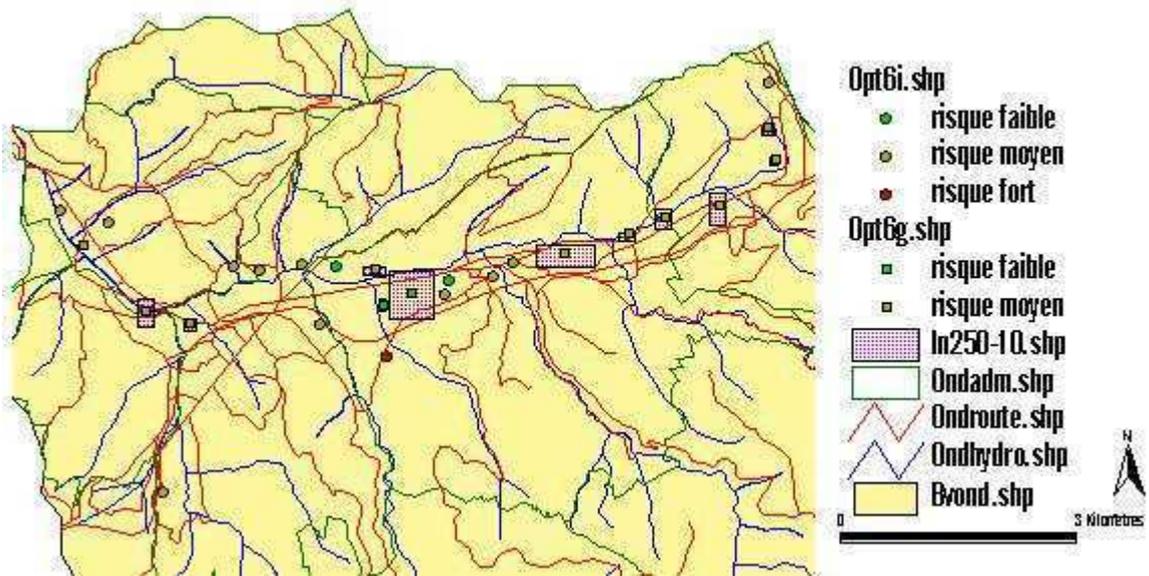
Ondhydro.shp : réseau hydrographique
 Ondadm.shp : découpage communal



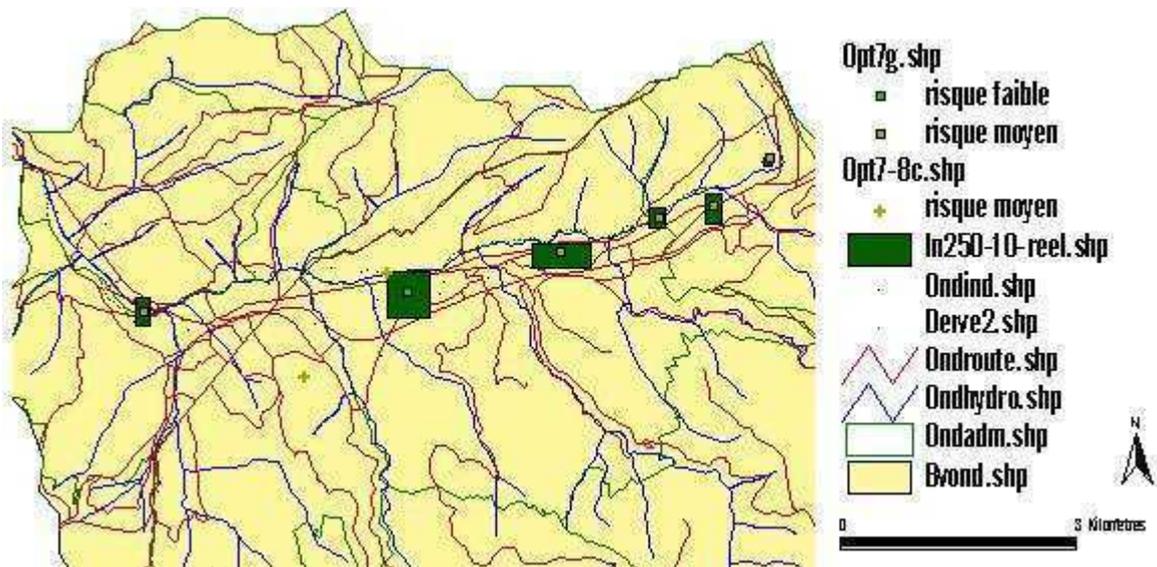
Carte E.3.1 Répartition spatiale des risques (options 2 à 4)



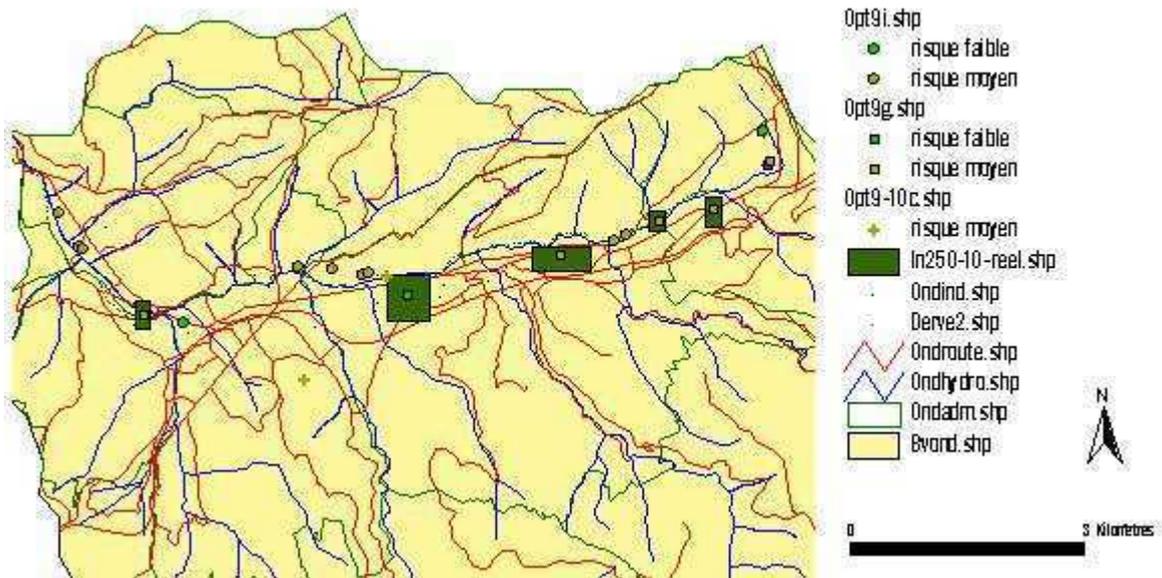
Carte E.3.2 Répartition spatiale des risques (option 5)



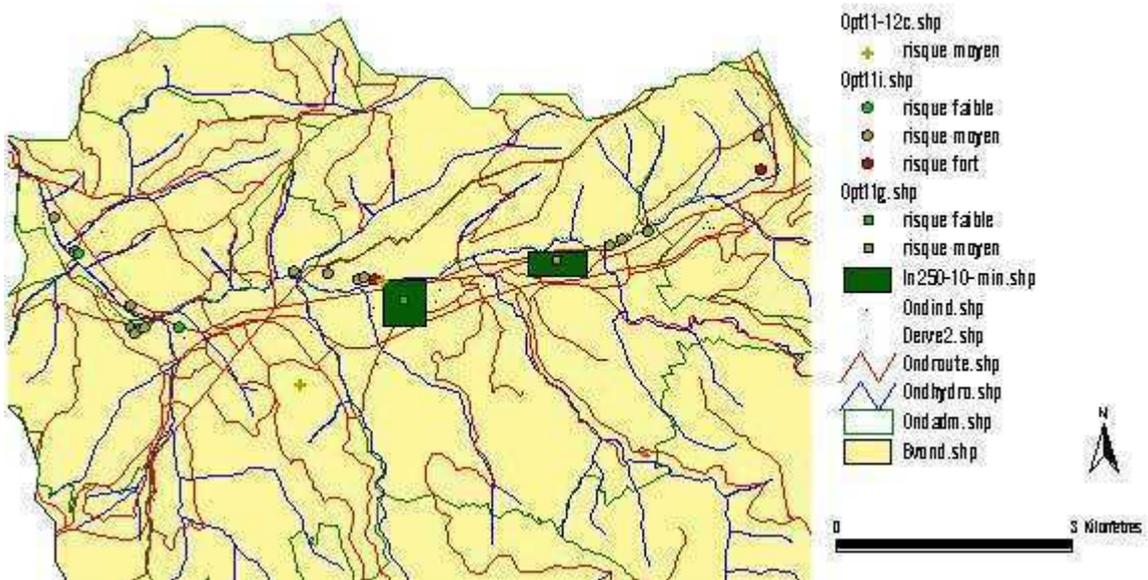
Carte E.3.3 Répartition spatiale des risques (option 6)



Carte E.3.4 Répartition spatiale des risques (options 7 et 8)



Carte E.3.5 Répartition spatiale des risques (options 9 et 10)



Carte E.3.6 Répartition spatiale des risques (options 11 et 12)