



HAL
open science

Représentations territoriales pour la gestion équilibrée d'un patrimoine écologique et anthropique dans le domaine de l'eau

Frédéric Paran

► **To cite this version:**

Frédéric Paran. Représentations territoriales pour la gestion équilibrée d'un patrimoine écologique et anthropique dans le domaine de l'eau. Autre. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne; Université Jean Monnet - Saint-Etienne, 2005. Français. NNT : . tel-00364286

HAL Id: tel-00364286

<https://theses.hal.science/tel-00364286v1>

Submitted on 25 Feb 2009

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

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

N° d'ordre : 392 SGE

THÈSE
présentée par

Frédéric Paran

Allocataire d'une bourse de thèse de la Région Rhône-Alpes

Pour obtenir le grade de Docteur
de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne
et de l'Université Jean Monnet de Saint-Etienne

Spécialité : Sciences et Génie de l'Environnement

*Représentations territoriales pour la gestion équilibrée
d'un patrimoine écologique et anthropique
dans le domaine de l'eau*

Volume 1 : Mémoire

Soutenue à Saint-Etienne le 15 décembre 2005

Membres du jury :

Rapporteurs :

Mme Janine Gibert

Professeur / UCBL Lyon I

M. Jean-Philippe Waaub (Président du jury)

Professeur / UQAM Montréal

Examineurs :

M. Florian Malard

Docteur / UCBL Lyon I

M. André Micoud (Co-directeur de thèse)

Directeur de recherche / UJM Saint-Etienne

M. Didier Graillot (Directeur de thèse)

Directeur de recherche / ENSM Saint-Etienne

Invités :

M. André Ulmer

- / FRAPNA Loire

M. Patrick Frenel

Docteur / Agence de l'eau Loire-Bretagne

● **Spécialités doctorales :**

SCIENTES ET GENIE DES MATERIAUX
 MECANIQUE ET INGENIERIE
 GENIE DES PROCEDES
 SCIENCES DE LA TERRE
 SCIENCES ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT
 MATHEMATIQUES APPLIQUEES
 INFORMATIQUE
 IMAGE, VISION, SIGNAL
 GENIE INDUSTRIEL
 MICROELECTRONIQUE

Responsables :

J. DRIVER Directeur de recherche – Centre SMS
A. VAUTRIN Professeur – Centre SMS
G. THOMAS Professeur – Centre SPIN
B. GUY Maître de recherche
J. BOURGOIS Professeur – Centre SITE
E. TOUBOUL Ingénieur
O. BOISSIER Professeur – Centre G2I
JC. PINOLI Professeur – Centre CIS
P. BURLAT Professeur – Centre G2I
Ph. COLLOT Professeur – Centre CMP

● **Enseignants-chercheurs et chercheurs autorisés à diriger des thèses de doctorat** (titulaires d'un doctorat d'Etat ou d'une HDR)

BENABEN	Patrick	PR 2	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
BERNACHE-ASSOLANT	Didier	PR 1	Génie des Procédés	CIS
BIGOT	Jean-Pierre	MR	Génie des Procédés	SPIN
BILAL	Essaïd	MR	Sciences de la Terre	SPIN
BOISSIER	Olivier	PR 2	Informatique	G2I
BOUDAREL	Marie-Reine	MA	Sciences de l'inform. & com.	DF
BOURGOIS	Jacques	PR 1	Sciences & Génie de l'Environnement	SITE
BRODHAG	Christian	MR	Sciences & Génie de l'Environnement	SITE
BURLAT	Patrick	PR 2	Génie industriel	G2I
COLLOT	Philippe	PR 1	Microélectronique	CMP
COURNIL	Michel	PR 1	Génie des Procédés	SPIN
DAUZERE-PERES	Stéphane	PR 1	Génie industriel	CMP
DARRIEULAT	Michel	ICM	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
DECHOMETIS	Roland	PR 2	Sciences & Génie de l'Environnement	SITE
DELAFOSSE	David	PR 2	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
DOLGUI	Alexandre	PR 1	Informatique	G2I
DRAPIER	Sylvain	PR 2	Mécanique & Ingénierie	CIS
DRIVER	Julian	DR	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
FOREST	Bernard	PR 1	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
FORMISYN	Pascal	PR 1	Sciences & Génie de l'Environnement	SITE
FORTUNIER	Roland	PR 1	Sciences & Génie des Matériaux	CMP
FRACZKIEWICZ	Anna	MR	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
GARCIA	Daniel	CR	Génie des Procédés	SPIN
GIRARDOT	Jean-Jacques	MR	Informatique	G2I
GOEURIOT	Dominique	MR	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
GOEURIOT	Patrice	MR	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
GRAILLOT	Didier	DR	Sciences & Génie de l'Environnement	SITE
GROSSEAU	Philippe	MR	Génie des Procédés	SPIN
GRUY	Frédéric	MR	Génie des Procédés	SPIN
GUILHOT	Bernard	DR	Génie des Procédés	CIS
GUY	Bernard	MR	Sciences de la Terre	SPIN
GUYONNET	René	DR	Génie des Procédés	SPIN
HERRI	Jean-Michel	PR 2	Génie des Procédés	SPIN
JOYE	Marc	Ing. (Gemplus)	Microélectronique	CMP
KLÖCKER	Helmut	CR	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
LAFOREST	Valérie	CR	Sciences & Génie de l'Environnement	SITE
LE COZE	Jean	PR 1	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
LI	Jean-Michel	EC (CCI MP)	Microélectronique	CMP
LONDICHE	Henry	MR	Sciences & Génie de l'Environnement	SITE
MOLIMARD	Jérôme	MA	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
MONTHEILLET	Frank	DR 1 CNRS	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
PERIER-CAMBY	Laurent	MA1	Génie des Procédés	SPIN
PIJOLAT	Christophe	PR 1	Génie des Procédés	SPIN
PIJOLAT	Michèle	PR 1	Génie des Procédés	SPIN
PINOLI	Jean-Charles	PR 1	Image, Vision, Signal	CIS
SOUSTELLE	Michel	PR 1	Génie des Procédés	SPIN
STOLARZ	Jacques	CR	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
THOMAS	Gérard	PR 1	Génie des Procédés	SPIN
TRAN MINH	Cahn	MR	Génie des Procédés	SPIN
VALDIVIESO	Françoise	CR	Génie des Procédés	SPIN
VAUTRIN	Alain	PR 1	Mécanique & Ingénierie	SMS
VIRICELLE	Jean-Paul	CR	Génie des procédés	SPIN
WOLSKI	Krzysztof	CR	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
XIE	Xiaolan	PR 1	Génie industriel	CIS

Glossaire :

PR 1	Professeur 1 ^{ère} catégorie
PR 2	Professeur 2 ^{ème} catégorie
MA(MDC)	Maître assistant
DR 1	Directeur de recherche
Ing.	Ingénieur
MR(DR2)	Maître de recherche
CR	Chargé de recherche
EC	Enseignant-chercheur
ICM	Ingénieur en chef des mines

Centres :

SMS	Sciences des Matériaux et des Structures
SPIN	Sciences des Processus Industriels et Naturels
SITE	Sciences Information et Technologies pour l'Environnement
G2I	Génie Industriel et Informatique
CMP	Centre de Microélectronique de Provence
CIS	Centre Ingénierie et Santé

N° d'ordre : 392 SGE

THÈSE
présentée par

Frédéric Paran

Allocataire d'une bourse de thèse de la Région Rhône-Alpes

Pour obtenir le grade de Docteur
de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne
et de l'Université Jean Monnet de Saint-Etienne

Spécialité : Sciences et Génie de l'Environnement

*Représentations territoriales pour la gestion équilibrée
d'un patrimoine écologique et anthropique
dans le domaine de l'eau*

Volume 1 : Mémoire

Soutenue à Saint-Etienne le 15 décembre 2005

Membres du jury :

Rapporteurs :

Mme Janine Gibert

Professeur / UCBL Lyon I

M. Jean-Philippe Waaub (Président du jury)

Professeur / UQAM Montréal

Examineurs :

M. Florian Malard

Docteur / UCBL Lyon I

M. André Micoud (Co-directeur de thèse)

Directeur de recherche / UJM Saint-Etienne

M. Didier Graillot (Directeur de thèse)

Directeur de recherche / ENSM Saint-Etienne

Invités :

M. André Ulmer

- / FRAPNA Loire

M. Patrick Frenel

Docteur / Agence de l'eau Loire-Bretagne

A ma grand-mère Juliette.

« Ce qui est, à mon sens, pure miséricorde en ce monde, c'est l'incapacité de l'esprit humain à mettre en corrélation tout ce qu'il renferme. Nous vivons sur une île de placide ignorance, au sein des noirs océans de l'infini, et nous n'avons pas été destinés à de longs voyages. Les sciences, dont chacune tend dans une direction particulière, ne nous ont pas fait trop de mal jusqu'à présent ; mais un jour viendra où la synthèse de ces connaissances dissociées nous ouvrira des perspectives terrifiantes sur la réalité et la place effroyable que nous y occupons : alors cette révélation nous rendra fous, à moins que nous ne fuyions cette clarté funeste pour nous réfugier dans la paix et la sécurité d'un nouvel âge de ténèbres. »
(H.P. Lovecraft, *The call of Cthulhu*, 1926)

« La vraie mutation, le début de l'ère nouvelle que certains chantent, apparaîtra le jour où le stade de l'*Homo faber* que nous n'avons point encore dépassé, même complété par celui de sa symbiose avec l'*Homo mercantilis* qui domine actuellement la planète, fera place au stade de l'*Homo sapiens* que nous n'avons point encore atteint. »
(H. Laborit, *Biologie et structure*, 1968)

« L'eau n'est pas un bien marchand comme les autres mais un patrimoine qu'il faut protéger, défendre et traiter comme tel. »
(Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil, *Cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau*, 2000)

Remerciements

Ce travail a été réalisé en lien avec le programme ADNT (*Aide à la Décision et à la Négociation Territoriales* selon les *principes de la gouvernance*) initié par Didier Graillot et Vincent Roche du centre SITE (Sciences, Information et Technologie pour Environnement) de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne et financé par la région Rhône-Alpes sur la période 2000-2003.

Je tiens à remercier en premier lieu mon directeur de thèse, Didier Graillot, Directeur du Centre SITE, pour l'autonomie et la confiance qu'il m'a accordées durant ces années, pour sa disponibilité et pour m'avoir impliqué, parfois poussé, dans de nombreux projets ; et la Région Rhône-Alpes qui m'a accordé une bourse de thèse grâce à l'appui de mon directeur de thèse, de Jean-Philippe Waaub et de Jean-Marc Taupiac.

Je remercie Jean-Philippe Waaub, Directeur du Groupe d'Etudes Interdisciplinaires en Géographie et Environnement Régional (GEIGER), département géographie de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) et Janine Gibert, Professeur à l'Université Lyon I, d'avoir accepté d'être rapporteurs de ce travail, ainsi que ceux qui ont bien voulu faire partie de mon jury de thèse.

Pour la *dimension physique* de ce travail, je tiens à remercier Djamel Mimoun, Chargé de recherche au Centre SITE, pour m'avoir permis de percer le mystère des modèles mathématiques et des équations différentielles.

Pour la *dimension biologique*, je tiens à exprimer toute ma gratitude au Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Fluviaux de l'Université Lyon I :

– d'une part à Janine Gibert et son équipe « Hydrobiologie et Ecologie Souterraines », qui m'ont aidé à me familiariser avec le monde des écosystèmes hypogés. Je souhaite tout particulièrement exprimer un grand merci à Florian Malard, Chargé de recherche CNRS, qui a su guider et suivre ma recherche avec patience, disponibilité et rigueur, mais aussi pour ses encouragements, son caractère passionné et son envie de transmettre et partager son savoir. Je remercie aussi Thibaut Datry pour son assistance durant l'échantillonnage des invertébrés souterrains, Marie-José Dôle-Olivier pour son aide lors du tri des invertébrés et David Ferreira.

– d'autre part à Gudrun Bornette et à Corinne Massé pour leur aide lors de l'échantillonnage des macrophytes.

Je remercie l'ensemble des spécialistes qui ont identifié le matériel biologique : Jacques Mathieu (Université Lyon I) pour les cyclopoïdes, René Ginet (Université Lyon I) pour le genre *Niphargus*, Michel Lafont (Cemagref, Lyon) pour les oligochètes, Diana Galassi (Università di l'Aquila, Italia) pour les harpacticoïdes et Pierre Marmonnier (Université de Rennes) pour les ostracodes.

Pour finir avec la *dimension biologique*, je salue l'ensemble de l'équipe « Hydrobiologie et Ecologie Souterraines » pour son accueil chaleureux, ses conseils et le temps qu'elle m'a consacré ; en adressant une pensée spéciale à Christine, Guillaume, Valérie et Grand Florian qui ont su égayer, pendant l'été de la canicule, les longues heures passées sous la loupe à trier les animaux.

Pour la *dimension humaine*, je remercie André Micoud (co-directeur de thèse), Directeur du CRESAL, pour ses conseils, sa disponibilité et surtout pour m'avoir ouvert les portes de la sociologie et fait partager une vision de la recherche différente de celle de l'Ecole des Mines.

Je tiens aussi à exprimer toute ma sympathie à Léa Sébastien, collègue puis amie, avec qui j'ai pu mené à bien l'étude du *jeu d'acteurs* de la Plaine du Forez et construire le modèle de *l'acteur en 4 dimensions*.

Pour finir avec la *dimension humaine*, je remercie en mon nom et en celui de Léa Sébastien toutes les personnes qui ont accepté de nous consacrer deux heures de leur temps, et parfois plus, pour répondre à notre questionnaire et à notre guide d'entretien, et qui sont devenus le temps d'une étude les *acteurs de la Plaine du Forez*.

Je remercie Roland Déchomets pour son assistance informatique et particulièrement pour les connaissances qu'il m'a transmises en matière de SIG.

Je tiens aussi à exprimer des remerciements à Bruno Debray et Florent Breuil pour leur aide dans la mise au point technique du prototype de *plate-forme pédagogique informatisée*, ainsi qu'à Clovis Grinand, Caroline Jobard et Claire Sez nec, étudiants stagiaires qui m'ont secondé dans sa mise en œuvre, et pour finir aux élèves ingénieurs de l'Ecole des Mines et aux étudiants en Master qui m'ont permis de tester le prototype.

Je tiens à saluer André Ulmer et Jean-Marc Taupiac de la FRAPNA Loire, Hélène Bertaud et Albert Mousset de la société Morillon Corvol, Arnaud Colson de la société Lafarge, Pierre Hesbert de l'UNICEM, Patrick Frenel de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail de recherche, et pour leur point de vue de terrain et professionnel.

Je souhaite aussi exprimer toute ma reconnaissance aux personnes qui ont participé, de près ou de loin, à la bonne conduite de ce travail : les personnes du Centre SITE, dont particulièrement Mireille Batton-Hubert, Florence Dujardin, Michel Akue Edo, Eric Piatyszek, Frédéric Dauvergne, Emmanuel Hubert, sans oublier Michel Chatard qui nous a quitté trop vite ; et ceux qui œuvrent dans l'ombre, Cédric et Yvette, pour avoir accepté de lire mon manuscrit qui grâce à leurs *yeux de lynx* a pu être allégé de nombreuses bourdes.

Pour finir, je salue amicalement les personnes qui m'ont entouré, soutenu, parfois souvent supporté ou choyé : Barbara, Ma Trucule, Julie, Gonzo, La Bête, Divine, Adriana, Gribouille, Marcel Otch, Cécile, Fanny, Yves, Nicole, La Baleine, Poupoune, Daniel et ceux de l'Entre' Pots, Anthony, Sonia, Pierre, Laurent, Roland, Marie-Ange, Chachou, Dudu...

Préambule

Mon premier rapport, à titre scientifique, avec une nappe phréatique eut lieu en octobre 2000 par l'entremise d'une sonde piézométrique. Pour ceux qui ne seraient pas familiers de ce genre de matériel, il s'agit d'un double décamètre ruban, muni à l'une de ses extrémités d'un lest métallique de forme oblongue, enroulé sur un cylindre pourvu d'une manivelle et enchâssé dans une armature métallique. Son usage est simple. Il suffit de dérouler le ruban dans un puits, ou un piézomètre, jusqu'au moment où la sonde entre en contact avec le niveau piézométrique, en d'autres termes la surface de la nappe phréatique. Le moment du contact est indiqué par un bip sonore et un signal lumineux. Il reste alors à lire la valeur indiquée sur le ruban gradué : on obtient la distance entre le sol et l'eau souterraine, l'épaisseur non-saturée. J'effectuais mensuellement une quarantaine de relevés dans des puits sur la rive gauche de la Loire à l'Ecozone du Forez pour un doctorant de l'Ecole des mines de Saint-Etienne, Djamel Mimoun, qui venait de tomber gravement malade et qui travaillait sur la modélisation mathématique des écoulements souterrains du secteur.

A cette époque-là, je travaillais déjà pour ma propre thèse, mais je ne le savais pas encore. Depuis le mois de juillet 2000, j'étais « botaniste » à l'Ecopôle du Forez pour la Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature section Loire. Son président m'avait accueilli assez sèchement par ces mots : « Alors c'est vous qui avez travaillé pour les chasseurs ! ». Il faut dire que quelques années auparavant, j'étais « botaniste » pour la Fédération des Chasseurs de la Loire sur la réserve d'étangs de Biterne, commune d'Arthun dans la Plaine du Forez. Outre l'inventaire botanique du site, je co-rédigeais le premier plan de gestion de Biterne en collaboration avec Gilles Chavas et Pierre Feuvrier, et avec l'aide de Jean-Louis Berthon et de Janine Guers de l'Université de Saint-Etienne où j'avais réalisé mon cursus.

A l'Ecopôle du Forez, je rencontrais une autre vision de la protection de la nature, la vision écologiste après la vision cynégétique. Je travaillais sous la direction d'André Ulmer à la mise en place d'un autre plan de gestion, déjà rédigé celui-là, sur d'autres milieux : je passai des étangs aux bords de Loire et aux gravières réhabilitées de la commune de Chambéon. Cette période a été l'occasion pour moi de découvrir une partie de ce que j'appellerai plus tard le *complexe multi-acteurs* de la Plaine du Forez. J'ai pu ainsi rencontrer les *acteurs locaux* à l'occasion de réunions et de sorties de terrain : des agriculteurs voisins, l'exploitant de granulats Morillon Corvol, des maires, des pêcheurs, des chasseurs, des promeneurs, des administrations... Je découvrais plus avant ce territoire et certaines de ses problématiques, parfois conflictuelles.

Parallèlement, je continuais les relevés piézométriques. Quelque temps avant la guérison de Djamel Mimoun, je postule, par son intermédiaire, pour une bourse de thèse à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne. En janvier 2002, je découvre le monde des ingénieurs au centre SITE sous la direction de Didier Graillot. Au départ, mon sujet concerne simplement l'amélioration de modèles mathématiques d'écoulements souterrains à l'aide d'indicateurs biologiques, notamment les invertébrés vivant au cœur de la nappe phréatique. Au fil du temps, sous l'impulsion du programme ADNT, du travail que j'entreprends en étroite collaboration avec Léa Sébastien en raison de mes connaissances sur la Plaine du Forez, mon sujet prend une dimension sociologique et pédagogique, de plus en plus axé sur la notion de *négociation territoriale*. Et me voici donc avec une dimension physique, une dimension biologique, une dimension humaine pour une approche *pluridimensionnelle* et *multidisciplinaire* de la *négociation territoriale*.

Pour mener à bien cette tâche, je trouve de l'aide et du soutien auprès du CRESAL à Saint-Etienne en la personne d'André Micoud, et auprès du laboratoire Ecologie des Hydrosystèmes

Fluviaux à Lyon en les personnes de Janine Gibert, de Florian Malard, de Gudrun Bornette et de Corinne Massé. Je découvre au passage, à travers mon sujet de thèse, quelques clivages méthodologiques dans le monde de la recherche qui attirent mon attention. Le premier concerne la démarche sociologique. Je me souviens quand Didier Graillot a demandé à André Micoud des précisions sur ses techniques d'enquête et d'analyse des *jeux d'acteurs*. L'ingénieur hydrogéologue, qui attendait une démarche « rigoureuse » faite d'indicateurs, de paramètres et d'organisation des tâches, est resté quelque peu surpris quand l'universitaire sociologue lui a expliqué qu'il fonctionnait souvent au flair pour commencer une étude et qu'il allait écouter ce qui se disait sur le terrain, dans les bars, en ajoutant que cette méthode était affaire d'habitude, d'expérience et de pratique. Le second concerne le positionnement des hypothèses dans les sciences de l'écologie. C'était lors d'une présentation de mon sujet de thèse devant les chercheurs de l'équipe Hydrobiologie et Ecologie Souterraines. Emprunts d'une démarche « rigoureuse » hypothético-déductive, ils furent surpris de constater que je travaillais à l'inverse d'eux : en d'autres termes, ils s'étonnaient que je parte du principe que les invertébrés souterrains allaient m'aider à améliorer un modèle mathématique d'écoulement, sans que je sache au préalable s'il y avait de la vie dans la nappe phréatique du secteur de l'Ecozone et si cette vie était indicatrice de quelque chose.

Comme pour la protection de la nature, il existe différentes visions d'une démarche « rigoureuse », rigueur à propos de laquelle nous nous sommes souvent affrontés, avec Léa Sébastien, lors de la construction de *l'acteur en 4 dimensions*, chacun de nous ayant sa propre conception. L'expérience d'une approche dite *multidisciplinaire* ne va pas sans poser problème. La pratique d'une telle expérience m'a conduit à côtoyer de nombreuses personnes, chacune ayant des représentations personnelles du travail de chercheur, et à m'approprier, à manipuler de nombreuses notions théoriques qui m'ont projeté tantôt face à un abîme tantôt face à une montagne.

La rédaction d'une thèse ressemble au parcours d'un fleuve. Il y a, à la source, un sujet qui grossit rapidement au fil des lectures et des rencontres, jusqu'à la première plaine de divagation qui marque les premiers errements. Le flot d'idées et de notions continue à grossir jusqu'à l'écœurement. S'ensuit alors un parcours sinueux et lent à travers des méandres aux courbes molles, des tressages complexes faits de sables mouvants et de jungle alluviale, où l'on se perd tantôt en proie au délice, tantôt à l'anxiété, jusqu'à s'échouer sur des embâcles ou dans un bras mort. Puis vient la crue salvatrice, le dé clic, qui nous tire de l'envasement, du fouillis inextricable pour nous propulser vers l'estuaire dans un désordre apparent. Alors, c'est le moment des choix, de ce que l'on va garder, de ce que l'on va laisser en route pour reconstruire un ordre... Enfin vient la mer, l'océan, la joie d'en avoir terminé... très vite relativisée par l'appréhension du futur et de l'étendu de ce qui reste à accomplir.

Septembre 2005

Table des matières

- Introduction générale -	1
- Chapitre I. - Approche théorique – Des visions globales aux préoccupations locales pour une <i>gestion équilibrée</i> dans le domaine de l'eau	9
I.1. Bases théoriques et philosophiques globales	12
<i>I.1.1. A la recherche du socialement durable !.....</i>	<i>12</i>
I.1.1.1. L'obscur sphère sociale du développement durable	12
I.1.1.2. Au-delà de la dualité homme-nature : une vision socio-centrée	14
<i>I.1.2. Pour une gestion environnementale équilibrée : la voie de la gouvernance</i>	<i>16</i>
I.1.2.1. Principes de la gouvernance : coquille vide ou notion révolutionnaire ?.....	17
I.1.2.2. L'environnement est-il facilement négociable ?.....	19
I.2. Du global au local dans le domaine de l'eau.....	20
<i>I.2.1. Vers une prise en compte du niveau local dans les déclarations institutionnelles</i>	<i>20</i>
I.2.1.1. Une notion désormais bien instituée : l'eau, patrimoine commun de la Nation	20
I.2.1.2. Nouveaux questionnements soulevés par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE)	22
<i>I.2.2. Retour aux problématiques locales et au terrain</i>	<i>23</i>
I.2.2.1. Problématiques soulevées par la DCE	23
I.2.2.2. Besoins et manques de la DCE	24
I.2.2.3. Objectifs de la thèse.....	25
- Chapitre II. - Quelles représentations du territoire pour une négociation plus écologique et une conservation plus humaine des ressources naturelles ? Application à la ressource en eau – Construction d'une problématique.....	27
II.1. La négociation dans un contexte social et territorial	30
<i>II.1.1. Théories de la négociation : vers une approche sociale.....</i>	<i>30</i>
II.1.1.1. Définitions de départ : négociation et décision	30
II.1.1.2. Fondements et approches classiques de la négociation	30
II.1.1.3. La négociation : une activité sociale	34
<i>II.1.2. La négociation dans un contexte territorial.....</i>	<i>38</i>
II.1.2.1. La négociation : chantre de l'utopie participative	38
II.1.2.2. L'aide à la négociation territoriale : une étape essentielle.....	39
II.1.2.3. Exemples d'outils d'aide à la négociation territoriale	41
<i>II.1.3. Les notions corollaires à la négociation au secours de l'utopie participative</i>	<i>45</i>
II.1.3.1. Définitions de départ : ce qui gravite autour de la négociation	45
II.1.3.2. La médiation : un pas en arrière pour l'utopie participative.....	47
II.1.3.3. De la théorie à la pratique pour sortir du carcan conceptuel	49

II.2. Pour une meilleure prise en compte des oubliés de la négociation territoriale	52
II.2.1. Environnement et écologie : les acteurs absents	53
II.2.1.1. Les acteurs absents : biodiversité et générations futures	53
II.2.1.2. Théories de la conservation : éviter la dictature des acteurs absents	55
II.2.2. Environnement et sociologie : les valeurs morales et les acteurs faibles	56
II.2.2.1. Les valeurs morales : sortir de la vision unique	56
II.2.2.2. Les acteurs faibles : sortir de la loi du plus fort.....	57
II.2.2.3. Sociologies de l'environnement : éviter la dictature des acteurs faibles	59
II.2.3. La médiation au secours des oubliés de la négociation.....	60
II.2.3.1. Bilan pour dégager quatre hypothèses de travail (H1, H2, H3, H4).....	60
II.2.3.2. Au-delà de la simple résolution des conflits : la médiation territoriale	61
II.2.3.3. La médiation comme moyen d'action	62
II.3. Des représentations au service de la négociation territoriale	64
II.3.1. Le territoire : une entité difficile à appréhender	64
II.3.1.1. Entre sujet et objet, un territoire pluridimensionnel.....	64
II.3.1.2. Du territoire au paysage : un nœud théorique.....	65
II.3.1.3. Du territoire au patrimoine : les germes d'une gestion commune	66
II.3.2. Entre territoire concret et territoire abstrait : les représentations territoriales	68
II.3.2.1. Représentations spatiales et représentations de l'espace	68
II.3.2.2. Des représentations spatiales pour la négociation	69
II.3.2.3. Représentations spatiales en action	72
II.3.3. Synthèse et résumé de la problématique : pour une négociation plus écologique et conservation plus humaine	74
- Chapitre III. - Approche pluridimensionnelle de la notion de territoire et d'acteur	
- Un territoire en 3 dimensions (T3D) et un acteur en 4 dimensions (A4D)	79
III.1. Une démarche multidisciplinaire pour des représentations territoriales	81
III.1.1. T3D et A4D : une proposition multidisciplinaire.....	82
III.1.2. Méthode de travail et objectifs : cas général.....	82
III.1.3. Zoom sur les 3 dimensions territoriales : cas concret.....	84
III.1.3.1. Dimension physique et modélisation mathématique.....	85
III.1.3.2. Dimension biologique et bioindicateurs.....	86
III.1.3.3. Dimension humaine et relations socio-patrimoniales	88
III.1.4. T3D et A4D pour des outils de médiation	90
III.1.4.1. Des représentations validées à l'argumentation spatiale pertinente	90
III.1.4.2. Vers une plate-forme pédagogique d'aide à la négociation	91
III.2. Présentation du terrain d'étude : l'Ecozone dans la Plaine du Forez	93
III.2.1. Des gravières sur un territoire.....	93
III.2.1.1. Situation géographique : de la Plaine du Forez à l'Ecozone	93
III.2.1.2. De l'industriel à l'association de protection de la nature	95
III.2.1.3. Du fleuve Loire aux gravières.....	96
III.2.2. Du territoire physique au territoire humain.....	99
III.2.2.1. Territoire physique : rive gauche de l'Ecozone du Forez	99
III.2.2.2. Territoire écologique : rive gauche de l'Ecozone du Forez	108
III.2.2.3. Territoire humain : la Plaine du Forez	113

- Chapitre IV. - Aux prises avec le terrain – Mise en œuvre de la méthodologie sur le site de l'Ecozone dans la Plaine du Forez 117

IV.1. Dimension physique 121

IV.1.1. Matériels et méthodes..... 121

IV.1.1.1. Terrain d'étude 121

IV.1.1.2. Les échanges hydrauliques sur le site : une affaire complexe 122

IV.1.1.3. Un outil d'analyse sophistiqué pour la détermination d'échanges hydrauliques complexes 123

IV.1.1.4. La situation en janvier 2003..... 127

IV.1.2. Résultats et interprétations..... 129

IV.1.2.1. Visualisation basique de l'aquifère : les courbes piézométriques..... 129

IV.1.2.2. Visualisation des paramètres hydrogéologiques calculés par modélisation..... 131

IV.1.3. Discussion : validité des résultats 137

IV.2. Dimension biologique 141

IV.2.1. A l'interface nappe phréatique / gravières avec les macrophytes 141

IV.2.2. Au cœur de la nappe phréatique avec les invertébrés souterrains..... 142

IV.2.2.1 Matériels et méthodes : des variables hydrogéologiques, physico-chimiques et faunistiques... 144

IV.2.2.2. Résultats : un aquifère très altéré mais biologiquement riche..... 148

IV.2.2.3. Discussion : des communautés animales conditionnées par les paramètres hydrogéologiques 165

IV.2.3. Déroulement et apports de la campagne macrophytes..... 168

IV.2.3.1 Matériels et méthodes : des variables floristiques 168

IV.2.3.2. Résultats : une très faible biodiversité végétale 170

IV.2.3.3. Discussion : des gravières peu propices à la végétation aquatique 172

IV.3. Dimension humaine 175

IV.3.1. Matériels et méthodes d'approche du jeu d'acteurs..... 177

IV.3.1.1. Identification des acteurs pertinents sur un territoire..... 177

IV.3.1.2. Prise de contact, lettre de présentation et questionnaire structurel 177

IV.3.1.3. Du guide d'entretien semi-directif à la rencontre 178

IV.3.1.4. Organisation des données pour analyse 178

IV.3.1.5. Modèle de l'Acteur en 4 dimensions (A4D)..... 179

IV.3.2. Résultats : des empreintes et des représentations différentes..... 183

IV.3.2.1. Empreintes territoriales et analyse individuelle 186

IV.3.2.2. Analyse globale du jeu d'acteurs 186

IV.3.3. Discussion des résultats et de l'outil..... 212

IV.3.3.1. Synthèse des résultats 212

IV.3.3.2. Les résultats en questions 214

IV.3.3.3. L'outil en questions 217

- Chapitre V. - Exploitation des résultats – Un territoire représenté en 3 dimensions et un acteur en 4 dimensions pour une argumentation spatiale adaptée 221

V.1. Rappel, contexte et objectifs 223

V.2. Synthèse rapide des résultats et argumentation spatiale 224

V.2.1. Synthèse des résultats des 3 dimensions : physique, biologique et humaine..... 224

V.2.2. Argumentation spatiale..... 227

V.2.2.1. L'extraction de granulat sur le secteur de l'Ecozone à travers les 3 dimensions 227

V.2.2.2. Autres utilisations de l'argumentation spatiale 238

V.3. Perspectives d'applications potentielles	238
- Chapitre VI. - Validation des résultats – Plate-forme pédagogique d'aide à la négociation territoriale.....	241
VI.1. Un jeu de simulation fondé sur un corps à corps théorie-terrain	244
<i>VI.1.1. Besoins en termes de négociation territoriale : rappels et précisions.....</i>	<i>244</i>
<i>VI.1.2. Des outils d'aide à la négociation territoriale : le programme ADNT</i>	<i>245</i>
<i>VI.1.3. Contexte et déroulement du jeu de simulation</i>	<i>246</i>
VI.1.3.1. Un jeu fondé sur un cas concret : la négociation dans le granulat	246
VI.1.3.2. Acteurs en présence	247
VI.1.3.3. Phases et étapes du jeu de simulation	248
VI.2. Un jeu de rôles informatisé fondé sur le dialogue et l'utilisation d'outils.....	250
<i>VI.2.1. Accueil des apprenants dans le simulateur</i>	<i>251</i>
<i>VI.2.2. Déclenchement de la simulation</i>	<i>252</i>
VI.2.2.1. Aide de jeu.....	252
VI.2.2.2. Journal de bord	254
VI.2.2.3. Actions.....	254
VI.2.2.4. Les outils d'aide à la négociation	255
VI.3. Résultats : compte rendu d'une expérience de simulation.....	257
<i>VI.3.1. Intérêts pédagogiques de la session de simulation</i>	<i>258</i>
<i>VI.3.2. Profil des apprenants.....</i>	<i>258</i>
<i>VI.3.3. Analyse de la démarche des acteurs et argumentaires spatiaux.....</i>	<i>258</i>
VI.4. Discussion : évaluation et intérêt de l'outil de simulation.....	260
- Conclusion générale -	263
I. Synthèse	265
<i>I.1. Synthèse théorique.....</i>	<i>266</i>
<i>I.2. Synthèse des résultats.....</i>	<i>267</i>
II. Limites et perspectives d'amélioration.....	269
<i>II.1. Dimension biophysique</i>	<i>269</i>
<i>II.2. Dimension humaine</i>	<i>270</i>
<i>II.3. Argumentation spatiale et test de validation.....</i>	<i>272</i>
III. Perspectives scientifiques : l'anthroposystème, un nouveau paradigme de l'évolution ?.....	274
<i>III.1. La maison Terre : un gros animal ?.....</i>	<i>274</i>
<i>III.2. Une fusion à prononcer en un souffle : homnature ?</i>	<i>275</i>
- Bibliographie -	277

Liste des figures, tableaux et cartes

Figure 0. Organisation du mémoire et du travail de thèse	6
Figure 1. Morcellement du concept de développement durable	14
Figure 2. L'approche écocentrée du développement durable	15
Figure 3. L'approche anthropocentrée du développement durable.....	16
Figure 4. L'approche socio-centrée du développement durable	16
Figure 5. Les positions en négociation.....	31
Figure 6. Plan de travail et approche méthodologique.....	83
Figure 7. Schéma fonctionnel de l'approche physique	86
Figure 8. Schéma fonctionnel de l'approche biologique.....	87
Figure 9. Schéma fonctionnel de l'approche humaine.....	89
Figure 10. Coupes géologiques et géomorphologiques interprétatives du secteur d'étude ..	101
Figure 11. Comparaison des niveaux d'eau (niveaux piézométriques) calculés et des niveaux d'eau (niveaux piézométriques) mesurés de la nappe phréatique pour janvier 2003 (n=28).....	137
Figure 12. Comparaison des épaisseurs non-saturées calculées et des épaisseurs non-saturées mesurées pour Janvier 2003 (n=28)	138
Figure 13. Analyse Outlying mean index (OMI) des assemblages d'invertébrés souterrains : axe 1	162
Figure 14. Analyse Outlying mean index (OMI) des assemblages d'invertébrés souterrains : axe 2	163
Figure 15. (à gauche) Carte factorielle de la position des puits sur les deux axes de l'analyse OMI.....	164
Figure 16. (à droite) Carte factorielle de la position des espèces sur les deux axes de l'analyse OMI.....	164
Figure 17. Tableaux de synthèse des relevés floristiques dans les gravières.....	171
Figure 18. Empreintes territoriales individuelles de l'acteur n°10.....	184
Figure 19. Empreintes territoriales individuelles de l'acteur n°11.....	185
Figure 20. Carte factorielle du jeu d'acteurs en 4 dimensions.....	187
Figure 21. Carte factorielle du rapport social.....	188
Figure 22. Carte factorielle du regard des autres	189
Figure 23. Histogramme des affinités et des animosités.....	190
Figure 24. Carte factorielle du rapport patrimonial.....	191
Figure 25. Entités aimées et entités non-aimées selon le regard des autres sur les acteurs ...	195
Figure 26. Carte factorielle de l'action des acteurs sur le territoire selon leur dimension conflictuelle.....	196
Figure 27. Les perceptions de la notion de conservation idéale et perceptions des acteurs par rapport au milieu naturel	198
Figure 28. Les perceptions de la concertation idéale et perceptions des acteurs par rapport au complexe multi-acteurs	200
Figure 29. Problèmes du territoire évoqués par les acteurs.....	200
Figure 30. Problèmes personnels évoqués par les acteurs	201
Figure 31. Les valeurs de l'eau selon les acteurs	203
Figure 32. Les enjeux de l'eau selon les acteurs	204
Figure 33. Empreinte territoriale type acteur faible	207
Figure 34. Empreinte territoriale type bête noire	207
Figure 35. Empreinte territoriale type modéré	207

Figure 36. Empreinte territoriale type institutionnel	208
Figure 37. Empreinte territoriale type dégradeurs	208
Figure 38. Empreinte territoriale type intégrateur.....	208
Figure 39. Empreinte territoriale type conservateur.....	209
Figure 40. Perspective d'application sur l'Ecozone du Forez : d'une gestion actuelle autonome tournée vers l'intérieur à une gestion proposée participative tournée vers l'extérieur	239
Figure 41. Page d'accueil de la Plate-forme pédagogique	250
Figure 42. Page de déclenchement de la simulation	251
Tableau 1. Démarches participatives dans un contexte de gouvernance	47
Tableau 2. Notions corollaires à la négociation dans un contexte de gouvernance	47
Tableau 3. Représentations spatiales et démarches de modélisation spatiale	73
Tableau 4. Représentations spatiales et démarches de développement territorial	74
Tableau 5. Tableau récapitulatif des hypothèses de la dimension humaine.....	88
Tableau 6. Liste des habitats potentiels à l'Ecozone du Forez.....	110
Tableau 7. Caractéristiques techniques et nature des 29 puits échantillonnés en janvier 2003	145
Tableau 8. Variables hydrogéologiques des 29 puits échantillonnés en janvier 2003	148
Tableau 9. Variables physico-chimiques des 29 puits échantillonnés en janvier 2003	149
Tableau 10. Corrélations entre variables physico-chimiques.....	154
Tableau 11. Physico-chimie de l'aquifère dans les remblais	157
Tableau 12. Liste du nombre d'individus par grands groupes échantillonnés dans les 29 puits	159
Tableau 13. Liste des taxons échantillonnés dans les 29 puits de la rive gauche de l'Ecozone du Forez.....	160
Tableau 14. Propositions d'utilisation des représentations territoriales lors d'une démarche d'implantation de gravières sur un territoire	229
Tableau 15 (1/4). Compositions d'argumentaires spatiaux, tirés de l'étude du territoire en 3 dimensions, exploitables pour l'activité d'extraction de granulats.....	234
Tableau 15 (2/4). Compositions d'argumentaires spatiaux, tirés de l'étude du territoire en 3 dimensions, exploitables pour l'activité d'extraction de granulats.....	235
Tableau 15 (3/4). Compositions d'argumentaires spatiaux, tirés de l'étude du territoire en 3 dimensions, exploitables pour l'activité d'extraction de granulats.....	236
Tableau 15 (4/4). Compositions d'argumentaires spatiaux, tirés de l'étude du territoire en 3 dimensions, exploitables pour l'activité d'extraction de granulats.....	237
Tableau 16. Les six mondes en présence	248
Carte 1. Situation géographique de l'Ecozone du Forez	94
Carte 2. Carte géologique du site d'étude	100
Carte 3. Piézométrie de référence du secteur d'étude à l'étiage (Août 2003).....	104
Carte 4. Localisation des bassins, des puits, des limnimètres et des remblais (janvier 2003).....	106
Carte 5. Unités écologiques.....	109
Carte 6. La situation piézométrique et hydrologique en janvier 2003	128
Carte 7. Les épaisseurs mouillées de l'aquifère en janvier 2003	130
Carte 8. Les épaisseurs de la zone non-saturée en janvier 2003	132

Carte 9. Les perméabilités de l'aquifère après calibrage du modèle.....	134
Carte 10. Les vitesses d'écoulement de l'aquifère en janvier 2003	136
Carte 11. Localisation des puits et des sondages échantillonnés	146
Carte 12. Conductivité de l'aquifère dans les 29 puits échantillonnés en janvier 2003.....	151
Carte 13. Teneurs en COD de l'aquifère dans les 29 puits échantillonnés en janvier 2003..	152
Carte 14. Conductivité de l'aquifère en Août 2003	156
Carte 15. Richesse spécifique dans les puits	161
Carte 16. Localisation des transects (n=9) échantillonnés pour les macrophytes.....	169
Carte 17. Carte de localisation des 4 sites.....	253
Carte 18. Impact simulé de l'implantation du site 4 sur le niveau de la nappe phréatique	256

Note aux lecteurs

Dans le texte de ce mémoire, le style italique est utilisé pour mettre en évidence certains mots et certaines phrases. Il peut s'agir des notions centrales de ce travail (ex : *représentations territoriales, argumentation spatiale, acteurs absents...*) et de notions secondaires mises en valeur dans le paragraphe où elles sont expliquées (ex : *négociation distributive, audit patrimonial...*). Il peut s'agir aussi des termes en langue étrangère ou constituant des néologismes ou des barbarismes (ex : *vision écocentrée, approche confrontante, creating value, relations homme-homme-nature...*). Les phrases interrogatives sont aussi mises en avant par le style italique.

- Introduction générale -

« Au cours des 50 dernières années, l'homme a généré des modifications au niveau des écosystèmes de manière plus rapide et plus extensive que sur aucune autre période comparable de l'histoire de l'humanité, en grande partie pour satisfaire une demande à croissance rapide en matière de nourriture, d'eau douce, de bois de construction, de fibre et d'énergie. Ceci a eu pour conséquence une perte substantielle de la diversité biologique sur la Terre, dont une forte proportion de manière irréversible ». Tel est le premier des quatre résultats majeurs du rapport de synthèse de l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)¹, réalisé sous l'impulsion de l'ONU entre 2001 et 2005. Cette évaluation (EM), qui a mobilisé plus de 2000 auteurs du monde entier, part du principe que les hommes sont parties intégrantes des écosystèmes dont ils tirent de nombreux bénéfices, ou services d'origine écosystémique. Une des questions centrales qui sous-tend cette évaluation est la suivante : « *Quelles sont les options possibles pour renforcer la conservation des écosystèmes et leur contribution au bien-être de l'homme ?* ».

Dans le domaine de l'eau, l'état des lieux, réalisé dans le cadre de l'EM sur l'évolution des pressions anthropiques sur les écosystèmes aquatiques depuis les années 1960 à l'échelle mondiale, est alarmant. Il apparaît, par exemple, que le volume d'eau piégé par les barrages et les digues a été multiplié par 4 ; il y a désormais plus d'eau dans les réservoirs que dans les cours d'eau naturels. Les ponctions d'eau douce, quant à elles, ont été multipliées par 2 et sont destinées à l'agriculture pour 70%. De plus, les pollutions de la ressource par des matières azotées et phosphatées ont été multipliées respectivement par 2 et 3. Il est évident que la construction de barrages et les progrès de l'agriculture ont pour une part amélioré le bien-être de l'homme. Toutefois, les modifications des écosystèmes qui les accompagnent portent souvent préjudice au patrimoine naturel et à ce bien-être. Ainsi, plus de 2 milliards de personnes n'ont pas accès à une eau propre ou souffrent de pénurie d'eau. Si rien n'est fait, des scénarios prospectifs à l'horizon 2050 prévoient une nette détérioration des ressources en eau douce due entre autres à la conversion des terres pour l'agriculture, à la surexploitation, à l'introduction d'espèces exogènes, à la pollution et au changement climatique. Cette détérioration met en péril la pérennité des habitats aquatiques et les usages de l'eau domestiques, industriels et agricoles.

Il existe de nombreux facteurs responsables de la dégradation des écosystèmes. On peut citer par exemple des facteurs démographiques, économiques, socio-politiques, culturels, technologiques et cognitifs. *Que faire donc pour contribuer au bien-être de l'homme et assurer la conservation des écosystèmes ?* L'évaluation des écosystèmes pour le millénaire, réalisée à différentes échelles (local, bassins versants, échelle nationale, régionale et globale), propose différentes options pour assurer « la *gestion intégrée* des écosystèmes, la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité » :

– la modification des dispositifs institutionnels et de *gouvernance environnementale* pour une meilleure participation des parties prenantes aux prises de décisions, associée à une détermination des gains et des pertes en termes de bien-être et de patrimoine naturel ;

– la mise en place de mesures économiques et incitatives pour prendre en compte, par exemple, les services d'origine écosystémique qui ne font pas l'objet de transactions marchandes ;

– la prise en compte, d'une part, de facteurs sociaux et comportementaux qui influencent la consommation de services d'origine écosystémique pour corriger les *mauvaises pratiques* à l'aide de programmes de communication et d'éducation, et d'autre part des inégalités, en donnant plus de pouvoir aux acteurs fortement dépendants de ces services ;

¹ <http://www.millenniumassessment.org>

– l'utilisation de réponses technologiques pour satisfaire au bien-être de l'homme tout en conservant les ressources, notamment dans le domaine de l'agriculture, des gaz à effet de serre et du génie écologique pour la restauration ;

– une meilleure utilisation des connaissances et l'acquisition de connaissances nouvelles pour permettre la *gestion durable* des écosystèmes fondée sur « l'utilisation de toutes les formes appropriées de la connaissance et de l'information dans l'évaluation et les prises de décision, y compris de la connaissance traditionnelle et de celle des praticiens » et « l'incorporation des valeurs non-marchandes des écosystèmes dans les décisions de gestion des ressources ».

En conséquence, la question centrale qui se pose est la suivante : *Comment prendre des décisions et améliorer la prise de décision pour une gestion durable des écosystèmes dans un contexte de gouvernance environnementale ?* Une telle question soulève de nombreux problèmes. Elle dépend des acteurs impliqués, de l'échelle, du contexte, des connaissances disponibles, du degré de complexité et d'incertitude, des ressources considérées.

Le Centre SITE, sous la direction de Didier Graillot, a conduit un programme de recherche intitulé « *Aide à la Décision et à la Négociation Territoriales* selon les principes de la gouvernance » (ADNT) qui s'inscrit dans un tel questionnement. L'objectif de ce programme interdisciplinaire vise à fournir des méthodes d'*aide à la négociation et à la décision* dans le cadre de projets territoriaux locaux en intégrant des aspects sociaux, environnementaux et économiques dans une logique *multi-acteurs* (Graillot & Roche, 2001). Les recherches conduites dans le cadre de cette thèse sont en lien avec le programme ADNT et avec la thématique « *Aide à la Décision* publique et privée ».

Ce travail de thèse s'appuie sur la notion de *représentations territoriales*, issue de celle de *représentations spatiales* (Laurent & al., 2000 ; Lardon & al., 2001 ; Moquay & al. 2001b), appliquée au domaine de l'eau, et plus particulièrement aux nappes phréatiques, pour l'*aide à la décision et à la négociation* dans un contexte territorial local et *multi-acteurs*. En d'autres termes, il s'agit : 1) d'améliorer la connaissance de la ressource en eau (nappe phréatique étudiée dans son aspect physique, biologique et humain) sur un territoire, pour construire des *représentations territoriales* validées et complémentaires (ex : cartes issues de Systèmes d'Information Géographique) ; 2) de mobiliser cette connaissance pour l'*aide à la négociation territoriale* en convertissant les *représentations territoriales* obtenues en *argumentaires spatiaux* pertinents, adaptés aux acteurs du territoire et au respect des écosystèmes ; et 3) de proposer un prototype de *plate-forme pédagogique d'aide à la négociation* pour porter à la connaissance des acteurs les résultats de ce travail et les familiariser aux outils d'*aide à la négociation territoriale*.

Ce travail, à travers une méthodologie à visée *multidisciplinaire*, tente de mettre en valeur la nature *pluridimensionnelle* d'un territoire en donnant une place importante aux nappes phréatiques, notamment les écosystèmes souterrains trop souvent négligés (Gibert, 1991a), et aux liens, aux relations *homme-homme-nature* (Micoud, 2000 ; Pupin, 2003).

L'ouvrage que vous tenez entre vos mains est composé de 2 tomes. Le premier contient le texte principal du mémoire. Le second contient les annexes du mémoire qui proposent des compléments d'informations. Le tome 1 est organisé en 6 chapitres.

Le premier chapitre propose un contexte théorique fondé sur les notions de *développement durable* et de *gouvernance*, et de leurs implications dans le domaine de l'eau. Ainsi, ce chapitre met en avant le fort antagonisme qui existe entre le pilier environnemental et le pilier économique du *développement durable*, antagonisme qui traduit la nette opposition écologie-économie, les difficultés des relations homme-nature et qui tend à faire oublier le pilier social. La *gouvernance*, à travers ses principes de participation, de transparence et de responsabilité, apporte un éclairage pour une *gestion environnementale équilibrée* d'un bien commun difficilement négociable comme l'eau. Ce chapitre analyse ensuite les lois françaises et la directive européenne sur l'eau pour en faire ressortir leurs points marquants, leurs besoins et leurs manques. Il apparaît ainsi que l'eau est faite patrimoine et bien non-marchand, que sa *gestion équilibrée* nécessite une analyse tant des sociosystèmes que des écosystèmes, même si les écosystèmes souterrains sont encore à l'heure actuelle négligés. Pour finir, le premier chapitre explicite les objectifs de ce travail.

Le deuxième chapitre expose la construction de la problématique de recherche. Celle-ci est fondée sur les notions de négociation, de territoire, de patrimoine et de représentation. La négociation est une notion indispensable en termes de *décision territoriale*.

La première partie de ce chapitre présente les théories de la négociation en leur apportant un éclairage à la fois social et territorial, afin de circonscrire les notions de *négociation territoriale* et d'*aide à la négociation territoriale*. Ces dernières seront approfondies après examen de notions corollaires comme la médiation, la concertation ou la conciliation.

La deuxième partie de ce chapitre focalise son attention sur les *oubliés* de la *négociation territoriale*, à savoir les *acteurs absents*, les *acteurs faibles* et les *valeurs morales*, ainsi que sur la façon de mieux les prendre en compte à travers les notions de biodiversité, de conservation et de la sociologie de l'environnement, tout en considérant les excès et dérives potentiels. Un tel examen permet de proposer des hypothèses de travail et de mettre en avant la notion de médiation comme moyen d'action au niveau territorial.

La troisième partie de ce chapitre propose une analyse de la notion de territoire à travers la dichotomie sujet-objet, la notion de paysage et celle de patrimoine en tant que germe pour une *gestion commune*. A ce stade, le territoire est envisagé comme une *entité pluridimensionnelle polymorphe*. Dès lors, il reste à présenter le concept de *représentations territoriales* pour l'*aide à la négociation territoriale* à travers la notion de *représentations spatiales*.

La fin du deuxième chapitre est consacrée à une synthèse de la problématique de cette recherche que l'on peut formuler de la façon suivante : *pour une négociation plus écologique et une conservation plus humaine*.

Le troisième chapitre explicite la méthodologie *multidisciplinaire* proposée par ce travail de recherche qui consiste à appréhender un *territoire en 3 dimensions* et un *acteur en 4 dimensions*. Après une présentation générale de la démarche, ce chapitre présente son adaptation à un cas concret pour l'obtention de *représentations territoriales* validées et complémentaires qui seront mobilisées en tant qu'outils d'*aide à la négociation/médiation* à travers une *argumentation spatiale* et une *plate-forme pédagogique*. Ce chapitre présente le terrain d'étude, l'Ecozone du Forez dans la Plaine du Forez, en insistant sur l'activité d'extraction de granulats, la protection de la nature et le fleuve Loire. Pour finir, les particularités des dimensions physique, biologique et humaine du terrain d'étude seront présentées, ainsi que les éléments qui ont présidé aux études dont elles seront l'objet.

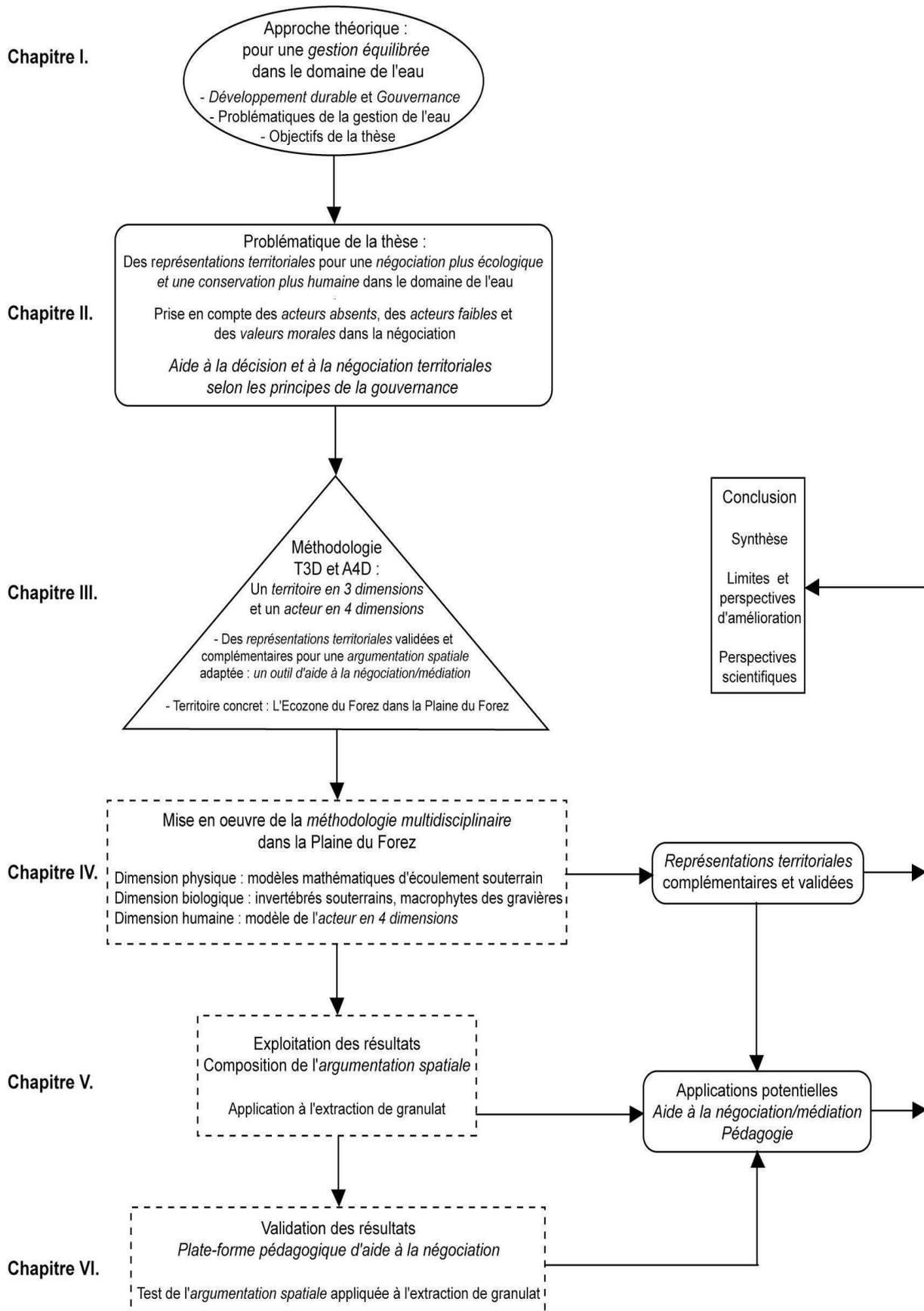


Figure 0. Organisation du mémoire et du travail de thèse

Le quatrième chapitre présente les études spécifiques menées pour chacune des dimensions du territoire étudié en précisant les matériels et méthodes, les résultats et leurs discussions. Une partie des résultats est proposée sous forme de représentations territoriales.

La première dimension propose des représentations physiques de l'aquifère de la rive gauche de l'Ecozone du Forez et de ses principaux attributs hydrogéologiques (cartes issues de SIG), obtenues à l'aide de modèles mathématiques d'écoulement, afin de cerner son fonctionnement.

La deuxième dimension propose des représentations physico-chimiques et biologiques (cartes issues de SIG), à travers des analyses d'eau, un échantillonnage des invertébrés souterrains et des macrophytes des gravières. Ces représentations sont complémentaires des représentations physiques pour cerner le fonctionnement de l'aquifère.

La troisième dimension propose des représentations humaines du territoire à travers les *empreintes territoriales* des acteurs et les cartes factorielles du *jeu d'acteurs*. Cette partie insiste sur la diversité des acteurs, de leurs perceptions, notamment celles concernant les nappes phréatiques, et sur leurs besoins en termes d'argumentation.

Après un bref rappel du contexte et des objectifs de ce travail, le cinquième chapitre propose une synthèse des résultats, préalable nécessaire à leur exploitation. Dès lors, il est possible de proposer des *argumentaires spatiaux* à partir des *représentations territoriales* issues de l'étude des dimensions du territoire : d'une part pour l'exploitation de granulat et d'autre part en fonction des besoins et attentes des acteurs du territoire. Pour finir, ce chapitre propose des perspectives d'applications potentielles de ce travail de recherche.

Le sixième et dernier chapitre propose un cadre de validation des résultats à travers la présentation d'un prototype de *plate-forme pédagogique d'aide à la négociation*. La première partie de ce chapitre apporte des précisions sur les contextes théorique, scientifique, opératoire qui ont présidé à l'élaboration et au déroulement du *jeu de simulation de la négociation*. La deuxième partie expose les grandes caractéristiques de la *plate-forme pédagogique*, en insistant sur le positionnement des participants, et sur l'articulation *jeu de rôles/outils d'aide à la négociation*. La troisième partie présente et analyse une expérience de simulation menée avec des étudiants, notamment sur la production d'*argumentaires spatiaux*. La dernière partie confronte ces résultats aux préoccupations de professionnels, pour finalement présenter des perspectives d'amélioration et d'utilisation de la *plate-forme*.

Le tome 2, contenant les annexes, est divisé en 5 parties. La première propose des compléments à la théorie de la négociation présentée dans le Chapitre II. La deuxième donne une nomenclature des acteurs de la gestion de l'eau évoqués au Chapitre III. La troisième se rapporte à l'étude des dimensions physique et biologique (Chapitre IV.) et présente une partie des données, ainsi que des cartes, des résultats et des représentations cartographiques supplémentaires. La quatrième se rapporte à l'étude de la dimension humaine (Chapitre IV.) et présente des compléments méthodologiques, une partie des données et des résultats complémentaires. La dernière partie propose des compléments d'information illustrant une partie du contenu de la *plate-forme pédagogique* (Chapitre VI.) et permettant une meilleure compréhension de l'industrie du granulat.

- Chapitre I. -
Approche théorique

—

Des visions globales aux préoccupations
locales pour une *gestion équilibrée* dans
le domaine de l'eau

Dans ce chapitre, il s'agit d'expliciter les relations homme-nature à travers les bases théoriques et philosophiques globales du *développement durable* pour montrer qu'il est nécessaire de dépasser la dualité économie-écologie. Il convient dès lors de ménager une plus grande place au volet social, composante essentielle lors des processus de négociation de projets territoriaux. La notion de *gouvernance* est forcément évoquée lors de la mise en place de tels processus. Les projets d'aménagement territoriaux font apparaître deux échelles d'étude : une échelle locale et une échelle globale. Il est nécessaire de comprendre ces deux échelles pour établir des démarches cohérentes de concertation locale dans des projets territoriaux incluant en particulier la *gestion équilibrée* des ressources en eau. Ce chapitre montre aussi les réels besoins qui existent dans ce domaine pour répondre aux exigences de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Une fois ces besoins établis, il s'agit de cerner le travail de recherche à partir des modèles et méthodes existants aussi bien dans le domaine de la *négociation territoriale* que dans celui de la compréhension des logiques d'acteurs. La problématique de recherche ainsi circonscrite, l'objectif du travail de thèse est de proposer tant des outils d'aide à la *négociation territoriale* qu'une pédagogie qui permettent l'appropriation de ces outils par des acteurs de terrain.

Les notions de *développement durable* et de *gouvernance* font aujourd'hui partie du paysage de l'environnement, à tel point qu'elles semblent incontournables quand il s'agit de traiter des problématiques environnementales. Le *développement durable* est actuellement tiraillé entre son *pilier économique* et son *pilier environnemental*, chacun défendu farouchement par ses partisans respectifs pour deux visions idéologiques du monde : d'un côté *vision anthropocentrée* et croissance économique, de l'autre *vision écocentrée* et décroissance pour sauver le monde. Ces luttes ont cantonné le *pilier social* dans l'obscurité. Une *vision sociocentrée* du *développement durable* conduit à s'intéresser aux relations qui relient des hommes entre eux et à celles qui relient des hommes à leur environnement. Si l'on se départit pour un moment de la montagne d'indicateurs caractérisant chacun des piliers, y compris le pilier social, la question centrale redevient celle du *Comment vivre ensemble dans la maison Terre ?* Dans ce contexte, les principes de la *gouvernance* proposent un cadre intéressant pour approcher cette question. A travers des principes comme la participation, la transparence et la responsabilité, la *gouvernance* cherche de nouveaux cadres pour la gestion des affaires communes. Cette fois, la question centrale qui se pose est celle du *Comment décider ensemble dans la maison Terre ?* La compréhension des relations humaines (ou relations sociales) renvoie à la sociologie et constitue un passage difficile mais obligatoire lorsqu'on appréhende cette question. Cette tâche est d'autant moins aisée que les problématiques environnementales ont la particularité de nous confronter au risque, à la complexité, à l'incertitude et à l'asymétrie des savoirs. En effet, l'environnement est une entité encore mal définie où biens privés, biens publics et biens communs se mêlent pour, au final, en faire une entité difficilement négociable. Si la prise en compte des relations entre hommes est une composante importante d'un processus conduisant à une décision, la prise en compte des relations homme-environnement, homme-territoire et plus particulièrement homme-nature en est une autre. Cette fois, la question centrale est celle du *Comment les hommes perçoivent la maison Terre ?* Cette question renvoie au domaine de l'anthropologie, et aux liens qu'ont tissés des hommes avec leur territoire, ou relations patrimoniales.

Si les théoriciens et les politiques manipulent avec aisance de tels concepts, sur le terrain toutefois les praticiens regimbent face à eux. Des concepts comme le *développement durable*, la *gouvernance* ou l'anthropologie sont appréhendés tantôt avec méfiance, tantôt avec dédain, tantôt avec indifférence par les praticiens. Ils leur préféreraient des notions proches comme *gestion concertée*, *gestion intégrée* ou maintenant *gestion équilibrée*. Ceci est vrai dans le domaine de l'eau par exemple. Dans ce domaine, la référence actuelle au niveau européen est

la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE). Depuis son adaptation en droit français en 2004, faisant suite aux précédentes Lois sur l'eau de 1964 et 1992 – le territoire français est alors divisé en bassins hydrogéographiques et l'eau reconnue comme patrimoine commun de la Nation – elle soulève des problématiques rejoignant celles du *développement durable* et de la *gouvernance*. Les Agences de l'Eau sont confrontées aux nouvelles exigences dictées par la DCE, et ce au niveau national à travers leur Programme, au niveau des bassins hydrogéographiques à travers les Schémas Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et au niveau local à travers les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE). Sur le terrain, les exigences de la DCE se traduisent par : (1) un principe de non-dégradation de l'existant ; (2) une obligation de résultats à l'horizon 2015 ; et (3) un principe d'équité basé sur une démarche participative.

I.1. Bases théoriques et philosophiques globales

L'appropriation actuelle du *développement durable* met en exergue deux visions idéologiques qui s'entrechoquent. La dualité entre sphère économique et environnementale occulte la sphère sociale. Les *principes de gouvernance* peuvent dès lors être mobilisés pour faire sortir la sphère sociale de l'ombre dans un contexte de négociation environnementale. En s'intéressant aux rapports homme-nature et aux rapports entre hommes, la *gouvernance* propose une voie d'entrée pour la *gestion équilibrée* des ressources environnementales, notamment la ressource en eau, envisagée comme un patrimoine écologique et anthropique.

I.1.1. A la recherche du socialement durable !

« Favoriser un état d'harmonie entre les êtres humains et entre l'homme et la nature » (Cmed, 1988), telle est la proposition du Rapport Brundtland pour aller vers le *développement durable*. Si, à l'origine du concept, on aspire donc à une certaine cohésion sociale, *l'harmonie entre êtres humains* se perd peu à peu dans les différentes formes d'appropriation du *développement durable* : de la *modernisation écologique* à la *croissance économique durable*. La sphère sociale du *développement durable* se retrouve alors prise en sandwich entre *l'approche écocentrée* (se donnant pour objectif la protection de tous les êtres vivants) et *l'approche anthropocentrée* (visant exclusivement le bien-être de l'homme). Il semble dès lors approprié de réfléchir à une *approche socio-centrée*.

I.1.1.1. L'obscur sphère sociale du développement durable

- *L'harmonie entre êtres humains dans le concept originel*

Apparu dès 1980 dans une publication de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources (UICN), le concept de *développement durable*, traduction française de l'expression *sustainable development*, n'a reçu sa *définition officielle* qu'en 1987 dans un rapport rédigé par la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (CMED), à la demande de l'Assemblée Générale des Nations Unies. Outre quelques lignes largement diffusées², on peut aussi lire dans l'ouvrage *Notre avenir à tous* dit Rapport Brundtland : « au sens le plus large, le développement soutenable vise à favoriser un état d'harmonie entre les êtres humains et entre l'homme et la nature » (Cmed, 1988). Cette présentation du concept, moins connue, souligne le fait qu'au *développement durable* sont sous-jacents deux objectifs fondamentaux : *l'harmonie entre homme et nature*, entendons ici le respect des limites écologiques de la planète ; et *l'harmonie entre les êtres humains*, autrement dit une certaine cohésion sociale. A l'origine donc, la dimension sociale du

² « Le développement soutenable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs » (Cmed, 1988).

développement durable est clairement identifiable : « la poursuite du développement soutenable exige un système social capable de trouver des solutions aux tensions nées d'un développement déséquilibré [...] le développement soutenable présuppose un souci d'équité sociale entre les générations, souci qui doit s'étendre, en toute logique, à l'intérieur d'une même génération ». Des notions évoquées, soit, mais peu développées.

En effet, si dans l'ouvrage de référence *Notre avenir à tous* les idées de réorganisation sociale ou de cohésion entre homme sont citées, force est de constater que lorsqu'il s'agit de lister les impératifs stratégiques³ du *développement durable*, *l'harmonie entre êtres humains* se transforme vite en accès aux besoins essentiels et la dimension sociale s'efface devant la protection de l'environnement et le développement économique. Bien que le rapport Bruntland précise que « nous sommes capables d'améliorer nos techniques et notre organisation sociale de manière à ouvrir la voie à une nouvelle ère de croissance économique », il ne précise pas comment améliorer notre organisation sociale.

- *Et après l'harmonie perdue ?*

Résumons l'imprégnation que le *développement durable* a effectué au sein de la communauté scientifique. Le Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) a interprété en 1995 l'ensemble des définitions du *développement durable* élaborées par une cinquantaine d'auteurs et a identifié quatre grands modèles implicites. Premièrement, *maintenir un niveau pour les générations futures*, c'est-à-dire maintenir du bien-être, du capital, des ressources naturelles (vues comme un stock ou un flux), du revenu pour les générations à venir (Pearce & Markandya, 1988 ; Tietenberg, 1984). Deuxièmement, *maintenir un taux de croissance*, car certains auteurs résumant le *développement durable* au fait de maintenir la croissance d'une variable comme le PNB (Produit National Brut). Pour eux, il faut assurer aux agents économiques un environnement favorable, *rendre le futur prévisible* (Pezzey, 1992 ; Solow, 1993). Troisièmement, *assurer l'optimum intemporel du bien-être*, où en conditions parfaites du marché, notamment avec une connaissance parfaite des risques environnementaux, les acteurs orientent leurs choix selon l'optimisation de leur bien-être. Certains auteurs, se référant au *modèle néoclassique*, ajoutent que l'optimum doit être obtenu dans les limites autorisées par l'environnement, en respectant le principe de précaution (Clark & Munn, 1986 ; Hatem, 1994). Quatrièmement, *la résilience permanente*, où la durabilité est définie comme la capacité de résistance aux chocs externes, ce qui assure la survie et éventuellement permet la croissance et le développement (Beaud, 1994 ; Conway & Barbier, 1990). Au sein de la communauté scientifique donc, la dimension sociale du *développement durable* est difficile à percevoir. Ce qui émerge une fois de plus c'est la dichotomie économie-écologie : les adeptes de *si l'économie va, tout va* contre ceux qui veulent repenser la société pour l'adapter à la biosphère. La dimension humaine de la durabilité se retrouve alors dans la réduction de la pauvreté et des inégalités (Godard, 1994), dans l'accès aux ressources, aux soins, à l'éducation ou encore dans la culture (Sachs, 1993). Lorsqu'on parle de *développement durable*, les aspects sociaux ne sont abordés que du bout des lèvres.

Dans les instances politiques, le *développement durable* évoque successivement soit une *modernisation écologique*, soit une *croissance économique raisonnable*. Quoi qu'il en soit, le *développement durable* est toujours associé aux politiques environnementales (Boehmer-Christiansen, 2002). *Est-ce dû au fait que le concept de développement durable soit apparu*

³ Impératifs stratégiques : reprise de la croissance ; modification de la qualité de la croissance ; satisfaction des besoins essentiels en ce qui concerne l'emploi, l'alimentation, l'énergie, l'eau, la salubrité ; maîtrise de la démographie ; préservation et mise en valeur de la base des ressources ; réorientation des techniques et *gestion* des risques ; intégration des considérations relatives à l'économie et à l'environnement dans la prise de décisions (Cmed, 1988).

suite aux différentes crises écologiques des années 1960, qu'il se soit inscrit dans la continuité d'une protection environnementale déjà entamée, qu'il ait été conçu à l'origine au sein d'un débat sur le développement et l'environnement ?

1.1.1.2. Au-delà de la dualité homme-nature : une vision socio-centrée

- Un concept sournoisement scindé en trois

Jusqu'à la conférence de Rio en 1992, le *développement durable* s'articule autour de deux pôles : l'environnement et le développement. A l'époque, c'est au sein du thème du *développement* que se lisent les aspects sociaux du *développement durable*. Mais les 27 principes proposés par la déclaration de Rio s'avèrent peu lisibles et on recherche une représentation choc qui pourrait illustrer ce nouveau paradigme. Et subrepticement⁴ le *développement* se scinde en deux : l'*économique* d'un côté, le *social* de l'autre. C'est à la fin des années 1990 que le triptyque *économique-social-environnement* (Figure 1.) s'impose pour se voir finalement consacré par le Sommet mondial sur le *développement durable* qui rappelle la nécessité de « l'intégration des trois composantes du *développement durable*, le développement économique, le développement social et la protection de l'environnement, en tant que piliers interdépendants qui se renforcent mutuellement »⁵. Mais de par sa définition en termes de rapprochement de différentes sphères qui restent donc conceptuellement distinguées, il n'est pas sûr que le concept de *développement durable* échappe à l'économisme que René Passet associait au productivisme (Passet, 1979). Continuant à distinguer le social d'une part et l'économique de l'autre, même si c'est pour chercher à les réunir, le concept de *développement durable* participe finalement à cette croyance économique, en ignorant que l'on ne peut décrire adéquatement les processus dits *économiques* sans faire appel à la sociologie, les transactions économiques n'étant jamais qu'une catégorie particulière des faits sociaux (Le Bot, 2002). Quant à la sphère environnementale, certains sociologues, historiens et ethnologues considèrent l'environnement comme une construction humaine. L'économie serait un fait social et l'environnement, une construction sociale... *Comment alors identifier le contenu de la sphère sociale du développement durable ?* Bref, il n'est pas certain de pouvoir distinguer aussi facilement les trois pôles que les promoteurs du *développement durable* entendent concilier.

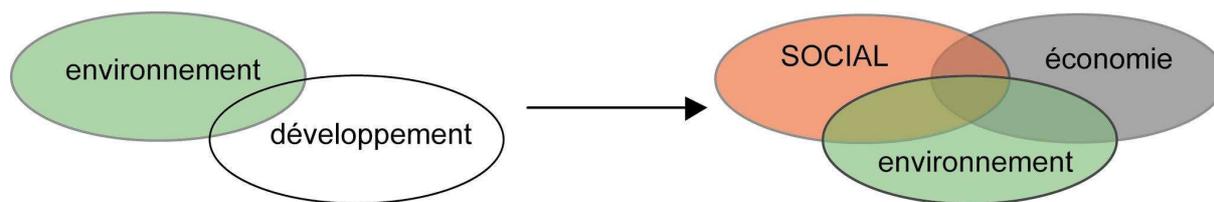


Figure 1. Morcellement du concept de développement durable

Certes, jamais un concept n'aura été si prisé. Mais comme le montre Boutaud (2002 & 2005), le concept de *développement durable* est une *valeur nouvelle*⁶ issue initialement d'un processus de négociation coopérative qui a culminé à Rio, avant de faire l'objet ensuite d'une négociation compétitive, chacun lui donnant un sens différent. Cette diversité d'interprétation, de même que la diversité de traduction dans les choix politiques effectués aux différents

⁴ L'origine n'en est pas datée mais on en trouve les premières traces chez Brodhag (1994) ou Sadler & Jacobs (1994).

⁵ Plan de mise en œuvre, Sommet mondial sur le *développement durable*, Johannesburg, §2, traduction littérale non officielle.

⁶ *Valeur nouvelle* vient de la théorie de la négociation : *creating value*, et représente le résultat de stratégies coopératives autour d'un processus de négociation (Lax & Sebenius, 1992).

niveaux, ne doit néanmoins pas cacher l'accord qui existe autour de la définition la plus générale du concept, celle de concilier trois pôles : action économique, développement social et respect des équilibres écologiques. Le *développement durable* semblait ainsi faire l'unanimité, jusqu'à ce que cette *valeur nouvelle* soit peu à peu appropriée par divers courants.

- *L'écocentrisme de l'Homo ecologicus*

Les adeptes de la durabilité forte s'inscrivent en faux contre le système économique dominant basé sur la croissance, un système qui ne peut être durable s'il menace son support écologique (Passet, 1979). Ces *environnementalistes du développement durable* définissent les écosystèmes et les actifs environnementaux comme *capital naturel critique*, un capital qu'il convient de préserver (Turner & al., 1994). En effet, ces actifs environnementaux fournissent des services fondamentaux ainsi que des valeurs de non-usage, uniques et irremplaçables. On parle ici d'approche *écocentrée* puisqu'il s'agit de protéger la vie de tous les êtres vivants. Dans ce cadre (Figure 2.), « la sphère des activités économiques est incluse dans la sphère des activités humaines, elle-même incluse dans la biosphère » (Maréchal, 1996).

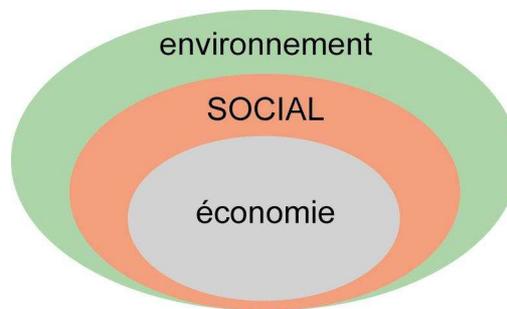


Figure 2. L'approche écocentrée du développement durable

- *L'anthropocentrisme de l'Homo economicus*

Les partisans de l'approche néoclassique du *développement durable*, approche dite de durabilité faible (Common & Perrings, 1992), considèrent que la nature n'a qu'une valeur instrumentale et comptent sur le progrès technique pour réparer tout dommage. Ici, les problèmes environnementaux sont dus à une inefficacité de l'allocation des ressources économiques. Dans cette approche, puisque le capital intègre l'ensemble des actifs naturels ainsi que les services environnementaux, on peut alors substituer à l'environnement de l'argent ou de l'éducation (Solow, 1993). On parle alors de la durabilité à la *Hartwick-Solow*, une logique qui revient à maximiser les compensations marchandes à la destruction de l'environnement (Froger, 2001). Ceux qui se situent dans ce courant de pensée dit *anthropocentré* du *développement durable* visent la maximisation des indicateurs économiques et identifient ainsi l'économie comme sphère englobant les sphères environnementale et sociale (Figure 3.).

- *Pour une approche socio-centrée ?*

Globalement, ces deux visions du *développement durable* s'opposent. D'un côté, les *anthropocentrés*, pour qui le *développement durable* se définit en référence à l'augmentation du bien-être humain. L'économie est alors clairement identifiée comme la priorité en matière de *développement durable*. De l'autre côté, les *écocentrés*, pour qui le fondement du droit à l'existence des non-humains n'est plus utilitariste mais éthique.

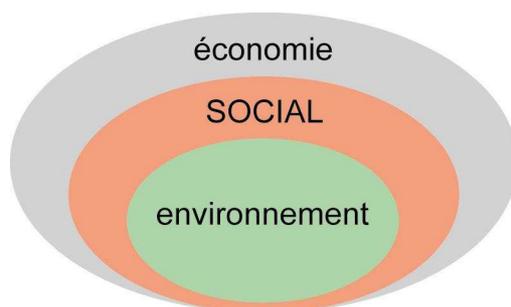


Figure 3. L'approche anthropocentrée du développement durable

Dans ce cas, c'est la sphère environnementale qui est plus que centrale dans le débat. On tente alors des rapprochements entre les pro-croissance et les anti-croissance pour imaginer des stratégies gagnant-gagnant (Boehmer-Christiansen, 2002). Gagnant-gagnant, peut-être, mais sans que le volet social du *développement durable* ne soit représenté. Car des écologistes aux néo-libéraux, il faut bien reconnaître que rares sont ceux⁷ qui identifient la sphère sociale comme structurant le triptyque du *développement durable*. Intégrée dans l'environnement pour les uns, faisant partie de l'économie pour les autres, la dimension sociale du *développement durable* est systématiquement prise en sandwich et ne fait que rarement l'objet de débats enflammés entre environnementalistes et économistes. Mais si l'économie et l'environnement n'étaient que constructions humaines, alors pourrait-on envisager de développer une approche dite *socio-centrée* du *développement durable* ?

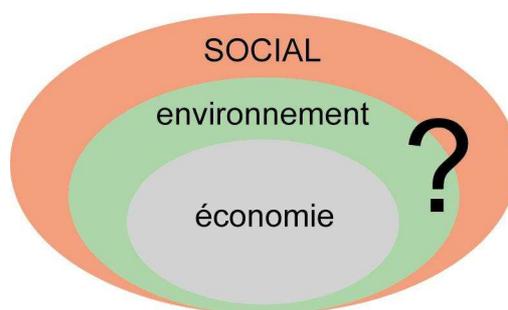


Figure 4. L'approche socio-centrée du développement durable

Le Robert définit *social* comme « relatif à une société, à une collectivité humaine, ou qui concerne les rapports entre un individu et les autres membres de la collectivité ». Replacer l'homme au cœur des problématiques et réfléchir aux relations entre homme ainsi qu'à ce qui relie l'homme à son environnement, voilà ce qui semble s'apparenter à une approche *socio-centrée* du *développement durable* (Figure 4.).

1.1.2. Pour une gestion environnementale équilibrée : la voie de la gouvernance

Si la *gouvernance* peut être vue comme un outil idéologique pour une politique de l'Etat minimum et pour privilégier le rôle régulateur du marché, elle devient au fil du temps une notion qui permet de réfléchir sur le rôle des acteurs non-étatiques dans les mécanismes de régulation politique, mais aussi sur les rapports d'autorité et de pouvoir. Elle renvoie dès lors aux modalités de coopération et de résolution des conflits entre une multiplicité d'acteurs sous l'idée de *gouvernance participative*.

⁷ Voir travaux du C3ED.

Dans ce contexte, la *gouvernance participative* est peut-être un moyen d'aborder les problématiques environnementales pour gérer le risque, la complexité, les incertitudes, l'asymétrie des savoirs, et le statut non-identifié rattaché à l'environnement.

1.1.2.1. Principes de la gouvernance : coquille vide ou notion révolutionnaire ?

- *Une étymologie mouvante*

Contrairement à la notion de *développement durable*, la *gouvernance* ne semble pas être une *valeur nouvelle* puisqu'elle fait partie de l'histoire. On peut faire remonter l'étymologie du terme *governance* anglais au Moyen-Age où il invoquait alors le partage du pouvoir entre les différents corps constitutifs de la société médiévale anglaise. Issue des travaux des historiens de l'époque, cette notion appartient à l'origine au monde universitaire anglo-saxon (Solagral, 1997). Pour ce qui est du terme français, on retrace la première utilisation de la notion de *gouvernance* au 13^e siècle, utilisé en ancien français comme équivalent de *gouvernement*, au sens de l'art et la manière de gouverner. La *gouvernance* est ensuite réemployée au 18^e, siècle des lumières. Elle illustre alors l'ambition d'associer un gouvernement de type éclairé et le respect des intérêts et valeurs du peuple. Puis la notion de *gouvernance* tombe en désuétude jusque dans les années 1930 quand un économiste américain, Ronald Coase, utilise *governance* pour décrire l'ensemble des dispositifs mis en œuvre par une firme pour mener des coordinations efficaces. A partir de cette époque, *gouvernance* et *governance* suivent la même trajectoire. D'abord dans les années 1980, où l'on parle de *gouvernance* d'entreprise ou de *corporate governance*, qui évoque le réveil des actionnaires pour participer à la direction de l'entreprise. Et dix ans plus tard, la notion de *gouvernance* sort du champ de l'entreprise pour pénétrer celui des villes et des territoires. Dans des univers *multi-acteurs* et multi-échelles, les *gouvernances* urbaine et territoriale rassemblent l'ensemble des coordinations, partenariats, coalitions, contrats qui peuvent exister entre différents acteurs en vue d'actions collectives. Au même moment, la *théorie des régimes internationaux* emploie la notion de *gouvernance globale* ou *global governance* qui représenterait l'ensemble des règles communes mises en place pour parvenir à une mondialisation structurée.

Aujourd'hui, la notion de *gouvernance* est toujours assez confuse. La Banque Mondiale, première organisation internationale à adopter le concept, présente la *gouvernance* comme une activité : « la manière par laquelle le pouvoir est exercé dans la gestion des ressources économiques et sociales d'un pays au service du développement » (Banque Mondiale, 1992). Ce discours s'est imposé auprès des autres agences de coopération, du FMI (Fonds Monétaire International), du PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement) ou de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique) ; un engouement qui s'expliquerait par la capacité du concept à parler *politique* sans le dire (Solagral, 2000). La *bonne gouvernance* est vue ici comme un outil idéologique qui prône une politique de l'État minimum et met en avant le rôle régulateur du marché (Smouts, 1998). Cette notion de *bonne gouvernance* introduit une dimension normative forte et vise à créer les conditions d'un pouvoir organisé et d'une action collective. Ainsi, d'activité, la *gouvernance* passe au stade de procédure : « la *gouvernance globale* doit inclure des systèmes de règles à tous les niveaux de l'activité humaine – de la famille à l'organisation internationale – afin de mettre en place un processus par lequel une organisation ou une société se gouverne elle-même » (Rosenau, 1995). On parle de *gouvernance locale* en étudiant les divers arrangements institutionnels qui permettent à des communautés de gérer en commun des ressources environnementales limitées (Ostrom, 1990). On parle aussi de *gouvernance mondiale*, un ensemble de règles, principes et procédures assurant la régulation d'activités traversant les frontières. Enfin, le postulat de départ selon lequel les formes traditionnelles d'autorité ne sont plus à même de

gouverner les sociétés modernes nous amène à qualifier la *gouvernance* de processus, qui représente les nouveaux mécanismes de coordination sociale rendant possible l'action politique (Froger, 2001). La *gouvernance* est alors définie comme « la somme des différentes façons dont les individus et les institutions, publiques et privées, gèrent leurs affaires communes. C'est un processus continu de coopération et d'accommodements entre des intérêts divers et conflictuels. Elle inclut les institutions officielles comme les arrangements informels » (Commission on Global Governance, 1995).

Ainsi, malgré un sens chargé d'une histoire, la *gouvernance*, notion encore confuse, pourrait s'avérer être une idée nouvelle. Selon Micoud (2004), sa réapparition récente lui confère un autre sens, la portant au rang de *valeur nouvelle*. Le point central de cette proposition s'appuie sur les travaux de Le Galès (1995) et Borraz (1998) qui montrent que les auteurs travaillant dans le domaine « s'accordent généralement pour opposer le *système de gouvernement* instituant une relation verticale entre l'Etat et ses administrés, et le *système de gouvernance*, impliquant une relation horizontale entre acteurs multiples relevant aussi bien de la sphère publique que privée ». Sur fond de crise des modes de gouvernement des Etats-Nations, le système de *gouvernance* est donc une idée neuve.

- *Les limites d'une gouvernance bouche-trou... qui a le mérite de boucher les trous*

Le concept de *gouvernance* doit son succès à ses acceptions multiples, à son caractère dynamique et a priori neutre sur le champ politique : souplesse pour certains, mollesse pour d'autres. En effet, le concept de *gouvernance* est accusé d'être un *catch-word*, un mot fourre-tout utilisé partout et par tout le monde pour désigner tout et son contraire (Solagral, 2000). A s'intéresser à tous les enjeux de la vie politique, à vouloir intégrer l'ensemble des acteurs, la *gouvernance* perd de sa portée heuristique (Froger, 2001). Certains parlent aussi du piège de la *gouvernance* : un terme qui s'est introduit insidieusement dans le lexique politique sans que nul n'y prête attention, et qui se révèle petit à petit être un véritable élément structurant d'une construction idéologique précise. Si peu de citoyens ont une idée exacte de ce qu'est cette fameuse *gouvernance*, on ne fera pas l'injure aux décideurs de penser qu'ils emploient ce terme sans discernement. Toutefois, certains pensent que sous couvert de *faire de la gouvernance*, les politiques continueraient leur jeu de manipulation auprès de la société civile et les soi-disant principes de participation, concertation, négociation serviraient de caution à leurs actions déjà planifiées (Cassen, 2001). Sur un plan plus théorique, on reproche à la *gouvernance* de se contenter de poser un problème sans apporter ni portée explicative ni éléments de réponse concrets (Merrien, 1998).

Si le concept de *gouvernance* prend une place de plus en plus grande dans les débats sociétaux contemporains, c'est que cette place était vide. Progressivement, toute une série d'objets mal traités par les catégories analytiques antérieures émerge et vient remplir de sens cette notion qualifiée de floue (Solagral, 2000). Loin d'évacuer les enjeux politiques et de pouvoir, la *gouvernance* est en train d'en redéfinir les contours. Il est vrai que la *gouvernance* proprement dite n'apporte pas de réponse en soi, ne propose pas de modèle.

Ainsi, la *gouvernance* se cherche... Ne se basant sur aucun acquis, elle propose des repères pour décrire un processus⁸ interactif continu, où l'intérêt général se construit en chemin. Guidée par trois principes, participation, transparence et responsabilité, la réflexion autour de la *gouvernance* a pour but la recherche de nouvelles techniques de gestion des affaires communes par un jeu permanent d'échanges, de négociations et d'ajustements mutuels.

⁸ Le Livre blanc de la Commission européenne énonce : « La notion de *gouvernance* désigne les règles, les processus et les comportements qui influent sur l'exercice des pouvoirs au niveau européen, particulièrement du point de vue de l'ouverture, de la participation, de la responsabilité, de l'efficacité et de la cohérence ».

1.1.2.2. L'environnement est-il facilement négociable ?

On ne peut négocier de la même façon un objet commercial et un objet environnemental vu comme une ressource naturelle limitée et vitale. Les biens environnementaux, à l'origine sans statut puisque inépuisables, puis privatisés, ont récemment été intégrés dans la liste des biens publics. Idée insatisfaisante pour certains, qui ont proposé l'idée de *bien commun* dépassant les sphères privées comme publiques.

Les *biens communs* sont par définition des biens *en partage*, sans rivalité ni exclusion possible (Godard, 1992). Cette définition propose un idéal qui s'assombrit quand sa confrontation au réel révèle une *tragédie des biens communs* (Hardin, 1968). *L'eau est souvent présentée comme un bien commun environnemental, ou patrimoine commun de l'humanité, mais tout le monde a-t-il également accès à l'eau ?* Les biens publics, quant à eux, sont définis comme faisant partie de la théorie économique des gouvernements depuis des siècles. Ils s'opposent aux biens privés dans le sens où le bien public est fourni par des mécanismes non-marchands et dont les bénéfices ne sont pas réservés à un seul consommateur (Pnud, 1999). Un bien public doit être fourni par des mécanismes d'action collective engendrée par le gouvernement, le risque étant qu'ils soient produits en quantité insuffisante. La paix ou l'éducation en sont des exemples... tout comme l'environnement. En effet, le PNUD intègre dans la liste des biens publics nationaux l'environnement, ce qui signifie qu'avoir accès à un environnement propre est aujourd'hui la résultante de régulations gouvernementales. L'environnement serait devenu une *production humaine* et sa préservation dépendrait alors essentiellement des coordinations humaines en place, autrement dit des processus de *gouvernance*.

L'eau d'un fleuve, par exemple, se révèle être un objet *sans statut*, puis un objet *complexe*. On peut en effet considérer un fleuve simplement comme un flux d'eau s'écoulant d'un point a vers un point b, une approche qui tient essentiellement compte de la dimension physique de l'eau. D'un point de vue plus biologique maintenant, on s'intéressera davantage aux relations des êtres vivants entre eux et avec le milieu fluvial. Finalement, les domaines de la sociologie et de l'anthropologie ne considèrent pas simplement les fleuves comme milieu de vie au sens étroit de la physiologie, mais de manière métaphorique, en tant qu'ils sont ce qui relie les humains qui vivent de lui ou avec lui (Micoud, 2000). Le fleuve, objet complexe donc, mais aussi *risqué*. Des crues aux pénuries en passant par les problèmes de pollution, le fleuve est associé à de nombreux risques (Beck, 2001). Objet sans statut, complexe et risqué, c'est globalement *l'incertitude* qui caractérise l'eau d'un fleuve. L'incertitude peut alors être vue, non pas comme une source potentielle de conflit à caractère négatif, mais plutôt comme le catalyseur d'une nouvelle *gouvernance environnementale*. Encore faut-il que la négociation prenne en compte l'ensemble de ces aspects qui font d'un objet environnemental une entité a priori difficilement négociable.

Pour approcher la *gouvernance environnementale*, l'enjeu est donc l'invention de nouvelles procédures collectives dans lesquelles les acteurs sociaux (politiques, scientifiques et profanes) devront prendre position face à l'incertain, au risque et à la complexité. On peut alors emprunter une logique de décision s'appuyant sur l'expertise ou une autre reposant sur des procédures démocratiques qui combinent débats publics et implications des citoyens (Cresal, 1993). La première représente à la fois un acte pris par un acteur légitime et une décision cautionnée par une autorité scientifique ou politique. La seconde peut être définie comme une succession de décisions secondaires engageant un réseau d'acteurs diversifiés et entraînant une décision réversible (Callon & Lascoumes, 2001). L'articulation entre ces deux logiques ouvre la possibilité de processus de décision collective basés sur la confiance mutuelle et le dialogue social (Trustnet, 2000). Inventer ces formes d'articulation est la tâche qui attend ceux dont la responsabilité est de mettre en pratique une nouvelle *gouvernance*.

Même s'il s'agit d'une expression galvaudée, la *gouvernance* pose le problème réel des modes de coordination autour des processus de décision et ose aborder l'idée d'harmonie entre êtres humains. La *gouvernance* couvrirait alors le socialement durable, introuvable par ailleurs.

I.2. Du global au local dans le domaine de l'eau

Le *développement durable* est trop souvent envisagé à travers la dualité environnement-économie. A cet égard, on oublie le troisième pilier, ou sphère sociale. La recherche d'une cohésion sociale, ou du socialement durable, semble envisageable à travers la *gouvernance participative* pour gérer les problématiques environnementales. La déclaration de Rio (1992) précise que « le meilleur moyen de traiter les problèmes environnementaux est d'assurer la participation de tous les citoyens concernés, au niveau qui convient ». En ce sens, le Rapport Towards Sustainability (2000) poursuit en précisant que « le but final qu'est le *développement durable* et respectueux de l'environnement exige une action concertée de tous les partis concernés œuvrant ensemble dans un esprit de collaboration ».

Quand le *développement durable* aborde la *gouvernance*, on parle dès lors de *gouvernance participative* qui doit gérer les interactions entre une multiplicité d'acteurs n'ayant pas la même légitimité, en vue de processus de participation, négociation et coordination. Dans les déclarations institutionnelles, face aux problématiques environnementales et notamment celle de l'eau, on retrouve des références à cette idée sous des termes comme *gestion concertée*, *gestion collective*, *gestion participative*, *gestion intégrée*, *gestion durable* ou *gestion soutenable*. Aujourd'hui, dans le domaine de l'eau, l'heure est à la *gestion équilibrée*, gestion qu'il va s'agir de mettre en œuvre sur le terrain à l'aide de différents dispositifs institutionnels à portée juridique et législative.

I.2.1. Vers une prise en compte du niveau local dans les déclarations institutionnelles

Nombre d'organismes internationaux s'occupent de la gestion de l'eau. Ceux-ci sont confrontés à deux questions essentielles. D'une part, *comment travailler sur les perceptions des acteurs locaux et développer la concertation pour améliorer ou sortir de situations de conflits ?* L'Office International de l'Eau (Oieau, 2001), dans le cadre d'une meilleure gestion de l'eau, propose de contrecarrer l'émergence de conflits entre têtes de bassins et aval, et de favoriser les relations et la solidarité amont-aval entre acteurs par l'étude des perceptions et la concertation. D'autre part, *comment travailler sur les hydrosystèmes pour améliorer leur connaissance et leur protection ?* Par exemple, de nombreux projets de *gestion intégrée* et durable à l'échelle des bassins hydrographiques ont été présentés lors du cinquième « European Framework Programme » (European Commission, 2000). Ces projets ont développé et/ou utilisé différents modèles mathématiques, notamment pour l'*aide à la décision*. Les résultats ont mis en avant la nécessité d'améliorer, entre autres, les modèles décrivant les relations eaux souterraines/eaux superficielles, pour qu'ils puissent à terme expliquer la relation entre aménagement hydraulique et protection des zones humides, par exemple. Un axe de recherche transversale au programme propose le calibrage des modèles mathématiques en utilisant des paramètres d'optimisation biologique.

I.2.1.1. Une notion désormais bien instituée : l'eau, patrimoine commun de la Nation

En 1964, date de la première Loi sur l'eau, la France découpe le territoire en bassins hydrogéographiques et donne un cadre juridique au principe pollueur-payeur, sans toutefois

remettre en cause les activités traditionnelles (AEP, agriculture, industrie, transport...). Cette loi stipule : « il convient de satisfaire aussi aux exigences de la vie biologique du milieu récepteur et spécialement de la faune piscicole ainsi que des loisirs, des sports nautiques et de la protection des sites ». La vie aquatique et de nouveaux usages liés aux loisirs sont dès lors reconnus.

En 1992, la seconde Loi sur l'eau va plus loin. Elle stipule : « l'eau fait partie du patrimoine commun de la Nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels sont d'intérêt général ». De plus, elle promeut la notion de *gestion intégrée* avec la volonté de considérer la pérennité des actions, ainsi que les multiples usages et usagers comme ayant chacun droit d'existence. « Cette nouvelle forme de gestion recommande de satisfaire à la fois l'ensemble des interactions d'ordre naturel, mais aussi et surtout intégrer les attentes, les pratiques, les différents usages dont les milieux aquatiques sont le support ». Il faut désormais composer avec les interrelations et les intrarelations des dimensions humaines, biotiques, abiotiques associées à la ressource en eau.

Cette *gestion intégrée* est aussi appelée *gestion équilibrée*. Elle se traduit par l'établissement des SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de Eau) proposant un état de la connaissance et des lieux, un diagnostic formulé à partir de cet état des lieux et sept *objectifs vitaux* que s'assigne le bassin, des préconisations générales intéressant tous les domaines de la gestion de l'eau et des préconisations locales pour atteindre les *objectifs vitaux*. Pour le bassin Loire-Bretagne, par exemple, les sept *objectifs vitaux* du SDAGE⁹ sont les suivants : « gagner la bataille de l'alimentation en eau potable, poursuivre l'amélioration de la qualité des eaux de surface, retrouver des rivières vivantes et mieux les gérer, sauvegarder et mettre en valeur les zones humides, préserver et restaurer les écosystèmes littoraux, réussir la concertation, notamment avec l'agriculture, savoir mieux vivre avec les crues ». Elle se traduit aussi par les SAGE (Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux) qui déclinent le SDAGE au niveau local pour une meilleure coordination et orientation des initiatives locales de *gestion collective*. Pour la Plaine du Forez, le SAGE Loire Forezienne¹⁰ est en phase d'émergence. Il correspond à l'unité hydrogéographique et hydrogéologique n°41 et les enjeux identifiés a priori¹¹ sont les suivants : « restauration qualité des eaux, lutte contre l'eutrophisation, protection des ressources en eau, amélioration de la gestion quantitative de la ressource, ressources pour l'irrigation, protection des milieux-écologie ; et plus spécifiquement : restauration de la qualité des eaux de la retenue de Grangent et zones humides de la Plaine du Forez ».

Ces deux démarches s'accompagnent d'outils comme les SEQ (Système d'Evaluation de la Qualité) qui permettent d'évaluer la qualité des eaux. Un « SEQ cours d'eau » est déjà opérationnel, un « SEQ plans d'eau » et un « SEQ eaux souterraines » sont en cours d'élaboration. Cet outil présente la particularité d'évaluer la qualité de l'eau en trois volets : un volet physico-chimie, un volet physique et un volet biologique. L'ensemble de ces volets offre la possibilité « d'évaluer la qualité de l'eau, d'évaluer l'incidence de cette qualité sur les potentialités biologiques et l'aptitude aux usages potentiels de l'eau, de comparer cette potentialité et ces aptitudes avec ce qui est effectivement souhaité, et de suivre l'efficacité des politiques de restauration » (Agences de l'eau, 2000b).

⁹ <http://www.eau-loire-bretagne.fr/sdage/>

¹⁰ <http://www.eau-loire-bretagne.fr/b/B61.HTM#LOIREFOREZ>

¹¹ Ces objectifs et le périmètres définitifs de ce SAGE seront établis de manière plus précise suite aux résultats de l'Etude préalable.

1.2.1.2. Nouveaux questionnements soulevés par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau¹² (DCE)

D'une manière générale, la Directive Cadre Européenne (DCE) sur l'eau prévoit : l'établissement de districts hydrographiques, l'identification des thèmes clés de la gestion des eaux, la conception de programmes de mesures et le développement de plans de gestion des bassins hydrographiques, l'établissement et le maintien de réseaux de surveillance, l'identification et la protection des masses d'eau utilisées pour le captage d'eau potable, l'introduction de politiques de tarification de l'eau incitant les usagers à utiliser l'eau de manière efficace, et le contrôle de toutes les émissions polluantes (les polluants à haut risque auront un caractère prioritaire). Les bénéfices spécifiques escomptés de la mise en œuvre de la DCE sont : une meilleure qualité écologique des écosystèmes d'eaux douces et d'eaux côtières, une diversité biologique accrue, une durabilité accrue de l'utilisation de l'eau, une pollution réduite des eaux, l'atténuation des conséquences des inondations et des sécheresses et des politiques de l'eau plus efficaces et plus effectives (Jones, 2001a). Dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE dans le domaine de l'eau, le WWF (World Wide Fund for nature), donne des éléments pratiques pour la promotion de la *gestion intégrée* des bassins hydrographiques (Jones, 2001a), notamment au niveau de l'agriculture (Jones, 2000), au niveau du rôle des zones humides dans la gestion des bassins (Jones, 2001c) et au niveau des bonnes pratiques dans la planification des bassins (Jones, 2001b).

La DCE devra être adaptée à la législation de chaque pays membre de la Communauté Européenne. Pour la France, qui possède déjà des bassins hydrographiques, la nouvelle Loi sur l'eau est entrée en vigueur depuis avril 2004¹³. Comme l'indique Wasson (2001), si « la DCE reprend la plupart des concepts qui sous-tendent la gestion de l'eau en France [...] ces objectifs sont plus ambitieux et soulèvent une nouvelle problématique pour les gestionnaires ». D'emblée, le texte de la Directive précise que « l'eau n'est pas un bien marchand comme les autres mais un patrimoine qu'il faut protéger, défendre et traiter comme tel ». La politique communautaire de l'environnement dans le domaine de l'eau poursuit les objectifs suivants : préservation, protection et amélioration, utilisation prudente et rationnelle, principes de précaution et d'action préventive, principe de la correction par priorité à la source des atteintes, principe pollueur-payeur.

Pour résumer, on constate que l'eau est ici clairement définie par ce qu'elle n'est pas, c'est-à-dire un bien marchand, pour acquérir le statut de patrimoine non clairement identifié mais que l'on peut rapprocher de celui de bien commun. D'autre part, l'eau reste un objet risqué, complexe et incertain dont la connaissance est diversement partagée. A ce stade, les questions du *Comment travailler sur les perceptions des acteurs locaux et développer la concertation pour améliorer ou sortir de situations de conflits ?* et du *Comment travailler sur les hydrosystèmes pour améliorer leur connaissance et leur protection ?* se posent plus que jamais.

¹² Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

http://europa.eu.int/eur-lex/pri/fr/oj/dat/2000/l_327/l_32720001222fr00010072.pdf

¹³ LOI n° 2004-338 du 21 avril 2004 portant transposition de la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=DEVX0200193L>

1.2.2. Retour aux problématiques locales et au terrain

Au fil des articles, la DCE dévoile son ambitieux programme et laisse entrevoir quelles sont les nouvelles problématiques pour la *gestion équilibrée* de l'eau. Il convient ainsi de bien cerner les nouveaux besoins et les manques qui émergent de ce texte.

1.2.2.1. Problématiques soulevées par la DCE

Le territoire français est divisé en grands bassins hydrogéographiques. La DCE prévoit de diviser ceux-ci en sous-unités : bassins hydrographiques, sous-bassins. On distingue aussi des unités de gestion appelées districts hydrographiques¹⁴ et des unités d'évaluation appelées hydroécorégions. Celles-ci sont délimitées sur la base de critères naturels comme la géologie, le relief, le climat, les conditions biologiques... L'intérêt d'un tel découpage est de dépasser les limites administratives pour travailler sur des unités cohérentes.

La DCE offre donc un nouveau référentiel d'évaluation des milieux aquatiques en introduisant à l'Article 2 (*Définitions*) une notion nouvelle, celle de *masse d'eau*. Ces masses d'eau sont de deux types : d'une part les masses d'eau de surface¹⁵ (lac, réservoir, rivière, fleuve, canal, partie de rivière, de fleuve ou de canal, eau de transition, portion d'eau côtière) et d'autre part les eaux souterraines¹⁶ (sédimentaires non alluviales, réservoirs alluviaux, réservoirs imperméables, réservoirs de socles, réservoirs volcaniques). Par exemple, la Plaine du Forez est une hydroécorégion de type dépression sédimentaire du bassin hydrogéographique Loire-Bretagne. Elle contient des masses d'eau souterraines alluvionnaires le long fleuve Loire, et sédimentaires.

Suite à ce classement en masses d'eau, la DCE prévoit l'évaluation de la capacité des masses d'eau à respecter ou non les objectifs environnementaux à l'horizon 2015. Ces objectifs environnementaux sont explicités dans l'Article 4 (*Objectifs environnementaux*). Cet article est assorti d'un principe de prévention de la détérioration de l'état de toutes les masses d'eau (superficielles comme souterraines) et d'une obligation de résultats à l'horizon 2015. Celui-ci se traduit par une obligation d'ici quinze ans d'aboutir au « bon état » des eaux de surface et souterraines, et au « bon potentiel écologique » des masses d'eau artificielles et fortement modifiées. Pour les masses d'eau de surface, le « bon état » est atteint lorsque l'état quantitatif, chimique et écologique sont qualifiés de « bons ». Pour une masse d'eau souterraine, le « bon état » est atteint lorsque l'état quantitatif et chimique sont qualifiés de « bons ». Le qualificatif « bon » est fondé, par exemple, sur des normes de concentration admissibles pour l'état chimique. Cet article prévoit aussi de « réduire progressivement la pollution due aux substances prioritaires et d'arrêter ou de supprimer progressivement les émissions, les rejets et les pertes de substances dangereuses prioritaires ».

Des Plans de Gestion par district hydrographique devront permettre d'atteindre ce « bon état ». Ces plans de gestion vont impliquer un nombre d'acteurs considérable, où l'on distingue différents secteurs économiques et notamment le secteur industriel, le secteur des ménages et le secteur agricole. L'Article 9 (*Récupération des coûts des services liés à l'utilisation de l'eau*), qui entérine l'obligation de résultats sur les objectifs environnementaux

¹⁴ « Zone terrestre et maritime, composée d'un ou plusieurs bassins hydrographiques ainsi que des eaux souterraines et eaux côtières associées, identifiée [...] comme principale unité aux fins de gestion des bassins hydrographiques ».

¹⁵ « On distingue des masses d'eau naturelles, des masses d'eau fortement modifiées et des masses d'eau artificielles ».

¹⁶ « Volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou plusieurs aquifères (un aquifère étant défini comme une ou plusieurs couches souterraines de roche ou d'autres couches géologiques d'une porosité et perméabilité suffisantes pour permettre soit un courant significatif d'eau souterraine, soit le captage de quantités importantes d'eau souterraine) ».

sous peine d'amendes ou d'astreintes, impose un effort de parité entre les acteurs précités par rapport à ce qu'ils utilisent de la ressource, compte-tenu du *principe pollueur payeur*.

Ce principe d'équité n'est pas sans rappeler la *gouvernance*. Qui plus est, l'Article 14 (*Information et consultation du public*) encourage « la participation active de tous les partis concernés à la mise en œuvre de la présente Directive, notamment à la production, à la révision et à la mise à jour des plans de gestion de districts hydrographiques [...] et demande à ce que pour chaque district hydrographique les plans de gestion soient publiés et soumis aux observations du public, y compris des utilisateurs ».

1.2.2.2. Besoins et manques de la DCE

Dans son analyse de la DCE, Wasson (2001) propose des orientations de recherche liées aux problématiques soulevées par la Directive : d'une part sur la question du « bon état » et des méthodes permettant de le diagnostiquer, et d'autre part sur la question de la restauration des milieux et des modèles prospectifs permettant de l'envisager.

Concernant les méthodes de diagnostic, il souligne l'importance de la notion de « bon état », et notamment le « bon état écologique » qui « va bien au-delà d'une simple évaluation par paramètres, et devra s'appuyer sur une compréhension des processus qui maintiennent le bon fonctionnement du milieu, dont dépendent les structures de peuplement ». En un mot, la notion de « bon état » n'est pas simple à définir ! Il convient dès lors, selon cet auteur, de redéfinir les normes qui s'appliquent à l'évaluation des différents milieux, sachant que pour chacun d'eux il est désormais envisagé d'utiliser des normes différentes. Ceci passe par exemple par une approche typologique définissant des conditions de références biotiques et abiotiques des différents milieux, par l'utilisation de bioindicateurs normés, et l'établissement de normes chimiques.

Concernant les modèles prospectifs, Wasson (2001) soulève des problèmes pluridisciplinaires et multi-échelles. Dans le domaine des écosystèmes, il va s'agir d'affiner par exemple la compréhension du fonctionnement physique des cours d'eau ou des relations physique-biologie dans les cours d'eau. Dans le domaine de la sociologie, il va s'agir par exemple de mieux définir la nature des structures sociales agissantes, de comprendre la perception sociale des changements environnementaux ou de cerner les conditions de changement des comportements.

Comme on peut le constater, les besoins sont importants en terme de connaissance des écosystèmes aquatiques, et ce aussi bien pour les composantes physiques que biologiques. A ce niveau, la DCE laisse apparaître un manque important. En effet, la question du « bon état écologique » des masses d'eaux souterraines n'est pas d'actualité et est pour l'instant escamotée. Il existe pourtant une vie souterraine, y compris dans les nappes phréatiques dont les peuplements pourraient être utilisés comme bioindicateurs par exemple. Ce travail de thèse s'inscrit précisément dans la perspective de remise en cause de cette non-considération des eaux souterraines, et plus particulièrement de la part biologique de ces milieux.

De la même façon, les besoins en terme de connaissance des sociosystèmes sont importants. En effet, les diagnostics et les programmes d'action vont être soumis à la discussion et à la négociation à partir de 2005, et personne ne sait quels seront les premiers résultats prévus pour 2009. L'organisation de cette négociation pose un problème en tant que telle. Actuellement, au niveau des politiques de l'eau, les débats touchent entre 2 et 3% des usagers. Il est désormais prévu d'impliquer tous les acteurs de terrain. Concernant les SDAGE, c'est la CNDP (Commission Nationale du Débat Public) qui est en charge d'organiser les débats. Elle devra faire face à deux questions majeures : *Comment consulter les acteurs ? et Comment susciter de l'intérêt pour la consultation ?*

Pour toucher l'ensemble des usagers il est nécessaire de sortir du cocon des spécialistes pour se mettre au niveau du grand public en organisant la connaissance afin de la rendre accessible et en menant des actions pédagogiques. L'objectif consiste à donner des automatismes aux usagers, leur faire comprendre qu'ils ne sont pas seuls au monde : *je ne suis pas le seul, je ne suis pas le premier, il y a en a d'autres autour*. L'élargissement de la concertation autour de la DCE nécessite donc des outils appropriés, *qui font qu'on parle ensemble*.

Par ailleurs la Loi LOLF¹⁷ (Loi Organique relative aux Lois de Finance), dans une optique d'évaluation des politiques publiques, prévoit de consulter les usagers et de mesurer leur degré de satisfaction concernant les lois. Cette loi est donc accompagnée d'une volonté participative : l'usager a son mot à dire dans l'appropriation des politiques publiques, l'usager peut demander des comptes.

1.2.2.3. Objectifs de la thèse

Ce travail de thèse repose sur une approche méthodologique *multidisciplinaire* dont la finalité est de produire des outils et méthodes d'*aide à la négociation territoriale* dans un contexte *multi-acteurs*. Ce travail se décline en trois objectifs :

- Objectif 1 – *améliorer la connaissance de la ressource en eau sur un territoire pour construire des représentations territoriales validées*

La réalisation de cet objectif passe par l'amélioration d'une modélisation physique d'écoulements souterrains à l'aide de bioindicateurs associés aux nappes phréatiques (notamment les invertébrés souterrains) et par une étude du *jeu d'acteurs* sur un territoire approprié. Les *représentations territoriales* obtenues sont formées de cartes numériques (traitées sous SIG) pour les dimensions physique et biologique, et des *empreintes territoriales* pour la dimension humaine.

- Objectif 2 – *mobiliser cette connaissance pour l'aide à la négociation territoriale en convertissant les représentations territoriales en argumentaires spatiaux pertinents*

La réalisation de ce deuxième objectif passe par l'explicitation des *représentations territoriales* en terme d'*argumentaire spatial* approprié aux acteurs en présence. La construction de l'*argumentation spatiale* pourra être réalisée par un facilitateur de la négociation, notamment un médiateur.

- Objectif 3 – *porter à connaissance et pédagogie par simulation d'une négociation territoriale*

Cet objectif aboutit à la réalisation d'un prototype de *plate-forme pédagogique d'aide à la négociation*, mobilisant les apports des deux premiers objectifs. Cette application est fondée sur un cas concret tiré du territoire d'étude, et un test de simulation de négociation.

Dans un premier temps, le Chapitre I. propose une analyse de concepts théoriques généraux tels que le *développement durable* et la *gouvernance* au regard des problématiques territoriales soulevées par la Directive Cadre Européenne pour la *gestion équilibrée* de la ressource en eau. Une fois les grands objectifs circonscris, le Chapitre II. vise à la construction d'une problématique de recherche fondée sur la théorie de la négociation et sur

¹⁷ Loi Organique relative aux Lois de Finance du 28 juin 2001.
<http://www.senat.fr/leg/tas00-127.html>

les difficultés qu'elle rencontre dans un contexte territorial : notamment la prise en compte des *acteurs faibles*¹⁸ et des *acteurs absents*¹⁹. Cette prise en compte passe par l'exploration de notions comme la conservation et la biodiversité pour les *acteurs absents*, la sociologie et les *représentations sociales* pour les *acteurs faibles*, ainsi que de notions corollaires à la négociation, comme la médiation. Dans ce cadre, le médiateur pourrait être le porteur des enjeux associés aux *acteurs faibles* et *absents* lors d'une négociation par l'intermédiaire de *représentations territoriales*, et promouvoir ainsi *une négociation plus écologique et une conservation plus humaine pour la gestion équilibrée de la ressource en eau*.

¹⁸ Acteurs non invités à la table des négociations.

¹⁹ Vivant biologique et générations futures.

- Chapitre II. -

**Quelles représentations du territoire
pour une négociation plus écologique
et une conservation plus humaine des
ressources naturelles ?**

Application à la ressource en eau

—

Construction d'une problématique

Le concept de *développement durable* et la notion de *gouvernance* proposent un cadre théorique transférable au niveau de projets territoriaux : la *gestion équilibrée* pour trouver une harmonie homme-nature, la *gestion participative* pour trouver des solutions collectives. Quel que soit le fond théorique, ce sont toujours des hommes qui conduisent les projets territoriaux et ce sont toujours des hommes qui négocient la façon dont ces projets vont se mettre en place. Processus essentiellement compétitif, puis processus essentiellement coopératif, la négociation gère aujourd'hui la tension entre ces deux tendances pour tenter de trouver un accord entre des partis en opposition. Cette démarche, appelée *théorie des tensions*, a parfois fait ses preuves dans la résolution de conflits. Toutefois, elle reste assez limitée quand la négociation réunit plus de deux partis. A ce stade, une approche sociologique de la négociation semble indispensable pour mieux contextualiser des négociations multipartites tenant compte des valeurs des acteurs impliqués. La théorie de la négociation et les processus qui en découlent s'occupent surtout de résoudre les conflits d'intérêt et de régler les problèmes du point de vue de nos sociétés modernes, c'est-à-dire en tenant essentiellement compte des humains contemporains.

Dans un contexte territorial, force est de reconnaître que la négociation montre ses faiblesses quand elle doit appréhender des conflits subjectifs impliquant des *valeurs morales*. La situation se complique encore quand on aspire à négocier la gestion d'un bien commun, comme l'eau, selon les principes de la *gouvernance*. La négociation est alors tiraillée entre positions, intérêts, valeurs d'une multitude d'acteurs et doit gérer des confrontations souvent inégales entre *acteurs forts* et *acteurs faibles*. La négociation doit prendre en compte des *acteurs absents* (vivant biologique, milieu naturel, générations futures). Dans ce contexte, la notion de *médiation* peut faciliter la négociation, et le médiateur se faire *le représentant des acteurs faibles et donner la parole aux acteurs absents qui ne peuvent s'exprimer autour de la table de négociation*.

Comment prendre en compte les acteurs absents ? Pour répondre à cette question nous interrogerons d'une part la théorie de la conservation pour parer au risque d'une *dictature des acteurs absents*, et d'autre part la notion de biodiversité à travers les méthodes de diagnostic écologique fondées sur l'utilisation de bio-indicateurs pour caractériser le vivant biologique. *Comment prendre en compte les acteurs faibles ?* Pour répondre à cette question nous interrogerons d'une part la sociologie de l'environnement à travers les concepts de *représentations sociales*, de *patrimonialisation* et d'*acteur social*. Ici, il s'agit d'éviter une *dictature des acteurs faibles*. Pour terminer, nous interrogerons de manière plus fine le concept de territoire à travers la notion de *médiance* issue des théories du paysage, celle de patrimoine, puis de *représentations spatiales* permettant de proposer un cadre théorique *pour une négociation plus écologique et une conservation plus humaine pour la gestion des ressources naturelles d'un territoire*.

Dans ce chapitre, la construction de la problématique va nous conduire à réfléchir à ce que pourrait être une négociation à l'épreuve du territoire, et donc à l'épreuve de projets territoriaux. L'étude des théories de la négociation dans un contexte social et territorial fait clairement apparaître des carences et des manques qu'il va s'agir de circonscrire. L'étude de notions corollaires à la négociation, comme la médiation, apporte un éclairage concernant les moyens d'actions dans le cadre de projets territoriaux.

Une fois circonscrits les grands oubliés de la négociation que sont les *acteurs absents*, les *acteurs faibles* et les *valeurs morales*, il convient de les définir. Ce chapitre expose les moyens utilisés pour les prendre en compte à travers des notions comme la biodiversité et les *représentations sociales*.

Pour terminer, ce chapitre explore les notions de paysage, de patrimoine et de *représentations spatiales*. Ces notions permettent d'ancrer la négociation dans la complexité

du territoire et de proposer *une négociation plus écologique et une conservation plus humaine* par l'intermédiaire de *représentations territoriales* appropriées.

II.1. La négociation dans un contexte social et territorial

Gestion équilibrée, gestion participative d'un territoire, voici des concepts forts louables mais qui confinent souvent à l'utopie. Si les principes sur lesquels ils reposent sont assez simples à énoncer, leur mise en œuvre sur un terrain concret reste une gageure : concilier et impliquer une multitude d'acteurs co-responsables face à un projet dont l'émergence serait de leur fait et dont l'application serait respectueuse, non seulement des attentes de chacun mais aussi des milieux naturels et des générations futures !

Si la négociation semble être une piste sérieuse pour approcher l'utopie participative, il convient dans un premier temps de l'adapter à la complexité des contextes social et territorial. Dans un second temps, il est nécessaire de circonscrire les moyens, qu'il s'agisse des outils et des notions corollaires constituant une aide potentielle à la mise en œuvre d'une telle négociation.

II.1.1. Théories de la négociation : vers une approche sociale

Après un bref énoncé de définitions simples de la négociation et de la décision, cette partie passe en revue les principaux fondements théoriques de la négociation. Ils sont parfois trop simplistes ou incomplets face aux problématiques soulevées par la composante *multi-acteurs* des démarches participatives. La négociation doit désormais être considérée comme une activité sociale.

II.1.1.1. Définitions de départ : négociation et décision

Au regard des définitions de base²⁰ (Annexe II.1.), considérées dans un contexte territorial et *multi-acteurs*, le thème de la négociation ou d'*aide à la négociation* englobe en fait deux points principaux : *l'aide à la décision et l'aide à la communication*. En effet, dans le cadre de démarches participatives, la décision ne peut être prise par une seule personne. En conséquence, *l'aide à la négociation* doit faciliter la communication entre de nombreux acteurs tout en mettant à leur disposition les informations nécessaires pour aboutir à une décision pertinente reposant sur un accord.

Plusieurs approches peuvent être proposées (Annexe II.1.). Il est possible d'identifier celles qui sont centrées sur la théorie des jeux et les processus de négociation qui sont les plus simples à appréhender et à mettre en œuvre. D'autres plus compliquées tiennent compte des relations sociales des négociateurs par le biais des questions de pouvoir et de comportement. Après une brève présentation de l'approche stratégique et des processus fondamentaux de la négociation, ces derniers intégrant souvent pouvoir et psychologie, cette partie propose une vision plus globale de la négociation en la replaçant dans un contexte social (Zartman, 1991).

II.1.1.2. Fondements et approches classiques de la négociation

La culture occidentale privilégie, dans ses modes d'apprentissage comme dans ses modes de gestion, une certaine forme de compétition (Annexe II.2.). Dans le monde de l'éducation, ou encore dans celui du travail, ceux que l'on identifie comme les *gagnants* sont souvent les plus compétitifs. Il est donc, dans ces conditions, normal que ces *gagnants* abordent le processus de négociation avec la même approche. De nombreux négociateurs ont utilisé et

²⁰ Rey A. (1998) – Le Robert. Dictionnaire historique de la langue française. Tome 1, 2, 3. Ed : Dictionnaire Le Robert, Paris. Le Petit Larousse illustré 1999. © Larousse, 1998. Bibliorom Larousse. Microsoft.

utilisent encore l'approche compétitive, voire l'approche *confrontante*, dans leur manière de négocier : c'est la *négociation distributive*. Cependant, leur réussite est de courte durée et leur échec est le résultat de manipulation et de jeux de pouvoir. Rares sont ceux qui se sont interrogés sur les causes de ces réussites apparentes comme de ces échecs. Ces dernières années, praticiens et chercheurs se sont penchés sur la question. Ils ont étudié et mis en relief l'inefficacité de l'utilisation des approches compétitives ou *confrontantes*. S'appuyant sur des recherches en psychologie et en communication, ils ont proposé des modèles de négociation qui s'appuient sur la coopération : c'est la *négociation intégrative*. Qu'on les nomme *négociation raisonnée*, efficace, sans perdant ou *négociation gagnant/gagnant*²¹, dans tous les cas l'accent est mis sur le respect des personnes et la qualité de l'argumentation (Tessier, 1997).

Depuis Walton & McKersie (1965), les théoriciens de la négociation distinguent deux types de processus de négociation. D'une part la *négociation distributive*, fondée sur la compétition, qui vise à la maximisation des gains et conduit le plus souvent à des *jeux à sommes nulles*, et d'autre part la *négociation intégrative*, fondée sur la coopération, la confiance, qui vise à *résoudre des problèmes* et à trouver des *solutions mutuellement acceptables*. Cette distinction est seulement analytique car dans des situations réelles la négociation est un mélange de ces deux types, d'où l'émergence de la *négociation mixte*.

II.1.1.2.1. La négociation intégrative : une approche coopérative

Depuis quelques années, des praticiens, appuyés par des chercheurs, ont mis en avant de nouveaux modèles de négociation s'appuyant sur la coopération afin de palier aux effets néfastes de l'approche compétitive. Dupont (1986) a illustré les quatre positions (Figure 5.) que l'on peut adopter en négociation : *perdant-gagnant*, *perdant-perdant*, *gagnant-perdant*, trois positions que l'on retrouve dans l'approche compétitive et la position *gagnant-gagnant* qui s'applique à l'approche coopérative.

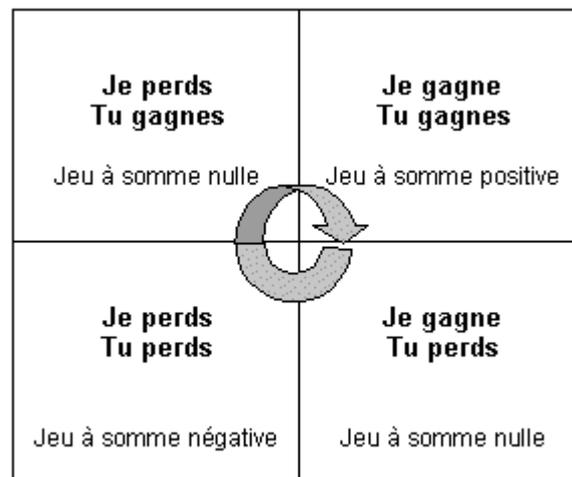


Figure 5. Les positions en négociation
(Dupont, 1986)

Les négociateurs gagnants sont ceux qui réussissent à conclure une entente, un contrat qui permet à chacun d'atteindre les objectifs fixés au départ. Si ces objectifs sont opposés ou

²¹ Négociation win/win.

contradictaires et qu'ils ne permettent pas un accord judicieux, Fisher & Ury (1983) recommandent aux négociateurs de prévoir une *solution de repli*.

Tessier (1997) a fait ressortir quelques caractéristiques des philosophies à dominante coopérative. Selon lui, cette approche est caractérisée par la confiance et le respect mutuel, la « notion de problème commun à résoudre », la recherche de « moyens pour augmenter les gains totaux des partis ». Contrairement à la philosophie compétitive, les communications sont axées sur la confiance, la divulgation de renseignements, la recherche de solutions de rechange, la justification des propositions, l'utilisation restreinte de stratégies et de tactiques (manœuvres). La communication entre partis est soutenue par le développement d'une argumentation rigoureuse sur le contenu mais respectueuse à l'égard des personnes impliquées dans la négociation.

La démarche coopérative s'appuie sur différents éléments clefs (Tessier, 1997). Les partis doivent être capables de décrire le contexte et les enjeux de la négociation et de définir un cadre commun qui soit assez large pour intégrer celui de l'autre. Ensuite, ils doivent utiliser des *habiletés de communication* (écoute active, questions ouvertes, re-formulation) afin d'avoir une meilleure écoute pour tenir compte des valeurs et des critères d'évaluation de l'autre. Enfin, ils doivent travailler uniquement sur les objectifs inscrits dans un cadre commun qui font avancer la négociation : d'où l'importance de bien déterminer la négociation, c'est-à-dire, bien formuler le but de départ, mettre en évidence les points d'accords mais aussi les désaccords qui pourront faire l'objet d'une future négociation. En conséquence, l'utilisation de la négociation à dominante coopérative doit aboutir « à la recherche de la meilleure solution s'appuyant sur un processus logique de prise de décision où la satisfaction des besoins des partis est un critère de succès. L'accord obtenu quant à lui doit être facilement exécutable pour le maintien et l'amélioration d'une relation continue entre les partis ».

Pour Stanford (1994), « un négociateur efficace est celui qui ne cherche pas à gagner, mais plutôt à s'en tirer le mieux possible, tout en satisfaisant les intérêts des deux partis dans un processus commun de résolution de problèmes ». Il fonde la négociation sur des critères objectifs tels que les lois, les normes ou les pratiques et cherche à établir des relations de travail positives avec l'autre parti, en favorisant l'écoute et la compréhension aux dépens de la réfutation. Le négociateur doit aussi savoir se retirer de la négociation s'il est impossible d'arriver à une entente.

Il existe différentes manières d'appréhender la négociation dans sa dimension coopérative. Les chercheurs dans ce domaine ont emprunté différentes voies (théorie des jeux, négociation raisonnée, négociation collective, négociation mixte) dont la finalité est toujours de faciliter le chemin vers l'accord. En plus des processus de facilitation, certains auteurs proposent en amont des méthodes d'apprentissage. Cette fois, c'est la pédagogie, la formation qui vient à l'aide des négociateurs.

- *La théorie des jeux : stratégie de négociation*

« Les jeux sont des modèles abstraits qui représentent des situations formalisées [...] dans lesquelles des joueurs sont amenés à prendre des décisions rationnelles pour maximiser leurs gains [...] en adoptant une stratégie qui dépend entre autres de ce qu'ils peuvent connaître des stratégies des autres joueurs » (Sandra, 1991). Selon Bourque & Thuderoz (2002), lors de la phase de préparation d'une négociation, il est important de planifier les objectifs et les moyens pour les atteindre. Ces moyens peuvent être envisagés comme des stratégies mises au point par le négociateur, c'est-à-dire des priorités que l'on se donne quand on est face à l'autre parti. Elles sont des choix sous contraintes qui dépendent des choix d'actions des autres négociateurs. Le paradigme de la théorie des jeux est souvent utilisé pour comprendre de telles stratégies (Annexe II.3.).

La théorie des jeux est utilisée dès qu'il y a une situation dans laquelle plusieurs personnes ont à prendre une décision et qu'il existe plusieurs centres d'intérêt et plusieurs centres de décision. Le *dilemme du prisonnier* est un bon exemple pour comprendre comment s'articulent les jeux coopératifs et les jeux non coopératifs dans le cadre de la théorie des jeux (Brossolet, 1999). Si cette théorie permet des analyses utiles sur les choix des négociateurs et fournit des exemples pédagogiques intéressants, elle présente un caractère normatif qui reste éloigné des préoccupations et des conditions réelles dans lesquelles des acteurs négocient ou prennent des décisions (Bourque & Thuderoz, 2002).

- *L'approche gagnant/gagnant en négociation : la négociation raisonnée*

Cette approche proposée entre autres par Fisher & Ury (1983) est emblématique des stratégies coopératives. Ces auteurs développent une approche alternative de la négociation distributive qu'ils appellent *négociation guidée par des principes*²². Cette approche de la négociation est aussi qualifiée de *négociation raisonnée* ou de *négociation à gains mutuels*. Une telle vision de la négociation repose sur les points suivants : séparer les gens et les problèmes, focaliser sur les intérêts et non sur les positions, inventer des options pour des gains mutuels, utiliser des critères objectifs et développer une BATNA²³ (Annexe II.4.).

II.1.1.2.2. Les limites de l'approche coopérative en négociation

De nombreux spécialistes de la négociation collective (Cutcher-Gershenfeld, 1994 ; Friedman, 1994 ; Heckscher & Hall, 1992 ; Hunter & McKersie, 1992) considèrent toutefois que les travaux Fisher & Ury (1983) ne constituent aucunement un modèle théorique adéquat pour comprendre la dynamique de la négociation. Le modèle proposé en 1965 par Walton & McKersie demeure le cadre théorique le plus complet et le plus utile pour analyser les stratégies et les pratiques de la négociation collective (Bourque, 1996 ; Bourque & Rioux, 1994).

Sur ces bases théoriques, Bourque (1996) propose une formation pratique qui fait appel à deux exercices de simulation de négociation raisonnée. Le premier exercice procède par *jeux de rôles* (l'équipe syndicale est formée de représentants patronaux et l'équipe patronale regroupe des représentants syndicaux) à partir d'un cas caractérisé par un potentiel élevé de solutions à bénéfices mutuels. Le deuxième exercice ramène les représentants patronaux et syndicaux à leurs rôles habituels à partir d'un cas à dominante distributive mais qui recèle un potentiel intégratif généralement mis en évidence dans une approche de résolution de problèmes. L'encadrement pédagogique²⁴ de ces deux exercices de négociation raisonnée procède en plusieurs étapes permettant de définir la problématique, d'expliquer les différents intérêts et de suggérer des pistes d'accord pour l'élaboration d'une entente de principe.

Les deux grandes philosophies opposées de la négociation sont la compétition et la coopération. L'approche de Fisher & Ury (1983) propose de privilégier l'approche coopérative en excluant l'approche compétitive. La *théorie des tensions*²⁵ (Lax & Sebenius, 1992 ; Mnokin & al., 2000) n'exclut plus l'approche compétitive et considère que la coopération et la compétition sont parties intégrantes de la négociation. A travers leur approche, ces auteurs proposent des solutions pour gérer de manière fructueuse la tension inhérente entre actions compétitives et actions coopératives, pour créer des issues à bénéfices mutuels (Annexe II.5.)

²² Principled negotiation.

²³ Best Alternative to a Negotiated Agreement. BATNA est traduit en français par MESORE : MEilleure Solution de REchange.

²⁴ Voir aussi Chapitre VI.

²⁵ Négociation mixte.

Les processus de négociation cités précédemment (distributif, intégratif ou mixte) ont comme points communs de ne pas focaliser sur l'issue (accord ou absence d'accord) et de ne pas dissocier le résultat de la négociation et son parcours, ce qui présente un grand intérêt pour pallier les effets néfastes de la négociation purement compétitive. Bourque & Thuderoz (2002) synthétisent les approches précédentes en insistant sur trois aspects. Selon eux, la négociation doit être considérée :

– *comme succession de séquences* : il y a un début (moment du choix par les partis de régler leur litige par la négociation), un cheminement (avec des rétroactions) et une clôture (accord ou arrêt de la coopération, engagement d'une nouvelle négociation). La notion de processus peut-être envisagée sous l'aspect d'un *cycle de négociation* que l'on peut décomposer en *phases liminaires* (qui insistent sur les divergences) et en *phases ultimes* (où les négociateurs tentent de converger) ;

– *comme mouvement* : de répartition ou d'échange des ressources en jeu, avec la formulation de propositions, puis de contre-propositions. Cette phase peut conduire à un blocage, une impasse mais repartir sous l'effet d'une médiation ou d'un geste de l'un des négociateurs ;

– *comme ensemble des manœuvres et de tactiques mobilisées par les négociateurs* : processus de structuration des attitudes pour contrôler le cours des actions engagées par l'adversaire.

Dans un contexte territorial sous-tendu par une démarche participative, il apparaît que les processus fondamentaux de la négociation n'ont qu'une utilité limitée. S'ils permettent de circonscrire la négociation et résoudre certains cas de figure, ils ne sont pas entièrement adaptés au contexte territorial. En effet, la théorie de jeux ne traite que de cas simples opposant seulement deux partis dissociés de tout contexte social. La négociation raisonnée, quant à elle, élude les points conflictuels, les relations de pouvoir et part du principe que les négociateurs ont établi au préalable une relation de confiance. La négociation collective permet de pallier ces points faibles : en reconnaissant les points conflictuels, en tenant compte pour une part du contexte social sans focaliser sur une relation de confiance préalable et en intégrant les problèmes liés aux négociations intra-organisationnelles. Toutefois, elle ne met en jeu qu'un nombre limité d'acteurs dans un domaine réduit, par exemple le monde du travail. Pour terminer, la négociation mixte met en avant la création de *valeurs nouvelles* en mettant à profit les différentes tensions existant entre les négociateurs, mais reste cantonnée à des cas simples opposant peu de partis.

La *négociation territoriale* est bien plus complexe. En effet, elle met en jeu de nombreux acteurs ayant chacun des enjeux, des objectifs, des intérêts, des comportements, des perceptions, des pouvoirs souvent très divergents. Ces acteurs, vivant sur un même territoire, sont souvent liés par une histoire en mouvement passée, présente et future. Au fil du temps, cette histoire a tissé des relations sociales complexes modelant ou disloquant des alliances, engendrant des animosités et créant des attaches. Pour mettre en œuvre une négociation sur un territoire, il convient donc de tenir compte et de comprendre ces relations sociales dans leur temporalité. Aussi, il est parfois difficile d'augmenter la taille du gâteau à partager quand la négociation porte sur une ressource naturelle.

II.1.1.3. La négociation : une activité sociale

Rares sont les auteurs qui envisagent la négociation en la globalisant dans un contexte social. Bourque & Thuderoz (2002) sont à notre connaissance les seuls à considérer la négociation comme une activité sociale et à vouloir la faire reconnaître en tant que telle. Cette

partie, essentiellement basée sur leurs travaux, expose les points importants de leurs recherches tout en mettant en avant la négociation collective. En effet, sur un territoire c'est la négociation inter-organisationnelle (entre groupes organisés) qui est la plus courante.

II.1.1.3.1. Définition sociale de la négociation

La négociation est « un mécanisme de résolution des conflits, de prise de décision et de définition de règles » qui intervient dans différents domaines. Qu'il s'agisse des *rappports interpersonnels* (relation de couple, relation parents-enfants, relation entre collègues de travail), des *rappports d'échanges marchands* (relations acheteurs-vendeurs), des *rappports sociaux* (négociations collectives), ou de *rappports internationaux* (négociations diplomatiques), Bourque & Thuderoz (2002) voient la négociation comme une « fonction de régulation sociale » visant à « produire des règles et à produire des accords à propos de ces règles ». Ils envisagent la négociation comme une activité qui « réunit des partis en conflit, mais cherchant par eux-mêmes et volontairement la résolution (ou la réduction de leurs désaccords) ». Leurs intérêts sont divergents, mais ils doivent prendre des décisions communes en raison de leur inter-dépendance. Cette inter-dépendance entre partis est un des points clefs expliquant le recours à la négociation. En effet, on négocie quand « le coût d'un rapport de force est supérieur à celui de négocier, quand nous avons besoin des autres pour satisfaire nos propres besoins et quand nous avons la possibilité de gains mutuels ». En outre, « négocier est une norme sociale jugée légitime aujourd'hui ». La négociation vue sous l'angle social est caractérisée par l'agencement de processus polymorphes :

- *processus social* qui chemine d'étape en étape de la compétition à la coordination pour un changement de positions dans un mouvement visant la résolution d'un conflit ;
- *processus symétrique et indéterminé* : solidarisant des partis dans une relation faite de retours en arrière et de bifurcations visant à résoudre ou réduire l'intensité d'un conflit ;
- *processus de prise de décision* : réunissant des partis inter-dépendants mais dont les intérêts sont différents ou divergents ;
- *processus qui relève d'un art* : s'accommodant de la tension permanente entre revendication et création de valeurs ;
- *processus de communication* : accordant de l'importance aux perceptions et à leurs distorsions (*Comment sont perçues les attentes de l'autre parti ? Comment sont comprises les propositions ?*).

II.1.1.3.2. Pour une négociation incluse dans le social

Pour inclure sur la négociation dans son environnement social, il convient de tenir compte d'un certain nombre de paramètres. Ceux-ci sont explicités au fil des points suivants. L'Annexe II.6. propose un développement plus approfondi de chacun d'entre eux.

- *Configurations structurelles de la négociation*

Il existe trois configurations structurelles de la négociation : la *négociation interpersonnelle*, la *négociation intra-organisationnelle* et la *négociation inter-organisationnelle*. Cette dernière est la plus complexe car elle incorpore les deux autres configurations (Bourque & Thuderoz, 2002). Elle soulève un nombre important de questions concernant notamment les partis en présence, l'accord et l'intervention d'un tiers médiateur (Raiffa, 1982). Bertrand & Martel (2001) considèrent que la négociation est un processus qui combine des positions conflictuelles dans une position commune, la règle de décision étant l'unanimité, autrement dit le consensus. La méthode de résolution des conflits dite *Kilman-Thomas* (Johnson, 2003) caractérise chaque groupe d'acteur, dans une négociation inter-organisationnelle par exemple, selon leur pouvoir respectif dans la négociation et selon leur volonté de coopération.

- *Conflits, enjeux, relations de pouvoir : les acteurs de la négociation sur le fil du rasoir*

Le conflit peut-être considéré comme une forme de négociation, « comme la poursuite de la négociation par d'autres moyens ». Les deux issues classiques sont la victoire et la réconciliation. Sortir du conflit implique souvent un compromis. Pour Dupont (1986), « la négociation est une activité qui met en interaction plusieurs acteurs qui, confrontés à la fois à des divergences et à des interdépendances, choisissent de rechercher volontairement une solution mutuellement acceptable ». Ces acteurs sont tiraillés par deux catégories d'intérêts : des *intérêts intrinsèques* et des *intérêts instrumentaux*. Les enjeux de la négociation, quant à eux, sont définis comme « tout ce qui va avoir du poids sur l'ensemble des intérêts, préoccupations, besoins, attentes, contraintes et risques ressentis par les négociateurs ». On distingue des *enjeux instrumentaux* et des *enjeux fondamentaux* (Bourque & Thuderoz, 2002).

- *Un cadre pour la négociation : les règles du jeu*

Bourque & Thuderoz (2002) envisagent les règles du jeu comme ce qui encadre la négociation. Ce sont des contraintes qui obligent les partis à ajuster leurs actions ou à modifier leurs préférences face aux enjeux de la négociation. Ces auteurs distinguent cinq types de règles du jeu encadrant le processus de négociation collective : les règles d'ouverture ou de clôture, les règles d'engagement, les règles de coercition, de dissimulation et de persuasion, les règles de concession.

- *Un monde social pour la négociation : le(s) contexte(s)*

Selon Bourque & Thuderoz (2002) « les contextes regroupent autant l'environnement social, économique, technologique et politique, que les circonstances particulières de lieu, de moment et de personnes impliquées dans une négociation (antécédent historique comme les relations antérieures entre négociateurs) ». Définir le contexte de la négociation est important car il permet de spécifier l'originalité de chaque cas dans la diversité du monde social. En d'autres termes, l'analyse du contexte porte sur les différents facteurs du monde extérieur influençant le déroulement de la négociation, et réciproquement. Cette approche permet d'échapper à une analyse purement tacticienne comme c'est le cas en théorie des jeux. On distingue deux types de contexte qui exercent l'un sur l'autre des influences réciproques : le *contexte structurel* et le *contexte de négociation*. Ce dernier possède les propriétés suivantes : relations de pouvoir, nombre de partis impliqués (Thompson & al., 1996), normes et valeurs des négociateurs (Wagner, 1996 ; Aiken & al., 1994), expérience, stabilité et représentativité des négociateurs (Weingart & al., 1996), fréquence des rencontres, nombre et nature des enjeux de la négociation, caractère public ou privé de la négociation et solutions de rechange à la négociation.

- *Approches sociologiques de la négociation*

L'approche sociologique de la négociation de Bourque & Thuderoz (2002) est motivée par une question double : *Comment et pourquoi les individus négocient ?* La sociologie de la négociation étant encore balbutiante en France, ils ont fondé leurs travaux d'une part sur l'abondante littérature américaine, dénuée d'ambition sociologique mais proposant des travaux normatifs qui simplifient des pratiques sociales complexes et d'autre part sur un rapprochement entre cette littérature et la tradition sociologique française qui possède selon eux une forte capacité analytique, notamment la théorie de l'*acteur social* développée par Crozier & Friedberg (1977).

- *Sociologie et négociation inter-organisationnelle*

Il existe trois grandes difficultés propres à la négociation collective. Premièrement, il est nécessaire d'identifier et de lister les points à négocier, les points de litige. Ceux-ci doivent faire l'objet d'une négociation pour être énoncés clairement et adoptés par tous. Il existe une *formule générale de la négociation*²⁶ en quatre points allant dans ce sens : diagnostic de la situation et décision d'engager une négociation, négociation d'une formule, négociation des détails et des points d'application de la formule et accord (Oliver & al., 1994). Deuxièmement, « il existe peu de cas où de concession en concession une multitude d'acteurs arrivent à un accord ». Le négociateur dispose de trois stratégies : stratégie de contrainte, stratégie de coopération et stratégie de fuite qui marque la fin de la relation. Troisièmement, il faut être conscient que les valeurs et les préférences des négociateurs peuvent évoluer dans le temps (Kuty, 1988). « La négociation est valorielle : il faut désormais autant insister sur les notions d'identité que de stratégie ». Pour appréhender cette dimension valorielle de la négociation, Bourque & Thuderoz (2002) introduisent la notion de *biais cognitif* dans la décision. Face à cette constatation, leur but est de sensibiliser les négociateurs aux *défauts de perception* (dans un contexte social où l'émergence de nouveaux groupes d'intérêts et de nouvelles formes de conflit est monnaie courante) pour trouver une méthode qui régule les conflits sans les éluder. Neale & Bazerman (1991) ont identifié cinq biais cognitifs majeurs pouvant entraîner l'échec de la négociation : la formulation équivoque des problèmes, l'excès de confiance du négociateur, le défaut de compréhension d'autrui, la surenchère, la réduction des problèmes à leur seul aspect distributif.

Comme nous l'avons déjà évoqué, les processus fondamentaux de la négociation ne sont pas suffisants pour aborder cette activité dans un contexte territorial. Ils constituent toutefois un socle solide, une base de réflexion sur laquelle il est possible de construire une négociation plus sociale. Loin de simplifier les choses, cette approche permet d'envisager de manière plus réaliste la complexité d'une *négociation territoriale*.

Si l'on revient sur les définitions de départ, on constate que la négociation est bien un processus visant à la réduction de conflit dans le but de produire un accord. Par une démarche fondée sur le dialogue, elle a pour but la prise de décision. Elle vise à la production de règles de vie. Dans un contexte territorial *multi-acteurs*, la négociation peut répondre aux besoins imposés par les principes de *gouvernance* dans le cadre de démarches participatives. En effet, elle constitue une voie pour produire des règles permettant de vivre ensemble et pour prendre des décisions. Si l'on focalise notre attention sur les nombreux groupes constituant le complexe *multi-acteurs* d'un territoire, il convient de s'intéresser à l'aspect inter-organisationnel de la négociation. Les acteurs sont contraints par des relations d'interdépendances, tantôt conflictuelles, tantôt amicales, et par les enjeux qu'ils portent. Ces contraintes se sont construites au fil du temps et sont spécifiques à chaque territoire. Une approche sociologique de la négociation consiste donc à prendre en compte non seulement ces contraintes, mais en plus les éléments qui constituent le contexte de la négociation. Ce contexte peut être variable en fonction du nombre et de la nature des partis impliqués, des enjeux, du caractère public ou privé de la négociation, de la fréquence de rencontre des négociateurs, de leur expérience et de l'opportunité de solutions de rechange.

La variabilité du contexte, la multiplication des acteurs et des enjeux rendent la *négociation territoriale* difficile à mener. La question du pouvoir prend dès lors une importance majeure. La multiplicité des relations conduit à un enchevêtrement d'influences. Si l'on peut distinguer, de manière simplifiée, d'un côté des *acteurs forts* disposant d'un

²⁶ Voir Chapitre VI.

pouvoir important et de l'autre des *acteurs faibles* qui auront plus de difficultés à défendre leurs intérêts, il existe aussi des situations intermédiaires qui, associées aux jeux d'alliance et à l'interdépendance des acteurs, compliquent encore la situation. Un autre point important est la question des valeurs des acteurs. Qu'on les appelle *valeurs morales*, perceptions, représentations ou *biais cognitifs*, leur prise en compte dans la négociation est centrale pour que les négociateurs se comprennent. Il apparaît donc essentiel de procéder à une analyse sociologique du *jeu d'acteurs* en amont de la négociation.

L'ensemble des variables du contexte va fortement influencer les règles du jeu et le déroulement du processus de négociation. Certaines situations peuvent, par exemple, conduire à la rupture des relations, à des blocages. Certains négociateurs n'auront pas l'expérience suffisante pour défendre convenablement leurs intérêts. Dans ces circonstances, il est nécessaire de réfléchir à des méthodes d'*aide à la négociation* qui, rappelons-le, passe par une aide à la communication et à l'information pour la décision. En ce sens, l'apprentissage et la pédagogie peuvent constituer une assistance bénéfique pour familiariser les acteurs à la *négociation territoriale* tout en leur permettant de construire une argumentation pertinente pour défendre leurs intérêts. L'intervention d'un tiers-neutre, quant à elle, peut faciliter le déroulement du processus, éviter les malentendus et débloquer des situations nouées.

II.1.2. La négociation dans un contexte territorial

C'est quand elle est aux prises avec la notion de *développement durable* et les *principes de gouvernance* que la négociation prend tout son sens dans un contexte territorial pour ébaucher les conditions de mise en œuvre des démarches participatives. Toutefois, à l'heure actuelle, il ne semble pas que la négociation puisse à elle seule venir à bout d'une telle entreprise : *Que se passe-t-il si des acteurs refusent de négocier ? S'ils ne peuvent négocier ?* Il convient donc de préciser quelles peuvent être les modalités d'*aide à la négociation*, que ce soient des notions théoriques, des outils ou des notions corollaires à la négociation.

II.1.2.1. La négociation : chantre de l'utopie participative

Comment la négociation s'inscrit-elle dans un contexte territorial ? Pour répondre à cette question, Roche (2002) mobilise le concept de *développement durable* et la notion de *gouvernance*. Selon lui, il existe un fossé entre la perception du *développement durable* au niveau local (ou niveau territorial) et au niveau mondial. En effet, au niveau mondial le *développement durable* est exprimé en terme de lois, de normes effaçant les spécificités individuelles et le particularisme des minorités. Le niveau local, quant à lui, semble peu propice au changement des manières de penser et d'agir : à ce niveau « il existe un risque de déviation de l'intérêt collectif vers des intérêts individuels ». En terme de typologie des niveaux décisionnels des organisations, le global est considéré comme *niveau stratégique*, et le local comme *niveau opérationnel*. Le *niveau tactique* est la charnière entre les deux. Il est aussi le lieu de rencontre entre *savoir théorique* généré par les institutions et *savoir empirique* développé par les patriciens. Pour Roche (2002), réconcilier le local et le global en terme de durabilité est dénué de sens. L'enjeu, au contraire, serait plutôt d'exploiter les contradictions existant entre ces deux niveaux tant en terme d'obstacles que d'opportunités pour un « *développement durable territorialisé* » afin de favoriser, comme le souligne Breton (1997), « la mise en valeur harmonieuse des ressources humaines, naturelles et matérielles d'un milieu, dans le respect de l'éthique, de l'esthétique, de l'environnement et des réalités ou éléments qui font l'originalité et la richesse ».

La *gouvernance locale* semble être la notion adéquate pour un « *développement durable territorialisé* ». Roche (2002), en adaptant la définition de Cavallier (1998), la considère comme « la capacité et la co-responsabilité de projets de territoires, la possibilité d'établir un

cadre collectif d'action solidaire contextualisée, de réflexion stratégique locale reliant les principaux acteurs autour du niveau de décision politique dans une perspective de *développement durable* ». Cette définition intègre différentes caractéristiques. Elle est orientée *développement durable* ancré dans le territoire et non dans une logique administrative. Elle laisse une large place à l'esprit d'initiative, à l'engagement et donc à la co-responsabilité dans la conduite de projets. Elle combine réflexions stratégiques et réflexions opérationnelles pour proposer un cadre d'action collectif favorisant les possibilités de partenariats tout en évitant l'interventionnisme étatique et la logique de marché. Elle donne aussi une place essentielle aux politiques et aux scientifiques.

Au final Roche (2002) en adaptant la définition de Dupont (1986), considère « *la négociation durable territorialisée* comme une activité qui met face à face plusieurs acteurs issus des milieux publics, privés et communautaires, ces acteurs étant confrontés à la fois à des divergences et à des interdépendances émergeant de leurs rapports avec le territoire. Ces acteurs recherchent, sur une base volontaire, co-évolutive et co-responsable, une solution mutuellement acceptable qui leur permette de fonder et de construire une relation complexe, relativement informelle. Cette relation est orientée vers un effort, à la fois stratégique et opérationnel, de mise en valeur et d'harmonisation relatives aux devenirs proche et lointain du territoire concerné ».

Cet examen fait le lien entre *développement durable* envisagé à l'échelle de territoires, *gouvernance locale* et négociation. Il met en avant deux points cruciaux de la *gouvernance locale* : la notion de co-responsabilité envisagée comme condition de succès dans la conduite de projets territoriaux et le statut particulier du processus décisionnel proposé par la *gouvernance* plus assimilable à un style de conduite. Dans ce cadre, la négociation semble être le processus décisionnel le plus adapté car il s'appuie sur l'engagement, la co-responsabilité des acteurs qui s'engagent ensemble pour une décision finale. Ces propos font écho à ceux de Bourque & Thuderoz (2002) qui envisagent la négociation comme « une modalité du vivre ensemble, un art moral ». Qui plus est, la *négociation territoriale* doit non seulement tenir compte des relations sociales mais aussi des ressources naturelles et du vivant biologique.

Ainsi, la négociation disposerait de tous les ingrédients pour déployer des projets de territoire dans une optique de durabilité, tout en mettant en lumière la sphère sociale à travers la *gouvernance*. Toutefois, les fondements sur lesquels elle s'appuie sont à l'heure actuelle bien fragiles. La réalisation de l'utopie participative nécessite d'une part une plus forte implication des *acteurs locaux* qui devraient d'eux-mêmes faire émerger des projets territoriaux, et d'autre part une volonté des décideurs à renoncer à leur pouvoir. L'heure n'est pas encore à la génération spontanée de démarches participatives, la négociation n'ayant pas encore un statut très clair dans la hiérarchie des procédures et les acteurs ne disposant pas forcément des ressources nécessaires pour négocier. Il convient donc de proposer des moyens permettant de faciliter la participation en incitant les acteurs à s'impliquer et en les aidant lors du processus menant vers la décision.

II.1.2.2. L'aide à la négociation territoriale : une étape essentielle

Roche (2002) propose une définition de l'*aide à la négociation durable territorialisée* inspirée de Roy (1985) : c'est « l'activité de ceux qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités, mais plus ou moins formalisés, aident à formuler, discuter et éventuellement entériner des éléments de réponse aux questions que se posent des acteurs librement impliqués dans un processus de négociation. Ces éléments concourent à favoriser l'émergence de comportements de nature à stimuler la recherche co-évolutive et co-responsable d'une cohésion entre l'évolution du processus décisionnel et l'état des objectifs *territorialisés* des acteurs. Ces objectifs sont à la fois interdépendants et divergents, qualifient

les stratégies individuelles et collectives des acteurs animés par les principes du *développement durable* ». En d'autres termes, l'*aide à la négociation* s'appuie sur des modèles plus ou moins formalisés, destinés à favoriser l'émergence de solutions co-évolutives, co-responsables et consensuelles en permettant la restitution des préférences et des représentations des territoires. Nous ne nous attarderons pas sur les principes opératoires, les outils et l'architecture du modèle d'*aide à la négociation* mis au point à partir de cette définition (Annexe II.7.). En effet, de l'aveu même de son auteur (Roche, 2002) cet *outil d'aide* risque de devenir trop compliqué et assez peu transparent. Il préconise par contre de suivre la voie suivante : « aider les acteurs à se familiariser (s'aider eux-mêmes) à la conduite de projets selon les principes de la *gouvernance* à l'aide d'un processus pédagogique approprié ». Ce processus pédagogique pourrait par exemple proposer une négociation dans un contexte territorial *multi-acteurs* sous forme de *jeux de rôles* incluant des cours théoriques sur différents thèmes (*négociation, gouvernance, développement durable, utilisation des outils d'aide à la négociation*), une mise en situation (*jeu de rôles* au sens strict), la manipulation d'outils d'*aide à la négociation* (SIG, AMC...) et des séances de débriefing entre l'animateur du jeu (*maître du jeu*) et les apprenants (*joueurs*). Pour ce faire, il semble intéressant de se référer aux différentes phases²⁷ (Roche 2002) présidant à l'utilisation de ce modèle *boîte noire*. Ces phases ont été élaborées sur la base des travaux de Dupont (1986) et de Roche (2001). Leur description exhaustive serait longue et fastidieuse, en conséquence nous ne retiendrons ici que les points qui nous semblent importants :

Phase de ritualisation – c'est une phase de prise de contact qui permet de structurer le climat et les enjeux de la négociation. Elle est prétexte au déclenchement des échanges entre des acteurs qui ne se connaissent pas ou se connaissent mal. Elle met en avant les dimensions territoriales objectives (présentation du territoire) sur la base d'expériences ciblées (problématiques similaires).

Phase d'information/exploration – c'est une phase qui permet aux acteurs de prendre conscience des enjeux de la problématique à négocier. En d'autres termes, « elle concerne l'explication des objets de la négociation, la prise de connaissance de la position globale des partis, un début d'émergence des enjeux respectifs et les premières manifestations des jeux d'influence ». Le souci est ici de réduire l'incertitude de l'étape à laquelle on fournit de l'information par une série de tutoriels (SIG, AMC, *jeu de rôles*, cours théoriques).

Phase de négociation au sens strict – elle est organisée en deux sous-phases. La première présente les positions affichées par les partis. Cette présentation devra être justifiée et argumentée, et proposer les prémices de concessions. La deuxième est un jeu croisé de propositions et de contre-propositions visant à développer des initiatives, des concessions, des solutions originales pour un accord envisageable. Il faut que les acteurs progressent individuellement mais aussi que le groupe d'acteurs progresse collectivement. Ici, l'appui du SIG en parallèle permet la visualisation territoriale des conséquences des préférences.

Phase de formation de l'accord – il s'agit ici de clarifier les résultats obtenus, de les mettre en forme et de se préparer à des contacts ultérieurs pour « consolider et communiquer les résultats définitifs de la négociation ».

Ce modèle d'*aide à la négociation* est très formel et très théorique. S'il semble constituer une base solide dans un contexte d'apprentissage, de familiarisation et de pédagogie à la *négociation territoriale*, il paraît inapplicable sur le terrain et éloigné des préoccupations des *acteurs locaux*. Il permet toutefois de discerner trois grands moments du processus de négociation lors desquels il est possible de mobiliser des outils d'aide : l'ouverture de la négociation (début) – aide au diagnostic, aux relations entre acteurs, le cours de la négociation

²⁷ Voir Chapitre VI.

(pendant) – aide à la discussion, évaluation de scénarios, la fermeture de la négociation (après) – aide à la visualisation des résultats, à la communication.

II.1.2.3. Exemples d'outils d'aide à la négociation territoriale

Il existe de nombreux outils d'aide à la négociation territoriale. On entend aussi souvent parler d'outils d'aide à la décision. Ces derniers proposent souvent des approches très techniques sur un point particulier, leur utilisation pouvant se limiter à des problématiques très spécifiques. Toutefois de telles applications, si elles sont incluses dans un processus de décision *multi-acteurs*, deviennent naturellement des outils d'aide à la négociation. Cette partie propose une présentation rapide de certains de ces outils.

On distingue tout d'abord des outils pédagogiques, permettant aux acteurs de se familiariser avec le contexte de *négociation territoriale* (De Carlo, 2003b ; Barreteau & al., 2001). Ce type d'application est le plus souvent fondé sur le *jeu de rôles*, les acteurs devenant des apprenants (Chapitre III.).

Outre ces outils d'apprentissage, il existe toute une panoplie d'outils et méthodes d'aide à la négociation. Ceux qui sont présentés ci-après ont été commentés par des spécialistes du domaine dans le cadre du programme ADNT²⁸ (Graillot & Paran, 2003) :

– les *Systèmes d'Informations Géographiques*²⁹ (SIG) sont capables de traiter des bases de données et de générer, à partir de celles-ci, des représentations cartographiques (spatiales et visuelles) des territoires. Cet outil est aujourd'hui répandu, notamment dans les collectivités territoriales. Si son utilisation est simple, elle nécessite un minimum de formation pour les utilisateurs et est contrainte par une mise en place assez lourde. Ces systèmes sont gourmands en données, ce qui peut parfois entraîner des coûts assez élevés. Toutefois, les représentations du territoire qu'ils génèrent sont réalistes et crédibles. Ils sont le plus souvent utilisés dans des problématiques de gestion (espaces naturels, paysages, déchets ménagers, prévention des inondations, périmètres de protection AEP). Lors du processus de négociation, les SIG sont traditionnellement utilisés vers la fin pour visualiser et communiquer les résultats. Ils peuvent aussi être mobilisés en début de processus pour permettre aux acteurs de s'identifier sur leur terrain d'action (enjeux), ou en cours, plus rarement sur des points de détail.

– les *modèles conceptuels*³⁰ permettent de reconstituer en trois dimensions un espace sur lequel doit avoir lieu un aménagement. Cet outil autorise la reconstitution en temps réel d'un milieu sujet à des perturbations de type climatique et à des conflits d'usage. La méthode repose sur la pré-construction d'entités spatiales minimales présentes dans le paysage (liées ou non à l'aménagement) et d'une bibliothèque d'informations continues et transitoires (potentiel de précipitations, variation de température). Leur mise en relation dans l'environnement de réalité virtuelle autorise une convergence vers un aménagement négocié. Ce type d'outil est à l'état expérimental mais semble approprié pour des simulations interactives à caractère pédagogique et explicatif en synergie avec les SIG et des modèles de circulation climatique. En première analyse, les modèles conceptuels semblent susciter la méfiance des utilisateurs potentiels qui craignent de perdre leur pouvoir dans l'aspect décisionnel de l'aménagement. Ils semblent convenir à tout moment dans la négociation et ont été testés pour visualiser et mesurer les effets possibles du climat sur les domaines skiables.

– les *modèles physiques*³¹ sont destinés à représenter le comportement de phénomènes naturels comme les écoulements de rivière, en nappe ou en réseau, les phénomènes de pollution de l'air ou de l'eau. Il s'agit de modèles mathématiques déterministes qui

²⁸ Aide à la Décision et à la Négociation Territoriales selon les principes de la gouvernance.

²⁹ Dumolard P., Déchomets R. & Graillot D.

³⁰ Loubier J.C.

³¹ Mimoun D. & Graillot D.

fonctionnent à partir d'équations différentielles aux dérivées partielles. Les méthodes de résolution font appel à des schémas de discrétisation numérique aux différences finies ou aux éléments finis (Chapitre III. et Chapitre IV.). Cet outil assez répandu permet d'évaluer les impacts d'aménagements sur le milieu naturel dans le domaine de l'eau (creusement de gravières, propagation de pollution, installation de captages) ou de l'air (qualité de l'air, modélisation régionale). Si ces modèles sont très performants et réalistes lorsqu'ils sont associés aux SIG, ils demandent une quantité importante de données, nécessaires pour le calibrage, et restent du domaine du spécialiste tant pour la mise en œuvre que pour l'interprétation des résultats. Lors du processus de négociation, leur utilisation est appropriée en cours et après.

– les *analyses multi-critères*³² (AMC) proposent une approche synthétique lorsque l'on a besoin d'un indice unique lors d'une évaluation (sensibilité d'un milieu naturel, priorité des actions). Cet outil encore expérimental connaît toutefois du succès notable et est utilisé dans le cadre de problématiques environnementales : localisation de sites d'enfouissement de déchets nucléaires, gestion de l'eau, planification agricole, réhabilitation de gravières (voir Chapitre VI.). La technique consiste à réaliser une évaluation à l'aide d'une notation sur des critères préétablis. Ainsi la comparaison multi-critères, critère par critère, associée à un système de pondération défini par le ou les décideurs, aboutit à la production d'indices qui, une fois agrégés, fournissent par exemple le classement d'actions par ordre de priorité à réaliser dans un projet. Si les AMC, grâce à la rapidité des calculs, permettent un approfondissement des analyses par rapport aux méthodes manuelles, elles nécessitent l'accompagnement d'un spécialiste. Il semble pertinent de les utiliser en début et en cours de négociation, notamment associées à un SIG.

– les *systèmes multi-agents*³³ (SMA) sont des logiciels composés d'un nombre plus ou moins grand d'applications autonomes : les agents. Ceux-ci sont plongés dans un environnement qu'ils peuvent percevoir en totalité ou en partie et sur lequel ils peuvent agir. Ils peuvent communiquer entre eux tout en étant soumis à des règles organisationnelles. Les SMA sont une réponse lors d'un projet qui nécessite des développements informatiques importants, dans lesquels apparaissent une distribution et une interdépendance des entités à modéliser et surtout pour lesquels les solutions informatiques *traditionnelles* n'apportent pas de solution. Cet outil est à l'état expérimental et sa mise en œuvre nécessite une équipe de spécialistes. A l'heure actuelle, les SMA sont particulièrement adaptés aux situations dans lesquelles il est facile de modéliser des comportements locaux (des entités) et où il est important de percevoir le comportement global du système. Ils semblent trouver leur place tout au long du processus de négociation : au début pour simuler le contexte du projet, en cours pour une aide à la discussion et après pour visualiser des scénarios.

– la *prospective stratégique*³⁴ (Godet, 1990 & 2000) par le biais de l'analyse structurelle a pour but de permettre une compréhension de la structure des relations qualitatives, qualifiables ou non, qui caractérisent un système étudié. En l'occurrence, le fonctionnement d'un territoire résulte dans la plupart des cas de relations complexes que les acteurs nouent entre eux. La complexité provient notamment du fait que les acteurs, poursuivant des objectifs qui leur sont propres, ne partagent pas forcément la même représentation du territoire. L'analyse structurelle offre alors la possibilité de décrire le système territorial à l'aide d'une matrice permettant de croiser les regards des différents acteurs en mettant en relation les éléments constitutifs de leurs systèmes d'actions et de représentations (finalités, compétences, ressources, opportunités). L'analyse structurelle consiste donc à mettre en relation ces variables descriptives essentielles du territoire dans un tableau à double entrée en identifiant

³² Moline N.

³³ Morge M. & Beaune P.

³⁴ Thomas J.N. & Funel J.M.

l'influence de chacune des variables sur toutes les autres. La somme en ligne des influences fournit un indice de motricité de la variable (capacité à influencer le système). La somme en colonne fournit un indice de dépendance de la variable (capacité à être influencé par le système). Cette hiérarchisation des variables facilite une réflexion sur les clés d'entrée, les fonctionnements et les relais d'action du territoire. La recherche, l'identification des variables et des acteurs sur lesquels il faut agir pour parvenir à un objectif fixé peut être facilitée par l'usage des méthodes MICMAC (Matrice d'impacts croisés et multiplication appliquée à un classement) et MACTOR (Matrices acteur/objectifs). Ces outils, simples d'utilisation, semblent adaptés aux demandes de diagnostic des collectivités locales dans le cadre de politique de développement contractuelle. Ils nécessitent toutefois un spécialiste capable d'interpréter les résultats et ne semblent pas être adaptés aux situations dans lesquelles un projet territorial n'est pas clairement identifié ou quand un objectif commun est difficile à définir.

– les *méthodes d'enquête*³⁵ se présentent sous deux formes. Premièrement, l'entretien qui est un instrument privilégié pour la compréhension des comportements et des constructions individuels. L'enquête personnalisée correspond à un questionnaire approfondi de type ouvert, destiné à un échantillon réduit. Les questions ouvertes sont celles auxquelles les personnes interrogées sont libres de répondre comme elles le veulent. Cet outil permet de dégager les tendances et les points de vue individuels des acteurs afin d'avoir une vision plus dynamique d'une situation. Les entretiens sont simples à réaliser mais cette technique demande une certaine habitude, notamment pour l'interprétation des résultats, et est gourmande en temps. Deuxièmement, le questionnaire fermé qui est une excellente méthode pour l'explication de la conduite et la recherche de déterminants sociaux et est utilisé si les effets de certains facteurs sociaux doivent être repérés. L'enquête statistique se traduit par un questionnaire restreint, fermé et factuel, réalisé sur un large échantillon d'individus. Les questions fermées sont celles pour lesquelles les personnes interrogées ont à choisir entre des réponses formulées à l'avance. Le questionnaire peut être réalisé sur un large échantillon. Les données obtenues sont généralement traitées à l'aide de techniques d'analyse de données (ex : analyse des correspondances) ou de modèles sociologiques (ex : théorie de l'*acteur social*). Leur utilisation est conseillée en début de négociation, pour établir un état des lieux des questions clefs ou cerner les relations des acteurs, ou en fin pour mesurer le degré de satisfaction, réaliser un bilan et envisager le futur.

L'ensemble des outils d'*aide à la négociation* présentés ci-avant a déjà été testé sur des applications territoriales, certains étant même utilisés couramment (SIG, méthodes d'analyse structurelle, modèles mathématiques). L'annexe II.7. propose quelques cas d'utilisation de ces outils parmi les exemples cités ci-après : analyse hydraulique et analyse spatiale (SIG) pour l'*aide à la décision* dans la recherche de gisements alluvionnaire (Allignol, 1997), analyse hydraulique (modèle mathématique et SIG) et paysagère (AMC) pour la réhabilitation de sites post-industriels de gravières (Mimoun, 2004), analyse multi-critères et élaboration de Critères et Indicateurs de *Développement Durable* (CIDD) pour les collectivités locales (Boutaud, 2005), capacité des systèmes multi-agents à reproduire des modèles de négociation/concertation (Morge, 2005), processus de participation sociétale restreinte à l'évaluation environnementale stratégique d'un plan de transport dans un contexte de GDSS (Group Decision Support System) mobilisant les NTIC et les AMC (Wotto & Waaub, 2003), application de l'analyse structurelle (Thomas, 1998 ; Solilly, 1999), SIG et AMC pour les projets d'infrastructures linéaires application aux équipements autoroutiers (Moline, 2003).

³⁵ Sébastien L.

Pour compléter cet ensemble, il semble important d'évoquer deux autres outils utilisables dans un contexte territorial :

– l'*audit patrimonial* (Ollagnon, 1989) est une démarche d'identification et de résolution de problèmes complexes et *multi-acteurs* basée sur la rencontre des différentes formes d'intelligence d'une situation grâce à l'écoute active des acteurs concernés. Il conduit à une modélisation de type stratégique et systémique. La démarche patrimoniale présente l'intérêt de ne pas dissocier logiques humaines et données naturelles (biologiques). Elle considère que les actions de l'homme ont une répercussion sur la nature et que, en retour, l'état de celle-ci influe sur ses actions. L'*audit patrimonial* permet donc : (1) de désigner des patrimoines d'intérêt collectif et des acteurs sociaux titulaires de ce patrimoine ; (2) de désigner des stratégies de gestion possible ; et (3) d'organiser la mobilisation d'acteurs sociaux autour de la recherche d'une solution collective au problème de pérennisation de la ressource menacée de disparition ou de dégradation. La réalisation de ces trois points est accompagné par un tiers médiateur et passe par une rencontre avec les acteurs pour mieux comprendre quelles sont leurs représentations, leurs motivations et leur potentiel d'implication pour déboucher sur l'action. Les entretiens sont structurés en quatre points : identification de la situation et des problèmes, diagnostic de l'action engagée, prospective et proposition d'action (Chapitre IV.). Comme le souligne Donadieu (1994), un tel *audit* est une démarche patrimoniale négociée qui permet de redonner au sujet collectif ou individuel la place qu'il avait perdue dans la production du paysage, par exemple. Dès lors, la *gestion patrimoniale* incite à détecter les logiques d'acteurs pour résoudre les conflits pérennes liés à l'incompatibilité des usages multiples dans un espace.

– les *systèmes d'évaluation de la qualité des eaux* (SEQ) permettent de réaliser des diagnostics physique, physico-chimique et biologique afin d'évaluer la qualité des cours d'eau (Agences de l'eau, 2000b). Cette fois, ce ne sont pas les *acteurs humains* qui sont interrogés mais les ressources naturelles et le vivant biologique, certes par des méthodes indirectes. Ces SEQ permettent d'évaluer les différentes composantes de la qualité des cours d'eau et d'évaluer les incidences de cette qualité sur les fonctions naturelles et sur les usages anthropiques.

Cette rapide revue des principaux outils d'*aide à la négociation*, pour des projets d'aménagement impliquant la ressource en eau, permet de souligner différents aspects. D'une manière générale, on constate qu'il existe un lien fort entre ces outils et représentations d'un territoire. Les SIG sont des outils répandus et déjà bien utilisés qui permettent d'obtenir différentes représentations du territoire ou *représentations spatiales*. On les trouve souvent associés aux autres méthodes dès qu'il s'agit de visualiser des résultats, des données spatiales. Si l'utilisation des modèles conceptuels semble prometteuse, elle se heurte à l'heure actuelle aux craintes des *acteurs territoriaux*. Les modèles physiques, quant à eux, proposent des *représentations de biens communs* (eau, air) en terme de fonctionnement et d'impacts. Malgré leur performance, l'interprétation des résultats reste difficile pour un novice. Les AMC permettent une restitution des préférences, ou *représentations des préférences* des acteurs sous la forme d'indice simple, mais semblent inadaptées dans un contexte *multi-acteurs* car les risques d'incohérence dans la notation sont trop nombreux (Moline, 2003). Les systèmes multi-agents ne peuvent traiter que des cas simples, ce qui nous éloigne du contexte *multi-acteurs*. Toutefois, la simplification qu'ils proposent semble propice à un processus pédagogique (Barreteau & al., 2001). Au contraire, l'analyse structurelle permet d'attaquer de front la complexité du *jeu d'acteurs* en proposant une *représentation des rapports de force* entre acteurs (influence/dépendance) ainsi qu'une *représentation de leurs objectifs* (convergence/divergence). Son principal défaut réside dans la seule prise en compte des

rappports sociaux, en occultant les *rappports patrimoniaux* comme le permet l'*audit patrimonial*. Sa principale force réside dans la visualisation des résultats sous forme de carte factorielle, ce que ne permet pas la démarche patrimoniale. Les SEQ, pour terminer, permettent une *représentation de la qualité du milieu* (eau), à l'aide d'indices, tout en tenant compte d'une part de l'état de la ressource naturelle et d'autre part de l'état du vivant biologique.

Le point commun de tous ces outils se situe dans leur plus ou moins grande complexité. En effet, certains nécessitent une formation, d'autres l'intervention d'un ou plusieurs spécialistes pour les mettre en œuvre et expliquer les résultats. On constate donc, de manière triviale, *qu'il faut une aide à l'aide à la négociation*. En d'autres termes, il s'agit de familiariser les acteurs de terrain à l'utilisation de ces outils. Si des formations, des processus pédagogiques peuvent être mis en œuvre, il semble que l'intervention d'un tiers extérieur, d'un intervenant, lors du déroulement de la négociation soit nécessaire pour assurer la médiation entre les outils et les acteurs.

II.1.3. Les notions corollaires à la négociation au secours de l'utopie participative

Comme nous l'avons vu précédemment, si la négociation est adaptée aux démarches participatives, il convient de préciser ses fondements théoriques pour l'adapter à la fois à un contexte social et territorial. Si l'apprentissage ou la pédagogie peuvent familiariser en amont les acteurs au contexte de négociation et aux outils d'aide, un tiers intervenant en cours de processus peut en faciliter le déroulement. Dès lors, certaines notions corollaires à la négociation comme la concertation, la coordination, la médiation ou la conciliation sont à explorer.

II.1.3.1. Définitions de départ : ce qui gravite autour de la négociation

Si le langage courant assimile des concepts relativement proches comme négociation, concertation, coordination, l'utilisation d'un dictionnaire³⁶ apporte déjà un éclairage intéressant quant aux sens et aux idées que véhiculent ces mots. Cette démarche est motivée et justifiée par le double intérêt qu'elle présente : (1) positionner les définitions avec des sources et dans un langage accessible à tous (notamment les acteurs de terrain) ; (2) se rapprocher de certains professionnels³⁷ de *l'aide à la décision* qui mobilisent ce type de langage et de sources.

Lors de cet exercice quatre associations de concepts peuvent être examinées (un rappel de ces définitions constitue un préalable important puisque ces termes sont aujourd'hui utilisés) :

Concertation/concerter — En latin classique, *concerter* avait le sens de « rivaliser, débattre, lutter, combattre ». Ce sens est désormais inusité au profit du sens du latin chrétien « agir dans un but commun » et du moyen français « projeter quelque chose en commun, ou encore préparer une action en commun, s'entendre pour agir ensemble ». Depuis 1963, la concertation est un terme usuel dans le domaine politique et social.

D'après ces définitions, il semble que la concertation, au sens sacré comme au sens commun, consiste à réunir un groupe de personne en accord sur des objectifs généraux (un projet) afin de trouver les moyens d'action pour y parvenir. La concertation est aujourd'hui un terme institutionnel consacré lorsqu'il s'agit de discuter d'un projet territorial.

Coordination/coordonner/coordi(o)rateur — Emprunté au bas latin « ensemble et mise en ordre », coordination signifie « arrangement, agencement logiques des parties d'un tout ». Au

³⁶ Rey A. (1998) – Le Robert. Dictionnaire historique de la langue française. Tome 1, 2, 3. Ed : Dictionnaire Le Robert, Paris. Le Petit Larousse illustré 1999. © Larousse, 1998. Bibliorom Larousse. Microsoft.

³⁷ <http://www.aide-décision.ch/conseil.html>

18^e siècle, le sens initial est complété : « agencement des parties d'un tout selon un plan logique pour une fin donnée ». En politique, la coordination est l'ensemble des représentants élus, en marge des organisations syndicales, par des grévistes, des manifestants pour coordonner leurs actions. Si le mot coordonnateur est employé pour parler d'une personne en termes administratifs ou politiques, le terme coordinateur possède un sens plus fort : « celui qui met en ordre, celui qui donne des ordres ».

La coordination est donc un système en marge des organisations institutionnelles où des personnes s'auto-organisent pour donner un poids plus important à leurs revendications. Elle sous-tend la présence d'un *homme fort* capable de fédérer et d'organiser.

Médiation/médiateur — La médiation est un emprunt au bas latin qui signifie « être au milieu ». Si en ancien français le mot a le sens de division, il a pris au 16^e siècle sa valeur moderne « d'entremise destinée à concilier des personnes, des partis », d'abord en religion dans une relation entre l'homme et Dieu, puis surtout en droit « procédure de règlement des conflits qui consiste dans l'interposition d'une tierce personne chargée de proposer une solution de conciliation aux partis en litige » et en diplomatie. Par extension, il s'applique au fait de servir d'intermédiaire, dans des emplois didactiques et particulièrement en philosophie « articulation entre deux êtres ou deux termes au sein d'un processus dialectique ou dans un raisonnement ». Le terme *médiateur*, quant à lui, est apparu en français dans un emploi spécialisé en théologie chrétienne, « Jésus étant médiateur entre Dieu et l'homme ». Il a aujourd'hui pris un sens général de « personne qui s'entremet pour effectuer un accord : arbitre conciliateur » spécialement en droit international où l'acceptation doit beaucoup à l'ombudsman, médiateur de justice suédois (1973). Par exemple, il y a le médiateur de la république, « autorité indépendante jouant en France le rôle d'intermédiaire entre les pouvoirs publics et les particuliers au sujet de leurs revendications concernant le fonctionnement d'un service public », et le médiateur européen, « personne nommée par le Parlement européen et chargée de régler à l'amiable les litiges entre les particuliers européens et les institutions communautaires ».

La médiation, incarnée par le médiateur, consiste donc en une intervention extérieure dans un litige, dans un conflit, non seulement, pour faciliter la voie vers un accord, mais aussi pour faire du lien entre partis en litige, pour les concilier.

Conciliation/concilier/conciliateur — Du latin « assembler, réunir et se concilier, procurer, acheter, acquérir », le terme *concilier* fait référence aux assemblées du 12^e siècle lors desquelles on se réunissait « pour conclure des affaires, traiter des marchés, terminer des différends, former des alliances ». Jusqu'au 16^e siècle, *concilier* signifie « remettre en accord des personnes brouillées, mettre d'accord des gens d'intérêts divergents ». Il est absorbé ensuite par son composé *réconcilier* dont le sens religieux était « faire la paix de l'homme et de Dieu ». Par analogie au 17^e, « il est employé avec un objet désignant une pluralité de choses abstraites pour accorder des choses qui paraissent incompatibles ». La conciliation est donc une action qui vise à rétablir la bonne entente entre des personnes qui s'opposent. Dans le domaine du droit, il s'agit de l'intervention d'un juge ou d'un conciliateur auprès de personnes en litige, d'une procédure de règlement amiable des conflits collectifs du travail et d'un mode de résolution pacifique des conflits internationaux. Un conciliateur est la personne dont la mission est de susciter le règlement amiable des conflits privés.

La conciliation peut donc être le résultat d'une médiation. Contrairement à la concertation, il s'agit ici d'accorder des personnes non seulement en désaccord sur les moyens mais aussi sur les objectifs, c'est-à-dire quand il existe des conflits d'intérêt. La conciliation peut prendre la forme d'un jugement, d'une procédure amiable sans relation concrète avec le système législatif et les sanctions qui l'accompagnent.

La concertation est actuellement un terme à la mode, un processus institutionnel pour travailler et mettre en place des projets territoriaux dans un contexte *multi-acteurs*. Rappelons que le terme *négociation*, quant à lui, est plutôt connoté péjorativement car il véhicule le sens de marchandage. Toutefois, la théorie de la négociation va bien au-delà de cette considération et est facile à mobiliser pour la concertation. La médiation, par l'intermédiaire du médiateur, semble convenir pour faire du lien entre les acteurs et pour les aider lors de l'appropriation

des outils d'aide à la négociation et du processus éponyme. Toutefois, cette notion est-elle en adéquation avec l'utopie participative ?

II.1.3.2. La médiation : un pas en arrière pour l'utopie participative

Outre la négociation, il existe quantité d'approches à visée participative en matière de « développement durable territorialisé ». Le tableau suivant (Tableau 1.) expose l'analyse de Roche (2002) d'après les travaux de Van den Hove (2000) sur les démarches participatives dans un contexte de gouvernance. La gouvernance semble favoriser « une combinaison à la carte d'approches permettant de combler des besoins divers : stimuler la créativité, rechercher le consensus, explorer les possibilités, intégrer les expertises, se projeter sur le long terme, s'entendre sur des actions concrètes ». D'autre part, il existe des notions corollaires proches de la négociation : la conciliation, la médiation et l'arbitrage considérés comme les principales approches participatives de résolution des conflits. Le tableau 2. met en évidence (cases grises) les caractéristiques de ces dernières qui semblent aller à l'encontre d'un contexte de gouvernance (Gauthier, 1998 modifié par Roche 2002) : seule la négociation semble convenir.

Approches	Avis
Accords volontaires	N'incluent pas le secteur communautaire parmi les participants
Ateliers <i>multi-acteurs</i>	Intérêt limité (en phase de production d'idées novatrices)
Audiences publiques	N'assurent pas la co-responsabilité de la prise de décision
Conférences de consensus	Intérêt limité (ne recherchent pas de solutions concrètes)
Dialogues de politique	Intérêt limité (ne recherchent pas de solutions concrètes)
Exercices de simulation de politiques	Intérêt limité (en phase d'exploration)
"Focus groups"	Intérêt limité (mais nombre restreint d'acteurs ?)
Forums de réflexion	Ne recherchent pas de solutions concrètes
<i>Gestion concertée</i>	Intérêt limité (trop focalisée sur des objets trop ponctuels)
Groupes consultatifs	N'assurent pas la co-responsabilité de la prise de décision
Interfaces experts/décideurs	Intérêt limité (en phase d'exploration)
Interviews délibérées	N'assurent pas la co-responsabilité de la prise de décision
Jurys de citoyens	Pas de réel échange entre la société civile et le secteur public
Médiation	Inadéquante en regard de l'existence initiale d'un conflit
Négociations internationales	Ne sont pas au bon niveau géographique
Négociations réglementaires	Objectifs peu opportuns car de nature réglementaire
Panels de citoyens	N'assurent pas la co-responsabilité de la prise de décision
Prospective concertative	Intérêt limité (risques de n'aboutir qu'à des principes généraux)
Sélections de sites participatives	Risquent d'être trop focalisé sur des objets trop ponctuels

Tableau 1. Démarches participatives dans un contexte de gouvernance
(Van den Hove, 2000 modifié d'après Roche, 2002)

Approches	Présence d'un tiers	Rôle du tiers	Autorité du tiers d'imposer une décision	Procédure liée à l'existence d'un conflit
Négociation	Facultative	Passif	Non	Non
Conciliation	Facultative	Passif	Non	Oui
Médiation	Obligatoire	Actif	Non	Oui/Non
Arbitrage	Obligatoire	Actif	Oui	Oui

Tableau 2. Notions corollaires à la négociation dans un contexte de gouvernance
(Gauthier, 1998 d'après Roche, 2002)

Sur un plan théorique, la concertation n'est donc pas considérée comme une démarche participative. Même s'il s'agit d'un processus dans lequel les acteurs discutent pour arriver à un consensus car au final, il n'y a qu'un seul décideur. La médiation et la conciliation ne

semblent par convenir non plus, car elles présupposent l'existence du conflit. Contrairement à l'arbitrage, elles n'imposent pas une autorité nouvelle se substituant aux partis. En ce sens, il est vrai que ces notions ne répondent pas aux impératifs de l'utopie participative car elles limitent le pouvoir des partis. Elles diminuent de fait la co-responsabilité de mise et donc l'émergence de solutions nouvelles.

Examinons toutefois ces notions à travers un filtre sociologique. Rappelons, comme le souligne Bourque & Thuderoz (2002), que « négociier c'est décider collectivement ». Toutefois, la négociation n'est pas la seule manière de décider collectivement. Elle n'est pas non plus le seul mode de résolution des litiges. « La particularité de la négociation comme mode décisionnel est que la règle de décision y est celle de l'accord unanime des partis intéressés ». Outre la décision unilatérale qui couronne la victoire d'un seul par imposition d'une décision, il existe trois modes schématiques de résolution des conflits :

– *l'évitement* : mode où la situation de conflit, la décision à prendre sont suspendues, mises en attente ou en sommeil ;

– *le consensus* : mode qui consiste à atteindre un accord, qu'il résulte du compromis ou de la recherche de la solution la meilleure à l'aide d'une méthodologie appropriée à la résolution des problèmes. Le consensus peut être obtenu par négociation si les partis sont autonomes, c'est-à-dire qu'elles se combattent, débattent ensemble et décident collectivement de mettre fin, provisoirement ou non, au conflit ;

– *l'adjudication* : mode qui requiert le concours d'un tiers pour établir un accord que ce soit un juge, une loi, une procédure d'arbitrage, un expert, un vote, ou le hasard. L'adjudication suppose la soumission des partis à un ordre, une loi, un arbitrage. Elles peuvent aussi co-construire la nature de leur soumission.

Le tiers intervenant modifie le déroulement du processus en tant qu'il apporte une aide à la régulation conjointe en clarifiant les enjeux, en anticipant les conséquences des scénarios envisagés, en explorant les incohérences du système. Son intervention permet d'établir ou de rétablir des relations, d'apporter une expertise, de faire respecter des délais, de construire une solution équilibrée. Si le tiers tente de rapprocher des partis en conflit, on se trouve dans un contexte de médiation où le médiateur est celui qui réconcilie, suggère des solutions que les partis saisissent s'ils le souhaitent. Si le tiers propose un règlement, on se trouve dans un contexte d'arbitrage. L'arbitre est celui qui choisit parmi les prétentions de chacun celles qui doivent être accordée aux partis. Dans un autre registre, le tiers peut être un outil. Armstrong (1994) propose d'utiliser les systèmes d'informations géographiques et les méthodes d'analyse spatiale comme outil de médiation pour encadrer un groupe dans un processus décisionnel. L'objectif est de rendre les membres du groupe capables de générer, d'évaluer et d'illustrer les points forts et les points faibles de différents scénarios, d'aboutir à un consensus et de savoir comment procéder pour prendre une décision.

La négociation selon Bourque & Thuderoz (2002) ne consiste donc pas en un simple arbitrage par trop autoritaire. Elle n'est pas non plus une concertation – structure dans laquelle des partis échangent essentiellement des points de vue – qui court-circuite la co-responsabilité dans la décision. La médiation quant à elle, si elle semble liée à la préexistence d'un conflit, semble être une notion plus souple. En effet, si elle n'a pas sa place dans une vision purement théorique de l'utopie participative, sa vocation à construire des solutions équilibrées et à créer du lien font d'elle un moyen d'incitation et de facilitation dans le cadre de *négociations territoriales*.

II.1.3.3. De la théorie à la pratique pour sortir du carcan conceptuel

Si la théorie distingue des limites nettes entre la négociation et les notions corollaires présentées ci-avant, sur le terrain pour les praticiens la situation n'est pas aussi tranchée. On constate que les termes *concertation* et *négociation* sont souvent très proches, et que la notion corollaire de *médiation* est invoquée comme *aide à la négociation ou à la concertation*.

Selon Warin & Labranche (2003), la concertation publique est aujourd'hui jugée tellement nécessaire qu'elle occulte de nombreux aspects : (1) il n'y a pas de recherche cumulative, c'est-à-dire pas de suivi, pas de retour sur les éléments théoriques et les résultats ; (2) les sciences sociales ne sont que rarement mobilisées pour traiter des questions environnementales ; et (3) les acteurs qui ont la mémoire des actions de terrain ne sont que marginalement sollicités par les chercheurs. Ceci explique sans doute l'amalgame qui persiste entre négociation et concertation. Qui plus est, la concertation est une notion jeune dans le paysage politique. Son histoire est tortueuse et marquée par la volonté de répondre à de nouveaux besoins.

Dans les années 1960, en France, c'est le début de la critique de la planification d'Etat sur les projets d'aménagement du territoire. Cette critique propose une politique publique plus concertée et pluraliste qui tient compte des points de vue. Dans les années 1970, c'est le ministère de l'agriculture qui entreprend une gestion plus cohérente des ressources naturelles et développe des outils d'analyse pour décrypter enjeux et intérêts sur un territoire. Naît alors le concept de *gestion patrimoniale* qui, tout en mettant en jeu des outils d'analyse, doit tenir compte de la diversité des logiques d'acteurs et pousse à réfléchir à une *gestion collective*. Cette approche s'apparente déjà au *développement durable*. Aujourd'hui, c'est le ministère de l'environnement qui teste une telle démarche patrimoniale. Il se heurte à différents problèmes générés par la diversité du réseau d'acteurs (décideurs, chercheurs, acteurs de terrain) et l'existence de *conflits de représentation* en plus des conflits d'intérêt classiquement reconnus. Il devient donc nécessaire d'aborder les enjeux comme une manière de se représenter les questions sociales à travers les enjeux environnementaux : « l'environnement devient un miroir où se projettent les enjeux sociaux ». Cette nouvelle façon d'appréhender l'environnement conduit à trois questions (Warin & Labranche, 2003) :

- *quels sont les conflits environnementaux ?* Il convient donc de réaliser un état des lieux des conflits et de réfléchir à la façon de les gérer à l'aide de dispositifs appropriés ;
- *comment sortir du conflit ?* Encore une fois, le recours à la négociation est invoqué ;
- *comment organiser la concertation ?* Encore une fois, il s'agit de mettre en place des procédures gérant l'information et la communication pour permettre un changement dans les modes de pensée.

Ce changement s'est déjà amorcé depuis le début du 20^e siècle avec l'apparition de la *conscience environnementale*. Dans les années 1970, on assiste à des mouvements de masse pour la protection de l'environnement (hippies, féministes, anticolonialistes, antinucléaires). Si la fin de cette décennie est marquée par un essoufflement de ces mouvements, les années 1980, avec la chute du mur de Berlin, marquent un retour en force des problématiques environnementales assorties de processus de consultation et de participation. Aujourd'hui, on parle de *développement durable participatif*, c'est-à-dire envisagé plus du point de vue de la rationalité politique (*Qui est légitime pour prendre une décision ?*) que de la rationalité technique. Désormais, il convient de penser l'effet de cette évolution sur les *acteurs locaux*, de gérer la tension entre démocratie et écologie (*Que se passe-t-il si les acteurs locaux refusent les mesures de protection environnementale ?*) et de mesurer les impacts de l'institutionnalisation de la participation.

Les problématiques environnementales ont ceci de particulier qu'elles obligent un travail à échelles multiples (locale, nationale, internationale) et *multidisciplinaire*. C'est donc sans

équivoque qu'elles se posent en terme anthropologique, incluant *rapport social et rapport patrimonial*, et notamment les rapports nature-culture et société-environnement. Si la concertation – désormais institutionnalisée comme moyen de résolution de ces problématiques – semble un passage obligé se focalisant sur le consensus, elle ne doit pas faire oublier les questions de communication, d'information, de conflits et d'urgence face aux dégradations environnementales. La concertation ne doit pas rester la voie unique, au risque de renforcer sa tendance actuelle manageriale (Warin & Labranche, 2003). Il faut désormais réfléchir à des solutions alternatives. Le cadre institutionnel de la concertation doit donc être enrichi par les théories de la négociation et certaines de ses notions corollaires telle la médiation.

Dans le domaine de la *concertation territoriale* appliquée à l'environnement, la théorie de la négociation est largement mobilisée. Stratégies et tactiques de groupes d'intérêts sont souvent étudiées à travers ce filtre. Par exemple, Mollard & Vargas (2003) se sont intéressés à un cas de négociation, en situation d'échec, concernant un problème d'assèchement d'un lac en raison d'une surconsommation de la ressource en eau à des fins d'irrigation et d'alimentation en eau potable au Mexique. Dans ce cas, la négociation a été bloquée par les usagers eux-mêmes. Les raisons sont les suivantes : (1) il n'a pas été possible de transposer la théorie des tensions pour le partage d'une ressource naturelle, cette dernière ayant un volume limité, il n'a visiblement pas été possible d'augmenter la taille du gâteau avant de se le partager ; (2) la négociation a créé des alliances de circonstance, certains acteurs qui n'auraient pas dû s'entendre se sont alliés contre le projet, leur gain de pouvoir a bloqué la situation ; et (3) il n'a pas été possible de mobiliser tous les acteurs, certains refusant de négocier et adoptant un comportement de fuite, d'autres, des *acteurs faibles* ayant vu leur marge de manœuvre réduite à néant, n'ont pu participer. Pour pallier ces problèmes, ces auteurs proposent de diviser la négociation en quatre niveaux :

- *méta-stratégique* (diplomatie), identifiant les leviers d'actions et les enjeux institutionnels non-négociables pour une meilleure prise en compte du cadre juridique et de l'autorité compétente ;

- *stratégique*, impliquant les *acteurs locaux* (notamment la base populaire) et devant rendre irréversible la moindre avancée dans la négociation ;

- *opérationnel*, garantissant une indépendance financière (stabilité auprès des autorités) et une autorité, une légitimité (mandat) aux négociateurs ;

- *tactique*, respectant la psychologie et la culture des partis en présence.

Encore une fois, la négociation environnementale est vue comme une démarche multi-échelles fortement imprégnée des *rappports sociaux*, où la prise en compte des valeurs est importante. Toutefois, cette étude fait peu de cas de la ressource naturelle elle-même. Andrews (2003) quant à elle, sans écarter le contexte *multi-acteurs* et multi-enjeux, donne une place centrale à l'objet négocié. Il s'agit, ici, du bassin du lac Eyre en Australie. La négociation est divisée en quatre phases relevant de la théorie :

- *pré-négociation*, pour identifier les acteurs et les enjeux ;

- *négociation*, pour intégrer un modérateur (médiateur) au territoire sans qu'il devienne partie prenante et sensibiliser les acteurs à la négociation ;

- *accord*, pour négocier les objectifs, bâtir un climat de confiance et fixer des règles ;

- *suivi de l'accord*, pour développer un stratégique de gestion des ressources naturelles en lien avec les autorités afin de légitimer la décision.

L'approche proposée est participative et suit un mode de gestion adaptatif et itératif. Elle intègre un médiateur (facilitateur), les institutions (cadre), les *acteurs locaux* auxquels il convient de donner une culture de la négociation (pédagogie, apprentissage). Il est important de s'assurer que chacun veille et puisse participer. La ressource naturelle est cette fois

considérée comme un bien commun qu'il s'agit de négocier en tenant compte de la complexité du contexte (temps, espace, acteurs multiples, enjeux multiples, participation des secteurs public et privé) et de l'information. Lors de négociations environnementales, l'échange d'informations est fondamental (Laurans & Dubien, 2003). En ce sens, certains considèrent que « ce qui compte c'est le résultat de la négociation et non pas le processus ! » (Mermet & al., 2003). Ils considèrent que l'important est de rendre plus visibles les confrontations lors de la négociation tout en assurant la lisibilité des intérêts et des rôles. Selon eux, le rôle de l'expert doit évoluer de la position de technicien à celle de communicant.

Ce rôle de communicant pourrait être tenu par un médiateur. Contrairement aux Etats-Unis, ce statut est peu reconnu en France et encore moins dans le domaine de l'environnement. Facilitateur pour certains, décideur pour d'autres, tiers qui rapproche les partis, tiers qui trouve une solution, le médiateur est différemment perçu selon les personnes. Pour Touzard (2003a), l'intervention d'un tiers neutre doit être utilisée avec précaution car, s'il est perçu comme un *fouineur*, il augmentera l'animosité entre les partis. De fait, souvent la médiation n'est utilisée que face à un constat d'échec de la négociation. Cette notion véhicule nombre de craintes, comme celle de voir son pouvoir personnel atteint, et nombre de questions : *Le médiateur sera-t-il impartial ? Sera-t-il décideur ? Respectera-t-il le secret professionnel ?* Pour éteindre ces craintes, le médiateur doit rester un facilitateur de la négociation et ne pas endosser le rôle de décideur (De Carlo, 2003a). Dans cette optique, il devient celui qui aide des partis à trouver des solutions. Pour cela, il devra demander quelle est l'aide souhaitée par les partis, apporter de l'information, faire des suggestions et parfois, si on le lui demande, assurer une décision par arbitrage³⁸. Le médiateur devra veiller à ne pas devenir l'ennemi des partis en négociation et à ne pas les déresponsabiliser.

Comme le souligne Aristote, le médiateur est celui « qui ajoute de l'amour à la règle froide du droit ». Dans le domaine de la justice, il existe un réseau de médiateurs institutionnels qui échangent sur la déontologie de leur activité (cas, procédure, indépendance, équité). Aujourd'hui, le médiateur agit côte à côte avec le droit en privilégiant les règles d'équité et se veut un levier de modernisation et d'incitation au changement des institutions. Dans le domaine de l'environnement et de la *négociation territoriale*, le terme *médiation* est beaucoup employé mais peu utilisé dans la pratique, voire jamais de manière effective. Selon Barret (2003), le médiateur doit favoriser les dialogues territoriaux, entre des *acteurs locaux* différents, sur des problématiques environnementales. Son expérience de terrain lui montre que si les acteurs sont peu demandeurs de médiation, ils sont plus intéressés par des formations ou de l'information liées à cette activité. Toutefois, il préconise une stratégie de *dialogue territorial* en six points : préparation (diagnostic initial, contacts, création de l'instance de dialogue, définition de règles), lien avec la population (consultation, information), diagnostic commun, réunions de dialogue, expertises et études complémentaires, rédaction et suivi de l'accord. Si ce processus ressemble à une démarche de négociation classique, sa mise en œuvre a permis de mesurer le niveau de participation de chacune des voies du dialogue territorial (Barret, 2003)³⁹ :

- l'*information* pour élargir la participation (inciter les acteurs à s'impliquer) et transmettre les résultats d'une décision ;
- la *consultation* pour demander un avis aux acteurs sur un diagnostic, une étude, un projet, un plan d'action ;
- la *concertation* pour projeter ensemble sous l'égide du meneur de projet ;

³⁸ En France, dans les affaires judiciaires on préfère l'arbitrage à la médiation pour ne pas être tenu responsable de la décision finale.

³⁹ Les quatre notions suivantes (information, consultation, concertation, négociation) sont classées par ordre croissant de niveau de participation.

– la *négociation* pour décider ensemble.

La médiation, quant à elle, occupe un espace parallèle non obligatoire puisqu'elle se pose comme concertation ou négociation assistée. Encore une fois la médiation semble être un gage de facilitation. Les définitions précédentes, même si elles sont incomplètes, présentent l'avantage d'être simples.

En résumé, la première partie de ce chapitre montre que la négociation est la posture la plus adaptée aux besoins de démarches participatives. Il est nécessaire toutefois de compléter ses fondements théoriques pour qu'elle tienne compte du contexte territorial. La sociologie de la négociation permet de mieux cerner le contexte social à travers les questions de pouvoirs, de valeurs et de représentations : en un mot les *rappports sociaux*. La démarche patrimoniale, quant à elle, permet de mieux cerner les relations des acteurs avec les objets territoriaux considérés sous l'angle des biens communs (paysages, ressources naturelles) : en un mot les *rappports patrimoniaux*. Les problématiques environnementales conduisent à intégrer à la négociation les enjeux liés aux ressources naturelles et au vivant biologique, non seulement pour les générations actuelles mais aussi en tant qu'héritage pour les générations futures.

Au milieu de cette complexité, la seule théorie de la négociation semble isolée, voire quelque peu démunie. Il semble donc pertinent de considérer les processus d'*aide à la négociation*. Ceux-ci peuvent prendre la forme d'actions pédagogiques, d'outils ou être incarnés par un facilitateur. Ils doivent mobiliser les apports des sciences sociales, car les représentations tiennent une place centrale, et impliquer les acteurs. Le facilitateur, le tiers médiateur étant celui qui dispose d'une *intelligence de la situation* tant sur le plan de l'expertise que sur celui de la socialisation des savoirs.

II.2. Pour une meilleure prise en compte des oubliés de la *négociation territoriale*

La complexité inhérente à la *négociation territoriale* l'expose à de nombreuses difficultés. Trois d'entre elles ont particulièrement retenu notre attention. D'un point de vue sociologique, dans un contexte *multi-acteurs*, la négociation doit composer avec la diversité des *valeurs morales*. Celles-ci sont délicates à saisir de par leur caractère subjectif. Elle doit aussi, pour satisfaire sa volonté participative, gérer au mieux les questions de pouvoir pour impliquer les *acteurs faibles*. D'un point de vue écologique, elle doit intégrer des *acteurs absents*, comme les ressources naturelles et le vivant biologique, afin qu'ils soient représentés à la table des négociations.

Dans cette partie, il s'agit de définir *valeurs morales*, *acteurs faibles* et *acteurs absents* afin de circonscrire les moyens disponibles pour les prendre en compte, pour qu'ils ne restent pas les oubliés de la *négociation territoriale*. Après avoir évoqué les dérives possibles dues à leur présence à la table des négociations, nous pourrons établir nos hypothèses de travail.

II.2.1. Environnement et écologie : les acteurs absents

Les *acteurs absents* de la négociation sont ceux qui n'ont pas la parole. Il convient de trouver les moyens de leur expression pour défendre les enjeux qu'ils portent, pour les rendre visibles à la table des négociations, sans toutefois tomber dans le piège de la *dictature des acteurs absents*.

II.2.1.1. Les acteurs absents : biodiversité et générations futures

Définir le vivant est difficile. Comme le souligne Weissenbach (2003) « il est peut-être plus aisé de commencer par définir ce qui n'est pas vivant [...] dans un système qui n'est pas vivant, rien ne se passe, ou plutôt tout s'est déjà écoulé ». Au contraire, un système vivant est caractérisé par la présence d'une activité chimique, bien que celle-ci ne soit pas suffisante à elle seule pour le définir comme tel. Il est caractérisé par son extraordinaire complexité et dans son expression la plus réduite par « l'auto-reproduction d'une entité physique des plus simples, une molécule (ARN⁴⁰), gouvernée par elle-même ». D'une manière plus générale, la vie est contrainte par sa dépendance au milieu : « la vie sur terre reste [...] dépendante des conditions du milieu et ne pourra résister qu'à des changements en douceur de ces conditions ». La vie est aussi caractérisée par la diversité des processus biochimiques, par un patrimoine génétique et repose sur l'utilisation, la transmission d'informations : l'information opérationnelle contenue dans des molécules actives et l'information génétique transmise à travers les générations.

Il est possible d'appréhender le vivant biologique à l'aide du concept de biodiversité associé à un objectif de conservation et de protection des milieux naturels et des espèces qu'ils abritent. Ce concept peut être énoncé en trois composantes indissociables : (1) une composante écologique stipulant que chaque écosystème actuel et son propre complexe d'espèces est un héritage produit de l'Evolution ; (2) une composante éthique et philosophique postulant que nous avons le devoir de transmettre cet héritage aux générations futures ; (3) une composante économique tentant de qualifier en termes financiers les usages actuels et potentiels de cet héritage (Lévêque, 1994). Ainsi, s'il est important de trouver une solution négociée aux conflits opposant des humains contemporains dans le cadre d'un projet d'aménagement du territoire, celle-ci ne doit pas être adoptée au détriment de cet héritage. La question qui se pose est donc la suivante : *Comment satisfaire les activités de nos sociétés modernes tout en reconnaissant un droit d'existence au vivant biologique, au milieu naturel et par voie de conséquence le droit des générations futures à en jouir ?*

La biodiversité est en mouvement. L'histoire de la Terre a vu de nombreuses espèces apparaître, puis disparaître. L'apparition de l'homme semble avoir changé la donne. On assiste actuellement à une érosion générale de la biodiversité due à l'action humaine. Certains envisagent même des causes humaines à la disparition des grands mammifères du Pléistocène, notamment les mammouths. Depuis l'an 1600, 108 espèces d'oiseaux et 90 de mammifères se sont éteintes. L'UICN⁴¹ a dressé une liste rouge des espèces disparues ou en voie d'extinction qui recense la disparition de 584 espèces végétales et de 641 espèces animales depuis 1600, soit trois extinctions par an. Les modèles prédictifs les plus pessimistes envisagent la disparition de 25000 à 50000 espèces chaque année (essentiellement des arthropodes), soit le quart ou la moitié de la diversité biologique d'ici la fin du 21^e siècle. Bien que ces modèles soient assez critiquables, car ils reposent sur un jeu de données assez incomplet, ils mettent en lumière l'impact des activités humaines et l'urgence d'agir. Des études menées sur le fleuve Rhône (Fruget, 2003) montrent un lien direct entre la diminution de la diversité biologique, de la diversité morphologique, de la connectivité de l'hydrosystème et les interventions

⁴⁰ Acide ribonucléique.

⁴¹ Union mondiale pour la nature.

anthropiques pratiquées depuis 200 ans. Les principales causes de l'érosion de la biodiversité sont à mettre au compte des changements climatiques, de la pression démographique, des changements dans l'utilisation des terres, de la transformation des paysages, de l'introduction d'espèces exogènes conduisant à des invasions biologiques et de la surexploitation des ressources naturelles (Lévêque & Mounolou, 2001). Ces auteurs décrivent différentes voies pour la conservation de la biodiversité (Annexe II.8.) : les aires protégées, l'utilisation durable de la biodiversité (Agence de l'eau, 2000 ; Banque Mondiale, 2001), la conservation *ex situ*, la biologie de la conservation, l'approche préventive par le biais de bioindicateurs (Agences de l'eau, 1999, 2000a, 2000b, 2000c & 2001 ; Khalanski & Souchon, 1994 ; Lévêque, 1994 ; Verneaux & al., 1982), la prise en compte des perturbations et les conventions internationales.

On peut distinguer dès lors quatre points essentiels en ce qui concerne la conservation de la biodiversité. Premièrement, la conservation passe par la mise en place d'aires protégées pour les espèces et les milieux s'appuyant sur des conventions, des lois, des décrets aussi bien au niveau international que national. Deuxièmement, elle prend en charge la préservation du patrimoine génétique des espèces et mobilise des techniques de génie écologique pour la restauration, la réhabilitation ou la réaffectation de milieu en s'appuyant sur les sciences de l'écologie. Troisièmement, la conservation propose une approche préventive fondée sur la réalisation et le suivi de l'état de santé des écosystèmes à l'aide d'indicateurs biologiques. De tels diagnostics ou bilans permettent de donner indirectement la parole aux organismes vivants pour exprimer leur état de santé et leurs conditions de vie. Ces trois premiers points permettent de définir les *acteurs absents* de la négociation. Les *acteurs absents* incluent les organismes vivants, les milieux et les ressources naturelles constituant un héritage pour les générations futures. Cette catégorie d'acteurs ne peut être présente physiquement à la table des négociations et, si elle l'est, elle ne peut s'exprimer directement. Il convient donc de réfléchir à la façon dont les *acteurs absents* peuvent être représentés. Leur prise de parole impossible lors du processus de négociation doit être compensée sur la base d'études, de diagnostics permettant de refléter la diversité spécifique, la diversité des milieux ainsi que le fonctionnement des écosystèmes, leur état de santé et les atteintes dont ils sont l'objet. Ceci passe, par exemple, par la réalisation d'inventaires spécifiques, la mobilisation de bioindicateurs, la modélisation mathématique et l'utilisation d'outils capables d'offrir une bonne visualisation des résultats comme les SIG. Quatrièmement, la conservation par le biais de la *gestion intégrée*, ou *gestion équilibrée*, ou *gestion durable* se doit de considérer les activités humaines : la protection de la biodiversité est très souvent source de conflits.

Pour illustrer ces propos, prenons l'exemple des eaux souterraines. Pendant longtemps, le milieu souterrain a été perçu essentiellement comme un milieu physique. Bien que les eaux souterraines représentent 40% des réserves d'eaux continentales, contre 1% pour les eaux de surface, ce n'est que récemment que les sciences de l'écologie ont posé leur regard sur le monde aquatique souterrain. Comme le souligne Gibert (1991a), l'écologie souterraine est une science occultée. Elle était entachée par « une conception classique et réductionniste » : « peu ou pas de vie sous terre dans un milieu stable et simple ». En outre, ce milieu est d'accès difficile et suppose une méthodologie d'étude particulière. Par ailleurs, le seul intérêt que suscitaient les eaux souterraines était lié à leur statut de ressource consommable en termes quantitatifs et qualitatifs. Peu à peu, la connaissance et la reconnaissance de ce milieu se sont améliorées pour acquérir le statut d'écosystème à part entière. Les recherches ont mis à jour l'existence d'une faune (dont les espèces pourraient servir d'indicateur biologique) et l'importance des écosystèmes souterrains pour les écosystèmes de surface (rétention et apport de nutriments). La prise de conscience environnementale a favorisé un regain d'intérêt pour

ces milieux qu'il est nécessaire de préserver. Les eaux souterraines, dont les nappes phréatiques, constituent un *acteur absent* doublement invisible puisqu'un tel écosystème échappe à notre champ de vision et montre un niveau de connaissance partiel au regard des eaux de surface.

II.2.1.2. Théories de la conservation : éviter la dictature des acteurs absents

L'acte de naissance de l'écologie (œcologie du grec *oikos*, maison, habitat et *logos*, discours) serait daté de 1866 et attribué au biologiste allemand Ernst Haeckel, un adepte des idées de Darwin (Lévêque, 2001). Classiquement, l'écologie est définie comme « l'étude des interactions entre les organismes vivants et le milieu, et des organismes vivants entre eux dans les conditions naturelles » (Frontier & Picod-Viale, 1998). Comme le souligne Lévêque (2001), l'écologie est une science de la connaissance. Elle ne doit en aucun cas être assimilée aux sciences de l'environnement qui sont des sciences de la gestion. En outre, la confusion faite entre science de l'écologie et mouvements idéologiques politiques est courante du fait de la forte médiatisation des problématiques dites écologiques.

Quoi qu'il en soit, la question suivante : *L'érosion de la biodiversité résulte-t-elle des activités humaines ?* intéresse tout autant une science de la connaissance, une science de la gestion ou un mouvement idéologique. Même si leur façon d'appréhender le problème est différente, la question de la conservation de la biodiversité garde une grande importance.

Lévêque (2001) en propose la définition suivante : « la conservation est une démarche qui consiste à prendre en compte la viabilité à long terme des écosystèmes dans les projets de gestion des ressources et des milieux. Dans le sens anglo-saxon du terme, c'est une protection qui n'interdit pas que l'homme intervienne dans les processus naturels ; c'est une philosophie de la gestion de l'environnement qui n'entraîne ni son gaspillage, ni son épuisement ». Selon lui, le terme *protection* prend un sens différent car « il est réservé aux opérations visant explicitement à sauvegarder des espèces ou des milieux menacés par des activités humaines. Il s'agit de mettre en défense des écosystèmes particuliers ».

La conservation n'est pas une affaire simple (Annexe II.9.) car l'homme est souvent vu comme destructeur de la nature (Barouch, 1989 ; Nash, 1989). Si elle est menée en dépit du bon sens, la conservation peut produire un effet inverse de celui escompté en aggravant les phénomènes de destruction environnementale, en rendant des secteurs proprement inhabitables ou en aggravant les inégalités sociales (Descola & Palsson, 1996). La conservation ne doit pas devenir non plus une dictature des *acteurs absents* en spoliant les populations locales de pratiques parfois ancestrales sous prétexte de préserver une espèce protégée (Gomez-Pompa, 1992 ; Diegues, 1992). A ce propos, il est courant que l'arrêt d'une activité traditionnelle conduise à la disparition de ladite espèce. Pour éviter ce type de dérive, il convient de travailler conjointement avec les *acteurs locaux* (Abakerli, 2001 ; Hannigan, 1995 ; Lied, 1994 ; Ostrom, 1990) et de tenir compte des contextes économiques, sociaux et politiques (Norton, 1991). Ainsi, la conservation ne doit pas reposer uniquement sur des instruments économiques, sociaux ou politiques (Weber, 1999) qui visent à réglementer les pratiques environnementales par des taxes ou des normes (Bontemps & Rotillon, 1998). A l'évidence, la *gestion équilibrée* d'un territoire ne peut fonctionner que si les acteurs de ce territoire construisent ensemble et s'approprient les propositions de gestion (Ollagnon, 1991). En effet, même si le milieu physique, le fonctionnement des écosystèmes, les activités humaines sont décrits de manière précise, et même si la gestion proposée satisfait les exigences de nos sociétés modernes sans porter atteinte au droit d'existence du vivant biologique et à l'héritage des générations futures, la préconisation de *bonnes pratiques*, considérées comme légitimes au niveau réglementaire et institutionnel, peut être rejetée a priori par les acteurs du territoire si ceux-ci les considèrent illégitimes. Une démarche

participative fondée sur la négociation peut constituer un bon moyen de construction, d'appropriation et de légitimation d'un projet territorial au niveau local.

En outre, comme le suggère Micoud (2000) à travers le concept de *patrimonialisation*, il s'agit aussi de considérer les liens entre ensembles humains contemporains et *acteurs absents*. A travers la protection de la biodiversité, Micoud (1997) nous projette sur la protection plus générale de la diversité qui inclut la diversité des points de vue, des valeurs. D'un autre côté, comme le souligne Drouin (1991), « il se peut que demain l'urgence et la gravité des problèmes environnementaux servent d'alibi à un renforcement des pouvoirs ». Dès lors une société, comme la notre, qui détruit le patrimoine naturel pourrait certes devenir plus soucieuse de préserver l'environnement en s'accommodant d'un système qui écraserait les libertés : « une tyrannie, qui utiliserait ce masque, ne le pourrait qu'en occultant l'histoire de l'écologie scientifique ».

II.2.2. Environnement et sociologie : les valeurs morales et les acteurs faibles

Souvent, les tensions sur les modes de gestion naissent quand plusieurs systèmes de *valeurs morales*, de représentations, de perceptions s'opposent, ou quand les questions de pouvoir créent un profond déséquilibre entre *acteurs forts* et *acteurs faibles*. Il devient donc nécessaire d'aller à la rencontre des acteurs à l'aide d'une approche sociologique pour mieux appréhender les *rappports sociaux* et les *rappports patrimoniaux*.

II.2.2.1. Les valeurs morales : sortir de la vision unique

Il est possible d'appréhender la notion de *valeurs morales* à travers le concept de *représentations sociales* (Moscovici, 1989) et notamment à travers le regard que portent les hommes sur les éléments naturels dont ils dépendent. En analysant les lois françaises sur l'eau, Aspe (1999) nous montre comment les *représentations sociales de l'eau* ont évolué. Jusque dans les années 1960, dans les pays industrialisés, l'eau est considérée comme une ressource au service des intérêts humains, qui se renouvelle sans cesse et qui peut être transportée, déplacée, déviée. Dans cette perspective l'objectif est de l'endiguer, la canaliser, la buser, pour la conduire ou l'éloigner là où les choix économiques le commandent. La représentation dominante de la nature, à cette époque, est celle de nature en tant que *ressource illimitée*. La pression accrue sur les ressources naturelles (aménagement à grande échelle, démultiplication des pollutions en qualité et quantité) et le développement de mouvements contestataires pour un autre rapport aux ressources naturelles (promotion de nouvelles *valeurs morales* : autres modes de vie, de consommation, de production...) vont peu à peu conduire à une nouvelle représentation : celle de nature en tant que *milieu*. La loi sur l'eau de 1964 tient compte de l'émergence de cette nouvelle représentation de la nature et introduit de nouvelles considérations : la reconnaissance d'une vie aquatique, la désignation de nouveaux usages liés aux loisirs, le découpage en bassins hydrographiques et le principe pollueur-payeur, sans toutefois remettre en cause les activités traditionnelles. L'eau n'est plus seulement ressource potentielle pour servir les intérêts des êtres humains, elle est aussi milieu de vie, biotope pour les poissons et support d'activités humaines non extractives, de type loisir. Il faut alors composer avec les exigences économiques et celles du milieu naturel. L'eau ressource devient milieu de vie et est étudiée à l'aide de modèles explicatifs issus de l'hydrologie, de l'hydrogéologie, de la biologie ou de l'écologie scientifique qui proposent de penser le tout comme une composition interactive et non pas comme une juxtaposition de plusieurs éléments. Ce nouveau regard conduit à une nouvelle représentation de la nature : celle de nature *système*. La loi sur l'eau de 1992 institutionnalise cette représentation et stipule : « l'eau fait partie du patrimoine commun de la Nation. Sa protection, sa mise en valeur et le

développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels sont d'intérêt général ». Cet exemple révèle l'aspect mouvant du regard porté sur la nature, des *valeurs morales* qui s'y rattachent et donc la complexité des rapports homme-nature. Il montre que l'évolution des représentations a permis l'action. Il oblige aussi à se poser de nouvelles questions quand il s'agit d'aménagement du territoire, comme : *Qu'est-ce qu'une belle nature ? Qu'est-ce qu'une belle rivière ? Qu'est-ce qu'un grand fleuve ?*

A l'aide de plusieurs autres exemples (Annexe II.10.), il est possible de faire ressortir quelques caractéristiques des *représentations sociales* :

– les *représentations sociales* sont issues d'un processus historique. Le regard sur l'eau, la notion de risque (Allard, 1999), la protection de la nature (Picon, 1999) évoluent au fil du temps, au fil des périodes et ne présentent pas un aspect figé ;

– les *représentations sociales* sont différentes d'un groupe d'acteurs à l'autre. Le regard sur la protection de l'environnement semble encore aujourd'hui conditionné par la dualité nature-progrès (Ratiu, 1999) ;

– les *représentations sociales* permettent l'action. L'évolution de la perception de la ressource en eau concrétisée par des textes de loi a permis la mise en œuvre de programmes d'action sur les milieux aquatiques. En retour, la législation a modifié les perceptions (Aspe, 1999) ;

– les *représentations sociales* donnent une place prépondérante à l'individu. Elles permettent de comprendre ce qui lie des individus à leur environnement et de tenir compte de leurs particularités. Elles incitent à une gestion de l'eau au niveau local (Billaud, 1999) ;

– les *représentations sociales* permettent d'envisager de nouveaux questionnements. Elles permettent de prendre en compte des questions souvent négligées comme les aspects esthétiques, le bien-être, la perception des objets naturels (Aspe, 1999).

La négociation classique peine à résoudre les conflits de représentations fondés sur des systèmes de valeur. Si elle se montre souvent efficace pour résoudre des conflits d'intérêt entre groupes sociaux, elle montre ses faiblesses quand elle est confrontée à des conflits de *valeurs morales*, plus subjectifs (Conan, 1994). Les entretiens avec les acteurs de terrain conduits dans le cadre de cette recherche (Chapitre IV.) donnent un exemple simple de ce type de conflits : associations de protection de la nature et agriculteurs prétendent tous deux à la protection de la nature, mais si les premiers se réfèrent à l'idée de *nature sauvage* et de *laisser-faire*, les seconds se réfèrent à l'idée de *nature entretenue* et *maîtrisée*. Il en découle ce que Conan (1994) appelle des morales d'aménagement différentes. Dans une volonté de *gestion équilibrée participative* de la ressource en eau, il semble donc essentiel de tenir compte des conflits de *valeurs morales* pour ne pas être enfermé dans le schéma de la vision unique.

II.2.2.2. Les acteurs faibles : sortir de la loi du plus fort

La prise en compte des *acteurs faibles*, dans une volonté participative (Annexe II.11.), est une affaire délicate (Bourque & Thuderoz, 2002 ; Mollard & Vargas, 2003 ; Villeneuve & Huybens, 2002 ; Thuillier & al., 2002). Si l'on n'y prend garde, des acteurs disposant en apparence de peu de pouvoir peuvent, au final, exercer une emprise tyrannique sur la négociation à travers la défense forcenée de particularismes (Roche, 2002). Sans aller si loin, l'élargissement de la participation risque d'augmenter les sources de conflit. Il convient donc d'utiliser le conflit comme une source d'enrichissement et de créativité car l'expression des différences suscite l'imagination, la recherche et la découverte de voies de résolution, à condition qu'il soit bien géré et que les acteurs disposent des outils nécessaires pour s'en

servir dans ces buts. Dans les autres cas le conflit est destructeur, il empêche les prises de décision en fonction de critères explicites et il fait d'un possible partenaire un adversaire acharné ! Les praticiens doivent donc apprendre à gérer les conflits, non pas pour l'emporter sur un adversaire identifié comme tel, mais pour établir une relation plus juste, aplanir des différends et trouver des solutions (Huybens, 2003).

Rappelons que dans le cadre d'un projet, la décision peut-être prise de différentes façons : (1) seul, décision individuelle unilatérale non négociée ; (2) par consultation (fait ponctuel qui concerne un projet déjà élaboré et qui reste du ressort de celui qui consulte), le décideur demande seulement un avis et il n'y a pas de négociation ; (3) par concertation, pratique qui consiste à faire précéder une décision d'une consultation des partis concernés pour mettre au point un projet commun et qui implique une négociation très limitée ; et (4) par participation (mise en avant par de nombreux textes dont notamment la Directive cadre européenne sur l'eau, 2000) qui implique contrairement à la consultation un processus dynamique et interactif, se traduisant dans la durée par une implication positive des acteurs (qui peuvent faire des propositions) tout au long de l'élaboration d'un projet commun dont ils ont eux-mêmes la responsabilité (Agence de l'eau rmc, 2002). Au fil de ces quatre points on constate que le processus conduisant à la décision se complique et se complexifie, car il implique un nombre d'acteurs de plus en plus important et confronte des *acteurs forts* à des *acteurs faibles*. Dès lors, le lien entre participation et décision se pose. *Est-ce qu'on décide vraiment quand on participe ?* (Thuillier & al., 2002). On observe, il est vrai, un écart entre une *participation éclairée*, cherchant réellement à impliquer les acteurs dans la décision, et une *participation sombre* ressemblant plutôt à un processus d'approbation des décisions. Dans cette funeste vision, les acteurs resteraient dominés par le pouvoir (sans marge de manœuvre) qui, sous couvert de participation chercherait à entériner des décisions : autrement dit *faire avaler la pilule*. Par ailleurs, une démarche participative nécessite que les acteurs aient envie de participer. Selon Huybens (2003), il convient de former les acteurs à l'aide d'une approche interpersonnelle fondée sur la gestion du stress et l'affirmation de soi en situation de conflit. La table des négociations, considérée en tant que lieu physique, devient un lieu hautement stratégique pour les acteurs où il est important de prendre en compte les phénomènes de groupes et les raisons qui font basculer un groupe ou perdre la face à un acteur confronté à une incohérence, notamment lors de moments cruciaux de la négociation.

Si l'approche participative fait actuellement l'objet de nombreuses réflexions théoriques (Roche, 2002), en France les réalisations pratiques restent peu nombreuses et les expériences comme les SAGE (Agence de l'eau RMC, 2002) pour la *gestion participative* de la ressource en eau progressent lentement. Au niveau québécois, les controverses sur la gestion forestière ont amené le gouvernement à prendre une série de mesures dans les 20 dernières années qui ont profondément modifié les pratiques des compagnies. Depuis 2002, la loi prévoit une négociation obligatoire entre les différents utilisateurs du territoire pour la conception des plans de coupe. Les enjeux économiques, écologiques, sociaux et éthiques (de solidarité intra et intergénérationnelle) liés au *développement durable* se retrouvent de manière paradigmatique dans ce cadre nouveau. Or le *développement durable* est immanquablement lié à la *gestion participative*. Dans un contexte de mondialisation des marchés, des entreprises, de l'information, mais aussi des décisions en matière d'environnement (par exemple, les conventions mondiales sur la biodiversité, la désertification ou les changements climatiques), l'approche participative, en redonnant du pouvoir à chacun, permet en effet l'appropriation d'actions locales insérées dans des cultures particulières. Mais la *gestion participative* nécessite bien des habiletés et des connaissances que la plupart des acteurs de terrain ne possèdent pas encore. Les compagnies forestières sont donc très intéressées par le développement de compétences dans ce domaine. Parce qu'elle reconnaît au moins la légitimité des acteurs impliqués, l'approche participative fait nécessairement émerger des

représentations de la réalité plus ou moins divergentes, des enjeux insoupçonnés, des valeurs pas toujours partagées (Gagnon & al., 2003).

Dès lors, comment éviter le recours à la loi du plus fort pour prendre les décisions ? Comment éviter les phénomènes qui freinent le processus de décision ? Comment éviter la tyrannie des acteurs absents, la défense d'un particularisme forcené ou d'intérêts égoïstes éloignés du bien commun ? Ces questions nécessitent d'avoir une bonne connaissance du *jeu d'acteurs*.

II.2.2.3. Sociologies de l'environnement : éviter la dictature des acteurs faibles

- *Historique de la discipline et modalités d'action*

La sociologie de l'environnement est une discipline jeune (Leroy, 2001). Dans les années 1970, la sociologie n'est pas préparée à aborder la problématique environnementale. Les spécialistes dissertent sur les causes (surpopulation, technologie, capitalisme, mentalités) et butent sur des dynamiques multi-causales difficiles à analyser. Il est vrai qu'à cette époque la sociologie néglige tout ce qui n'est pas *rapport social* en écartant les contextes physique, biologique ou géographique. Les années 1980 sont marquées par la grande diversité des angles d'approche, mais le cadre théorique reste pauvre, les analyses restent normatives et empreintes d'idées tantôt néo-marxistes, tantôt néo-modernistes. La sociologie de l'environnement acquiert une dimension pluridisciplinaire au cours des années 1990. Les analyses portent sur la manière dont les problèmes d'environnement sont combattus par les pouvoirs publics et sur l'efficacité des politiques mises en œuvres. Après les années 1990, l'accent est mis sur des problématiques liées à la modernisation et le développement de nouvelles technologies. Aujourd'hui, la réflexion semble dominée par l'idée que les problèmes environnementaux concernent tout un chacun et que la recherche doit s'orienter vers une approche *multidisciplinaire* afin de « susciter le besoin de connaissance par le canal de la synergie entre science et société et s'unir pour mettre ces idées neuves en application ». Désormais, la priorité est donnée à la mise en œuvre sur le terrain par les praticiens. Il est vrai qu'aujourd'hui « les sciences sociales font l'objet d'appels pressants de la part des acteurs de terrain qui disent ne pas être suffisamment entendus » (Jolivet & Legrand, 1998).

A l'heure actuelle, l'environnement dans les sciences sociales met en jeu des « épistémologies contrastées », et notamment celles issues :

- de la tradition sociologique où « seuls les faits sociaux constituent un objet d'étude [...] les problèmes d'environnement peuvent constituer un thème d'analyse sociologique, dans la mesure où ils sont des manifestations socialement construites des rapports entre groupes ou agents sociaux et leur environnement physique ou biologique, et où ces manifestations donnent lieu à la constitution d'institutions sociales visant à intervenir sur ces problèmes » ;

- de la tradition anthropologique se focalisant sur « la diversité des formes culturelles de construction et d'appropriation de la nature [...] le tissu sans couture nature-culture » où les problèmes environnementaux sont souvent abordés comme objets de débat social et de réorganisation des relations sociales ;

- de la tradition psychosociologique et ethnographique où l'objectif affiché consiste à « définir, mesurer les valeurs et attitudes des différents agents sociaux face à l'environnement et leurs aptitudes à s'engager ou non dans des modifications de pratiques pour protéger ou améliorer celui-ci » (Deverre, 1998).

- *Regard croisé sur les oubliés de la négociation à travers trois notions qui s'interpénètrent*

En somme, les *rappports sociaux* entre acteurs d'un territoire, entre *acteurs forts* et *acteurs faibles* par exemple, peuvent être circonscrits par la tradition sociologique et notamment par la théorie de l'*acteur social* (Crozier & Friedberg, 1977 ; Quivy & Van Campenhoudt, 1995). Les *rappports patrimoniaux* entre acteurs et territoire (*acteurs absents* par exemple) peuvent quant à eux être décrits par la tradition anthropologique et notamment le concept de *patrimonialisation* (Micoud, 2000 & 2001 ; Ollagnon, 1989 ; Puech, 1999). Les *valeurs morales*, quant à elles situées à la croisée du *rappport social* et du *rappport patrimonial*, correspondent plus à la tradition psychosociologique et notamment au concept de *représentations sociales* (Dousset, 2003 ; Le Bourhis, 1999 ; Moscovici, 1961 & 1989). Ces trois notions sont développées en Annexe II.12.

II.2.3. La médiation au secours des oubliés de la négociation

La négociation, considérée dans son aspect social et territorial, permet d'envisager les éléments que sa théorie fondamentale omet ou a du mal à gérer. Après avoir dégagé des hypothèses de travail fondées sur les considérations théoriques abordées dans les parties précédentes, la notion de médiation est envisagée non plus sous l'angle étroit d'un moyen de résolution des conflits, mais d'une manière plus large en tant que processus favorisant la construction d'un monde commun et l'action.

II.2.3.1. Bilan pour dégager quatre hypothèses de travail (H1, H2, H3, H4)

Les relations humaines peuvent s'énoncer à travers un *rappport social*. La négociation et l'*aide à la négociation* ont pour objectif de favoriser l'entente entre humains contemporains. L'élaboration d'une décision peut se faire par un compromis qui a souvent tendance à minimiser l'importance des *acteurs faibles*, des *acteurs absents* et des *valeurs morales* (ou à mal les prendre en compte) au profit des *acteurs forts*. Il en résulte une vision tronquée de la *négociation territoriale* car :

- les relations humaines s'expliquent aussi par un *rappport patrimonial* (H1) ;
- l'obtention d'un consensus entre humains peut amener à la dégradation d'un bien commun environnemental (H2).

Les relations au territoire peuvent s'énoncer à travers un *rappport patrimonial*. La *patrimonialisation* et l'*aide à la conservation* ont pour objectif de faire du lien avec les *acteurs non-humains* et les *humains non-contemporains*. L'élaboration d'une décision, à propos de pratiques environnementales, peut se faire par définition d'un *patrimoine commun* incluant le vivant biologique et les *générations futures*. Dans cette approche, il ne faut toutefois pas perdre de vue que :

- les pratiques environnementales s'expliquent aussi par un *rappport social* (H3) ;
- certaines pratiques conservationnistes peuvent générer des conflits entre humains (H4).

Dès lors, une *négociation territoriale*, pour une *gestion équilibrée* de la ressource en eau, par exemple, n'est envisageable que si elle intègre les *acteurs absents* et les *humains contemporains* (c'est-à-dire les *acteurs forts* et les *acteurs faibles*). Les *valeurs morales*, considérées comme *représentations sociales*, constituent un élément charnière entre *rappport social* et *rappport patrimonial* (Tableau de synthèse Chapitre III.).

Malgré un énoncé assez simple, ce type de négociation reste très complexe. Il est souvent question d'adjoindre à un tel processus des méthodes d'apprentissage et de facilitation, en mobilisant notamment la notion de médiation pour *une négociation plus écologique et une conservation plus humaine*.

II.2.3.2. Au-delà de la simple résolution des conflits : la médiation territoriale

Sur un plan philosophique, la notion de médiation va bien au-delà de la simple résolution des conflits. Elle caractérise les rapports entre le sujet et le monde (Caune, 1999) et se pare d'une double fonction :

- établir des liens entre les hommes, dans le temps présent et à travers les générations ;
- dépasser la relation immédiate pour se projeter vers l'avenir.

Si la médiation peut être recherchée dans le projet politique, reconnue dans l'œuvre d'art ou figurée dans les mythes et les récits, elle a tendance aujourd'hui à devenir un concept marketing. Dans un contexte de *négociation territoriale*, il est fréquent que l'on fasse appel à des intervenants extérieurs dont le rôle consiste à projeter une image de la réalité locale, des enjeux communs, des points de vue de chacun comme support au dialogue : « le dialogue peut se nouer sur la base de l'image de la réalité qui a été projetée ». Beuret & Trehet (2001) définissent la *médiation territoriale* comme une activité qui « favorise le dialogue, la concertation et la recherche d'un accord, sans en influencer les termes [...] qui consiste à agir au sein d'un processus de concertation plus ou moins formalisé ou à susciter son émergence, pour catalyser la construction d'accords formels ou tacites qui contribuent à une *gestion concertée* de biens ou d'espaces inscrits dans un territoire, sans en influencer le contenu, ceci entre plusieurs catégories d'acteurs porteurs de demandes divergentes concernant l'utilisation et le devenir des objets concernés ». Cette médiation est souvent articulée à des fonctions d'expertise ou d'arbitrage. Beuret & Trehet (2001) distinguent deux types pratiques de *médiation territoriale* :

– *la médiation-miroir* : ce type de médiation peut tout aussi bien intervenir dans des cas de conflits déclarés que hors de conflits. Ici, le rôle de l'intervenant est de mettre en forme la réalité locale et d'en présenter une image tout en restant le plus neutre possible. « Cette image est un support pour ouvrir le dialogue ou, plus avant dans le processus, une base informative que l'on utilise pour construire un accord ». Dans cette configuration, le médiateur dispose de différents outils de représentation de la réalité : des représentations photographiques (paysage, photographies aériennes) utilisées pour interpeller les acteurs, des *représentations spatiales* (cartes) mobilisées pour amorcer le dialogue, des représentations du *jeu d'acteurs* (catégories, nœuds de conflits) comme point de départ à la recherche d'accords, et des représentations prospectives (scénarios) pour concrétiser les activités des acteurs.

– *la médiation-passerelle* : ce type de médiation mobilise un acteur du territoire doté d'une multi-appartenance (élu et agriculteur, écologiste et agriculteur). Ici, le dialogue repose sur la relation de confiance que chaque acteur met dans la personne du médiateur qui constitue un lien.

La posture du médiateur est délicate car elle oscille entre détachement et implication (travaux de terrain, temps de convivialité), légitimité et neutralité, sans être suspectable de connivence ou d'influence, et demande parfois un savoir technique. Selon Beuret & Trehet (2001), dans les cas qu'ils ont étudiés « le médiateur n'est pas convoqué en tant que tel mais émerge au cours du processus de négociation où il forge sa propre légitimité ». En un mot, il faut savoir se faire accepter. Généralement, la médiation environnementale fait appel à un tiers neutre, indépendant, sans pouvoir dont le rôle est « d'aider les partis en conflit à s'accorder sur la définition en commun d'une solution qui puisse mutuellement les satisfaire ». Dans ce cas, le médiateur est convoqué par un porteur de projet et intervient dans des problématiques d'aménagement. Dans un cas de *médiation territoriale*, au contraire, le médiateur doit émerger sans convocation. Si le premier cas ressemble à un contexte de concertation, le second satisfait le volet théorique de la négociation.

A l'heure actuelle, la médiation, qu'elle soit territoriale ou environnementale, est peu pratiquée, et on préfère souvent utiliser le terme d'animation. Il n'existe pas ou peu de financement et de formations appropriés à cette fonction.

II.2.3.3. La médiation comme moyen d'action

Quand Kalaora & Charles (2000) parlent de *gestion intégrée*, ils font référence à la nécessaire coopération qui doit exister entre des acteurs multiples tirant leurs ressources d'un même milieu naturel. Cette considération leur permet de souligner le lien étroit qui existe entre *gouvernance* et *gestion intégrée* à travers le concept de *développement durable*. Ils se revendiquent comme *social scientist*, où la position de l'anthropologue se rapproche de celle du médiateur symbolique et instrumental entre les communautés locales et les politiques publiques. Le rôle de *social scientist* est donc proche du messenger, de l'interprète, du passeur d'énoncés et du communicant. Cette démarche de *gestion équilibrée* (*gestion environnementale, gestion soutenable*) suppose : (1) une immersion dans le territoire et les milieux concernés (recherche-action) ; (2) la création d'un accord sur la démarche de *gestion intégrée* dans une optique de durabilité ; et (3) d'amener chaque individu, chaque organisme, chaque institution à agir en fonction du bien de l'ensemble, cet ensemble étant perçu comme étroitement lié au devenir de son environnement naturel.

On retrouve la notion de médiation et le médiateur, comme aide aux négociateurs pour trouver une solution durable à un conflit d'aménagement du territoire, dans les fonctions d'éco-conseillers (Villeneuve & Huybens, 2002) et de paysagiste expert-conseil (Conan, 1994 ; Lassus, 1994).

La fonction des éco-conseillers telle qu'elle s'exerce actuellement en France et en Belgique et telle qu'elle est enseignée au Québec ressemble à bien des égards à ce *social scientist*. La formation des éco-conseillers à l'UQAC⁴² est fortement teintée de cette approche. L'éco-conseiller exerce un métier dont l'objectif est de mettre en œuvre des projets à l'échelle locale en favorisant un partage des représentations, des pouvoirs et des connaissances, en reconnaissant les limites des systèmes naturels à satisfaire aux besoins et aux désirs des humains, dans un contexte culturel et technologique donné. L'éco-conseiller peut provenir de tout horizon professionnel ou disciplinaire. Des sociologues, biologistes, journalistes, des ingénieurs, des agronomes ou des administrateurs ajoutent à leur formation initiale un diplôme comportant l'acquisition des compétences en sciences de l'environnement bien sûr, mais aussi en éthique, en communication, en gestion de projets et d'équipes *multidisciplinaires*. À la différence d'autres programmes qui forment plutôt des spécialistes en environnement, les formations *éco-conseil* permettent d'acquérir en plus des compétences axées sur la mise en valeur des savoirs des autres. L'éco-conseiller a souvent été qualifié de généraliste ou d'expert intégrateur. Il n'est donc pas un spécialiste ou un expert au sens où l'on entend habituellement ces termes. Les spécialistes maîtrisent des informations très élaborées sur des sujets restreints. Les éco-conseillers, quant à eux, possèdent moins d'informations mais sur plus de sujets. Ils auront donc une vision globale et intégrée d'une problématique environnementale. Le *développement durable* est leur cadre de référence, bien plus qu'une science en particulier. L'intérêt de ces généralistes, c'est donc la lecture *multidisciplinaire* et multiculturelle qu'ils peuvent apporter. Ce qui n'enlève rien à la nécessité des spécialistes : les nuances et le résultat des recherches qu'ils sont capables de fournir sont le matériau à partir duquel s'ancre la pratique de l'éco-conseiller. Celui-ci agit alors comme interface entre les spécialistes de plusieurs disciplines ou comme interface entre le spécialiste et le décideur ou le profane. Il doit apporter des lectures sociales, culturelles,

⁴² Université du Québec à Chicoutimi.

économiques, scientifiques des réalités environnementales. Il gère aussi des projets dans lesquels il informe, il forme et sensibilise. En somme, ce n'est pas un *acteur neutre*, c'est un pluraliste (Villeneuve & Huybens, 2003).

Dans le domaine du paysage, on assiste souvent à des conflits d'identité entre certains habitants (citadins néo-ruraux) et les usagers traditionnels des lieux (population locale). Les premiers retournent à la campagne pour retrouver une identité, une authenticité perdue. Il en découle souvent des relations difficiles entre citadins et campagnards sur les questions d'aménagement. En effets, les néo-ruraux imposent une domination idéologique pour construire la nature à leur image en s'appuyant sur des textes de lois et des pratiques administratives qui vont dans leur sens. La production des paysages est donc tiraillée entre fixité et processus d'évolution. Conan (1994) propose de donner un rôle nouveau aux paysagistes afin qu'ils ne soient plus les alliés inconditionnels des néo-ruraux. Selon lui, le paysagiste doit devenir un négociateur, un médiateur pour inventer « les paysages qui condensent les emblèmes des différents groupes et qui organisent la co-existence des différents rapports de propriété ». Il s'agit, en d'autres termes, de développer une identité collective pour qu'un nouvel aménagement devienne un emblème commun, sans imposer un point de vue de technicien du paysage. Le paysagiste expert-conseil peut s'adjoindre les services d'un aménageur, disposant des compétences techniques nécessaires pour l'aider dans sa tâche. Lassus (1994) propose d'utiliser l'*analyse inventive* pour mener à bien ce travail. Cette analyse prévoit un état des lieux, l'identification du ou des processus de l'évolution physique et des pratiques de ces lieux et l'étude des relations spécifiques entre lieu et pratiques de ce lieu.

L'analyse inventive doit permettre la production de nouveaux paysages par *entrelacement* : c'est-à-dire en réinventant, « en poursuivant par une création contemporaine (à l'échelle de l'ensemble du lieu et pas seulement une simple adjonction formelle localisée) la logique d'articulation entre les compositions successives du lieu au cours de son développement [...] l'aménagement progressif ne résulte pas d'adjonctions successives de parties nouvelles, mais d'une succession de réécritures sur le même espace et de réinterprétations, par la société qui l'utilise ». Un tel entrelacement est appelé *processus d'inflexion du paysage* qui doit considérer « l'ensemble des mouvements interactifs d'un lieu [...] de ne pas l'arrêter, de ne pas le fixer ».

A travers ces trois exemples, on constate que la médiation est un processus fortement orienté vers l'action. Dans un contexte de négociation, le médiateur pourrait être celui qui représente les *acteurs faibles* et prend en compte les *acteurs absents*, celui qui permet à l'ensemble des acteurs de se comprendre, ou celui qui agit comme interface entre les acteurs. C'est celui qui pourrait se faire *porte-voix des acteurs faibles* et *porte-parole des acteurs absents*. Mais dans ce cas le médiateur risque de se mettre en mauvaise position car il devient porteur d'enjeux de ces acteurs et donc partie prenante. Il devra donc veiller à ne pas devenir un défenseur inconditionnel d'une catégorie d'acteur tout en veillant à ne pas perdre la notion de bien commun. La fonction de médiateur actif dépend donc des qualités de la personne qui l'incarne. La médiation est un moyen de rendre collectives les différentes représentations des acteurs, de gérer les communications en terme d'efficacité et d'apprentissage (Huybens, 2003). Le recours à l'expertise pour éclairer des questions, pour mettre la connaissance à portée des acteurs, constitue un moyen d'apprentissage qui passe par l'appropriation et la discussion. L'efficacité se pose en terme de structuration de la discussion avec une alternance de mode formel (qui permet d'avancer) et de mode informel (qui laisse place à la discussion) dans le processus. Une telle structuration demande donc du temps. La durée associée à un *bricolage* informel semble être un facteur essentiel de réussite.

Il apparaît donc que la tâche de médiation est complexe et que son incarnation en une seule personne semble difficile. En ce sens, plusieurs médiations émanant d'acteurs différents peuvent cohabiter ou se succéder au sein du processus de négociation selon les besoins. Le médiateur pourrait donc être polymorphe et pluriel pour incarner tantôt un modérateur, un porte-parole, un expert, un formateur...

La médiation pourrait être un plus dans une société où les experts et les décideurs sont remis en cause et où la tension entre démocratie représentative et démocratie participative va grandissante. La *gouvernance* à travers ses principes de transparence, de responsabilité, de coopération a en effet tendance à diluer l'autorité légitime et nombre de questions restent ouvertes : *Qui fait le droit ? Qui est le décideur final ? Qui est le responsable ? Qui fixe des règles ? Sur quelles bases et sur quelles modalités prend-on une décision ?* En tout état de cause, le médiateur est impliqué avec les acteurs dans des jeux de pouvoir et de manipulation. Il doit donc veiller à ne pas être le vecteur d'un simulacre de négociation visant à imposer, ou de manière plus subtile à demander l'approbation de décisions prises à l'avance. Il semble dès lors qu'une éthique de la médiation, qu'une déontologie soit de mise. Celle-ci repose sur la confidentialité, la confiance et la validation des résultats par les acteurs.

II.3. Des représentations au service de la *négociation territoriale*

Sur un territoire, la question des représentations semble tenir une place prépondérante. Que ce soit la perception de l'environnement, la perception de la nature, la perception du vivant biologique et des ressources naturelles, que ce soit la perception des acteurs, que ce soit les *valeurs morales* d'aménagement, tout ceci semble pour une part affaire de *représentations sociales*. La prise en compte d'une telle composante subjective peut être gage d'une négociation réussie. D'un autre côté, la construction et l'utilisation de représentations du territoire, a priori plus objectives, semblent être un outil de médiation capable de faciliter une négociation. Dès lors, il est utile de mieux circonscrire la notion de territoire pour mieux le représenter.

II.3.1. Le territoire : une entité difficile à appréhender

Quoi de plus facile à définir qu'un territoire ? La réponse peut être simple si l'on se réfère à des découpages administratifs. Toutefois, de telles limites deviennent floues et mouvantes selon que l'on s'intéresse à des découpages naturels ou identitaires. Un territoire est une entité fortement *pluridimensionnelle* qu'il est nécessaire d'appréhender sous différents angles en englobant approches objectives et subjectives. Il peut être patrimoine, paysage, lieu, espace naturel.

II.3.1.1. Entre sujet et objet, un territoire pluridimensionnel

Emprunté au latin classique *territorium*, un territoire est une « étendue sur laquelle vit un groupe humain ». Le 13^e siècle, lui donne le sens « de pays, paysage » pour désigner aujourd'hui une « étendue de terrain sur laquelle est établie une collectivité, spécialement qui relève d'une juridiction » (17^e), « de l'autorité de l'Etat » (18^e). Au 20^e siècle, l'éthologie définit aussi le territoire comme « l'espace qu'un animal se délimite et dont il interdit l'accès à certains animaux, en particulier ceux de sa propre espèce. Par métaphore, il signifie « domaine, en parlant de ce qu'une personne considère comme sien »⁴³.

Ces définitions de base du territoire amènent une première question : *Comment définir les limites d'un territoire ?* La réponse peut être simple si l'on se réfère à un découpage

⁴³ Rey A. (1998) – Le Robert. Dictionnaire historique de la langue française. Tome 1, 2, 3. Ed : Dictionnaire Le Robert, Paris.

administratif, ou plus complexe si l'on se réfère à l'appréciation des groupes humains qui l'habitent, à la répartition du vivant biologique ou aux limites des bassins hydrogéographiques. En somme, un territoire peut-être circonscrit tant comme un espace administratif organisé politiquement, que comme un espace biophysique, un milieu, organisé selon des critères naturels (Micoud, 2005).

Appréhender un territoire nous place donc devant l'antithèse classique sujet-objet (Micoud, 2000) ; en ce sens un territoire ne peut être réduit ni à ses limites objectives, ni à ses limites subjectives⁴⁴. Les théoriciens du paysage proposent une approche intéressante qui permet de dépasser cette antithèse. Ils considèrent que « le paysage ne réside pas seulement dans l'objet, ni seulement dans le sujet, mais dans l'interaction complexe de ces deux termes (Berque, 1994). En ce sens, il semble essentiel d'appréhender un territoire comme une *entité relationnelle complexe* constituée en trois dimensions indissociables : physique, biologique et humaine. Indissociables, oui, mais tout en gardant à l'esprit qu'un territoire est avant tout un complexe *multi-acteurs* où pratiques, préférences et savoirs s'entremêlent.

Dans un tel contexte territorial *multi-acteurs*, l'*aide à la négociation*, quand elle doit satisfaire les principes de la *gouvernance* appliqués à la gestion d'une ressource naturelle, nécessite une somme de connaissances importante pour assumer la notion de *gestion équilibrée*. Dans cette optique, et même si un paysage⁴⁵ ne constitue pas un territoire, l'approche paysagère de Berque (1994) est un point de départ intéressant pour appréhender un territoire. Pour lui, son étude ne se réduit pas aux données objectives d'une vision morphologique (hydrographique, hydrologique, hydrogéologique, hydrobiologique), ou aux données subjectives d'une vision psychologique (regard, *valeurs morales*), mais bien dans l'interaction complexe de ces deux approches. Actuellement, On retrouve cette préoccupation en sociologie de l'environnement qui associe désormais la relation individu-environnement à d'autres questions classiques mais négligées, telles que les rapports entre individu et nature, entre société et environnement physique, et finalement entre culture et nature (Leroy, 2001).

II.3.1.2. Du territoire au paysage : un nœud théorique⁴⁶

Sur un plan historique, on distingue des civilisations non paysagères et des civilisations paysagères⁴⁷ (Berque, 1994). L'Europe amorce son entrée dans cette deuxième catégorie à travers la peinture du 15^e siècle qui porte un regard nouveau sur le monde au moment où la nature commence à se dégager de l'histoire sainte. Le paysage naît alors dans la peinture de la renaissance. Au 17^e siècle, l'avènement du cartésianisme, de la physique moderne marque une révolution scientifique qui change le monde. Sa compréhension est désormais centrée sur l'objet et exclut le rapport avec le point de vue du sujet. Au 20^e siècle, « la modernité tue le paysage » en opérant une triple séparation du sujet par rapport au monde : celle de

⁴⁴ « Le paysage ne se réduit pas aux données visuelles du monde qui nous entoure. Il est toujours spécifié de quelques manières que ce soient par la subjectivité de l'observateur ; subjectivité qui est davantage qu'un simple point de vue optique [...] l'étude paysagère est autre chose qu'une morphologie de l'environnement [...] le paysage n'est pas que le miroir de l'âme. Il se rapporte à des objets concrets, lesquels existent autour de nous [...] ni rêve, ni hallucination, car ce qu'il représente ou évoque peut-être imaginaire, il existe toujours un support subjectif [...] l'étude paysagère est autre chose qu'une psychologie du regard [...] le paysage ne réside ni seulement dans l'objet, ni seulement dans le sujet, mais dans l'interaction complexe de ces deux termes [...] il met en jeu une intuition mentale de la réalité et la constitution matérielle des choses » (Berque, 1994).

⁴⁵ Un paysage est un espace qui est vu, qui est éprouvé.

⁴⁶ « Le paysage loin de n'être qu'un emballage de la réalité de notre environnement traduit que celle-ci a été, qu'elle est encore et doit plus que jamais être instituée par les *acteurs locaux* » (Berque, 1994).

⁴⁷ Une civilisation est définie comme paysagère si elle répond à quatre critères : 1) usage d'un ou plusieurs mots pour dire paysage, 2) présence d'une littérature décrivant les paysages et chantant leur beauté, 3) réalisation de représentations picturales des paysages, 4) création de jardins d'agrément (Berque, 1994).

l'environnement physique, du social et du corps. Sur cette base historique, Berque (1994) propose une nouvelle forme d'interprétation du paysage inspirée des sciences de l'écologie. Il l'envisage comme une entité relationnelle, ou *écoumène*, qui est « l'ensemble des milieux, ou la relation de l'humanité à l'étendue terrestre » : un milieu étant « la relation d'une société à son environnement [...] une entité relationnelle, construite par les médiations diverses qui s'établissent entre ses constituants subjectifs autant qu'objectifs ». Le paysage peut dès lors être interprété comme une de ces médiations. L'évolution du milieu est décrite ici comme une *médiance*, c'est-à-dire « la conjugaison au cours du temps de l'histoire et dans l'espace des milieux, des facteurs subjectifs et objectifs qui concourent à élaborer des milieux ». En termes plus simples, ceci revient à dire que « les sociétés interprètent leur environnement en fonction de l'aménagement qu'elles en font et réciproquement elles l'aménagent en fonction de l'interprétation qu'elles en font ».

Aujourd'hui, le paysage est reconnu comme un patrimoine. Les aménagements dont il fait l'objet conduisent souvent à des situations de conflit entre élus, aménageurs, usagers dont les modes d'appropriation du territoire peuvent être différents. Par exemple, l'utilité d'un territoire peut prendre différentes formes (Conan, 1994) : utilité économique, utilité scientifique, affichage électoral, loisir ; utilités souvent conditionnées par le mode de lecture du territoire (naturaliste, géographique, historique, esthétique, religieuse). Dès lors, un territoire possède des valeurs emblématiques différentes selon les acteurs. Ceci conduit donc à envisager le territoire en différents termes :

- *pays*, appropriation pour une production économique ;
- *lieu*, appropriation à des fins de commémoration culturelle ;
- *paysage*, appropriation d'un lieu en terme de singularité et d'expérience (souvenir, refuge, liberté).

Selon les groupes d'acteurs, un territoire peut être à la fois pays, lieu, paysage ou rien de tout cela. Au niveau du paysage, par exemple, différentes formes d'appropriation témoignent des valeurs emblématiques des groupes d'acteurs qui, pour se sentir exister, tendent à vouloir l'immobiliser ou l'aménager selon leur convenance. De tels effets sociaux jouent de manière variable sur l'invention de paysage selon qu'ils symbolisent : un retour nostalgique, une fuite romantique, une exaltation de la nature à reconstruire, le nationalisme. La rencontre de ces symboliques conduit à des conflits entre groupes d'acteurs au nom de morales d'aménagement différentes.

La tension entre conservation et développement constitue un exemple classique de confrontation de morales d'aménagement (Donadieu, 1994). On assiste ainsi à une immobilisation des paysages dans le désir collectif français en ce sens que « le public souhaite de la nature et pas de la campagne ». Cet exemple met le doigt sur la diversité et l'importance des représentations du territoire. De plus, ces représentations évoluent dans le temps (Lassus, 1994). En effet, « un paysage n'est pas une beauté naturelle » et sa perception comme telle nécessite un recul historique et culturel (Roger, 1994).

II.3.1.3. Du territoire au patrimoine : les germes d'une gestion commune

Si au 12^e siècle *patrimoine* désigne « des biens de familles, le trésor public (*patrimonium populi*) et les biens ecclésiastiques (*patrimonium Crucifixi*) », son sens premier englobe « l'ensemble des biens appartenant au *pater familias* ». Le 18^e siècle lui donne le sens figuré et plaisant de *génitoire*. Actuellement, sa valeur générale est la suivante : « ce qui est transmis à une personne, à une collectivité par les ancêtres, les générations précédentes ». En sociologie, il s'agit des « biens matériels intellectuels hérités par une communauté », et en

génétique du *génome*⁴⁸. Historiquement, depuis la Rome antique, jusqu'aux monarchies françaises, le patrimoine est l'apanage de l'empereur ou du roi. La Révolution française par nationalisation des biens dissocie le patrimoine du seul lien marchand pour l'associer désormais à un titulaire et à une identité. Aujourd'hui, on parle de patrimoine local, régional réapproprié par de nouveaux collectifs.

Comme le souligne Pupin (2003), le patrimoine est une notion hybride qui interroge de nombreuses disciplines et fait l'objet de recherches dans des domaines différents comme la sociologie à travers le concept de *patrimonialisation* (Micoud, 2000) et les sciences de l'action avec la démarche patrimoniale (Ollagnon, 1989). Dans le domaine du droit, outre sa valeur générale reposant sur des biens publics et privés, c'est à partir des années 1970 que les termes de patrimoine naturel, patrimoine de l'humanité, patrimoine génétique entrent dans les textes de loi. Rappelons que l'eau est patrimoine commun de la nation depuis 1992. Cette vision permet d'introduire la notion de bien commun, dépassant le clivage bien public/bien privé, et d'aborder le monde dans sa complexité, dépassant le clivage sujet/objet, pour faire du patrimoine « le produit d'une sélection de *représentations sociales* ». Dans le domaine de l'économie le patrimoine peut-être considéré comme un complément indispensable d'une part à la théorie marchande néoclassique, dans laquelle la nature est envisagée comme une *externalité*⁴⁹ supplémentaire à gérer⁵⁰, et d'autre part aux logiques d'évaluation des biens environnementaux⁵¹ (Hardin, 1968). Dans son étude, Pupin (2003) a défini des éléments clefs du patrimoine sous forme de questions ouvertes :

– *le titulaire du patrimoine* : *Qui est légitime pour participer à la négociation et la gestion d'un patrimoine ne faisant pas l'objet d'un droit de propriété ?* Une communauté de personnes physiques et morales semble être un titulaire approprié pour une *gestion patrimoniale*, reste à définir comment la désigner et quelles sont ses responsabilités.

– *le commun* : *Quel est le mode de gestion le plus approprié des éléments trans-appropriatifs*⁵² ? Une *gestion commune* semble être appropriée. Elle est à distinguer de la gestion privée (individuelle) et de la gestion collective (puissance publique). Reste à définir qui sont les parties prenantes de la gestion commune.

– *le rapport de l'homme au temps* : *Que mettre derrière la notion de transmission ?* Cette notion implique un choix lors de la perpétuation trans-générationnelle (passé-présent-futur) dans un monde caractérisé par l'incertitude et l'irréversibilité de certaines actions. Reste à déterminer les éléments à transmettre aux générations futures.

– *l'identité* : *Quels sont les éléments qui font du lien ?* Il ne s'agit pas seulement de transmettre des éléments, il s'agit aussi de perpétuer l'existence de groupes d'acteurs et leur identité dans le temps. Reste à déterminer quelles sont les identités sur un territoire.

– *l'unité* : les éléments clefs du patrimoine présentés ci-avant doivent être appréhendés de manière à constituer une unité tant au niveau du territoire, des acteurs, de leur identité pour établir une cohérence. Une difficulté réside dans le fait qu'une telle unité n'est pas immuable et ne reste pas immobile dans le temps.

Ces questions ouvertes sous-tendent la démarche de *patrimonialisation*. Un tel processus doit confronter les acteurs à une réalité commune. Il peut être schématisé comme un

⁴⁸ Rey A. (1998) – Le Robert. Dictionnaire historique de la langue française. Tome 1, 2, 3. Ed : Dictionnaire Le Robert, Paris.

⁴⁹ Interaction en dehors des échanges marchands.

⁵⁰ L'accent est souvent mis sur l'intervention de l'Etat, la taxation (principe pollueur-payeur) et sur l'idée de corriger la mauvaise définition des droits de propriété sur le capital naturel.

⁵¹ L'idée maîtresse est de tempérer les pressions environnementales en jouant sur le prix des ressources naturelles pour tenter d'établir un prix aux écosystèmes, aux espèces animales et végétales en fonction des services qu'ils peuvent rendre à l'homme.

⁵² Eléments échappant aux régimes des propriétés (ex : milieux naturels).

cheminement évolutif de situations où le passage de l'une à l'autre nécessite l'intervention d'un médiateur (Ollagnon, 2001 d'après Pupin, 2003) :

– *situation 1 – parcellisation* : chaque acteur présente sa réalité en fonction de ses propres critères d'action ;

– *situation 2 – triadisation* : la réalité commune est explicitée dans la relation *homme-homme-réalité* ;

– *situation 3 – unification* : les acteurs se constituent en titulaires pour la *gestion commune* d'une réalité *patrimonialisée* dans la durée.

Dans ce processus le médiateur doit accepter toutes les représentations des acteurs pour les intégrer dans une *metareprésentation* qui lui est propre mais qui doit rester fidèle aux propos et perceptions des acteurs concernés. Il réalise la jonction entre subjectivité et objectivité tout en renforçant l'identité de chacun, suscitant l'engagement dans une démarche fondée sur le désir plutôt que sur la contrainte.

La notion de patrimoine visant à l'appropriation collective d'un territoire commun ne rentre pas toujours dans les cadres administratifs ce qui entraîne parfois des difficultés, des blocages (Pupin, 2003). Ainsi, la question actuelle qui se pose est celle du *Comment vivre ensemble dans un espace biophysique ?* Ce milieu biophysique est source de conflits car il est lieu d'opposition ruraux/urbains (Micoud, 2005) : l'urbain qui a l'habitude qu'on organise pour lui c'est abstrait de la campagne et opère une requalification des espaces ruraux à travers des usages résidentiels ou touristiques ; le rural au contraire qui a l'habitude de gérer collectivement son espace est souvent en désaccord avec une telle requalification.

La notion de paysage permet d'insister sur l'aspect *pluridimensionnel* d'un territoire. Il est important d'envisager ce dernier dans ses dimensions physique, biologique et humaine en tant qu'entités relationnelles complexes indissociables concourant à la construction d'un territoire. S'il est important de tenir compte de données objectives comme la présence d'un fleuve, d'une forêt, d'une catégorie de population, il est tout aussi important de tenir compte des représentations, du regard subjectif que portent les ensembles humains sur ces objets physiques, biologiques ou sociaux dans leur temporalité.

II.3.2. Entre territoire concret et territoire abstrait : les représentations territoriales

L'idée de *représentations territoriales* est abordée ici sous l'angle des *représentations spatiales* et des représentations de l'espace, deux notions déjà mobilisées pour la médiation et l'aide à la négociation dont la finalité doit permettre l'action. Ces représentations travaillent avec la spatialité territoriale et proposent des produits opérationnels favorisant la transmission d'informations, le dialogue et la communication.

II.3.2.1. Représentations spatiales et représentations de l'espace

Le terme *représentation* est emprunté au latin signifiant « action de mettre sous les yeux ». Depuis, le 14^e siècle, il signifie « action de représenter, action de rendre présent quelque chose à l'esprit, à la mémoire, au moyen d'une image, d'un signe et, par métonymie, ce signe, image, symbole ou allégorie ». Si le terme s'est spécialisé dans l'acte artistique ou philosophique, il entre au 17^e siècle dans la terminologie philosophique et désigne « l'image fournie par l'entendement, par les sens ou la mémoire ou ce par quoi un objet est présent à l'esprit (image, concept) ». En psychologie il s'agit d'une « perception, d'une image mentale dont le contenu se rapporte à un objet, à une situation, à une scène du monde dans lequel vit le

sujet »⁵³. On distingue donc deux types de représentations : d'une part celles fondées sur un support concret (cartes, dessins, signes) et celles plus abstraites, fondées sur des images mentales.

Dans le domaine de la géographie, « une représentation est à la fois un processus, qui permet de faire connaître, de rendre compréhensible un phénomène, une idée, un objet [...] et le résultat de ce processus : une image, une carte, un diagramme, un tableau, un modèle [...] la spécificité d'une *représentation spatiale* se traduit par l'analyse des positions relatives des objets ou des phénomènes dans l'espace. Elle implique de fait l'analyse non seulement des objets ou des phénomènes mais aussi des relations qui existent entre eux [...] la *représentation de l'espace* est une affaire individuelle mais plus ou moins déterminée par les cultures, les informations, voire les mythes ou les représentations collectives, ou des réalités plus triviales » (Brunet & al., 1993). En se basant sur cette définition, Lardon & Moquay (1999) proposent de distinguer d'une part les *représentations spatiales*⁵⁴ en tant que supports graphiques concrets et d'autre part les *représentations de l'espace*⁵⁵ pour parler des perceptions des acteurs. Ces deux types de représentations sont mobilisés dans un contexte de développement territorial, lieu de rencontre entre chercheurs, acteurs ordinaires et institutions. Les *représentations spatiales* sont utilisées « comme langage visuel, pour donner à voir les phénomènes et permettre le dialogue entre acteurs », ce qui n'est pas sans rappeler la médiation-miroir proposée par Beuret & Trehet (2001).

Selon Lardon & al. (2001), les *représentations spatiales* sont un passage obligé pour favoriser la rencontre entre la communauté des acteurs et des chercheurs : les premiers étant en charge du développement territorial et les seconds de l'analyse des dynamiques spatiales. Il convient donc de réaliser la rencontre entre ces deux communautés pour une meilleure prise en compte des dynamiques spatiales dans la décision publique. En effet, d'un côté les modèles spatiaux produits par les chercheurs s'avèrent souvent inopérants lorsqu'il s'agit de réfléchir aux questions du développement territorial. De l'autre, les acteurs de terrain ont parfois du mal à accéder aux représentations individuelles des autres et à générer des représentations assumées collectivement. Les *représentations spatiales* peuvent donc être vues comme des objets médiateurs des relations chercheurs, décideurs, acteurs ordinaires.

II.3.2.2. Des représentations spatiales pour la négociation

Analyser à travers le filtre de l'aide au développement territorial, Deffontaines & Marcelpoil (2001) envisagent différents cas d'utilisation des *représentations spatiales* :

– pour mieux définir un territoire et des stratégies pour l'action (circonscrire le rapport à l'espace, favoriser le débat entre acteurs, construire des scénarios) à l'aide de représentations paysagères par exemple ;

– pour une meilleure prise de conscience de l'histoire commune et pour l'appropriation collective du territoire (établir un lien entre populations locales et aménageurs) à l'aide de modèles cartographiques mobilisés comme outils d'animation ;

– pour réaliser un diagnostic, dégager des solutions et planifier des actions dans une optique de *gestion durable* à l'aide de supports cartographiques où les acteurs décrivent et représentent leurs activités.

L'utilisation de *représentations spatiales* est fortement teintée de recherche-action (Cairol & Piveteau, 2001). Dans cette acceptation, elles structurent les échanges entre acteurs et

⁵³ Rey A. (1998) – Le Robert. Dictionnaire historique de la langue française. Tome 1, 2, 3. Ed : Dictionnaire Le Robert, Paris.

⁵⁴ « *Représentations spatiales* externes matérialisées par des objets et accessibles par le biais de la communication » (Maurel, 2001).

⁵⁵ « *Représentations spatiales* internes ou représentations mentales » (Maurel, 2001).

chercheurs en tant que support d'argumentation, support d'action et support d'analyse pour l'aide à la décision. Selon le cas, les *représentations spatiales* peuvent être produites par les acteurs eux-mêmes dans une optique participative ou simplement testées et validées par ceux-ci. La démarche participative nécessite donc l'articulation entre *représentations spatiales* internes et externes. Les premières ne sont pas sans rappeler les *représentations sociales*. Elles sont constructions sociales, fondées sur la connaissance et le raisonnement, et tiennent compte de la diversité des points de vue et de leur évolution dans le temps. Les secondes, quant à elles, sont fondées sur l'information et la communication. Elles sont support d'information et transmises d'un émetteur (producteur de l'information) vers un récepteur. Si le support cartographique est le support d'information privilégié de ces *représentations spatiales* externes, force est de constater qu'il n'est pas le support exclusif (Maurel, 2001). En effet, il est possible d'utiliser le dessin⁵⁶, la photographie située⁵⁷, le film⁵⁸, le croquis paysager⁵⁹, l'image satellitale⁶⁰, la photographie aérienne⁶¹, la vue 3D⁶², le bloc-diagramme⁶³, le chorème ou le modèle informatique⁶⁴. La carte est « une représentation réduite d'un espace donné, en mode vecteur ou en mode raster, le plus souvent dans un repère orthonormé ou euclidien. Elle est caractérisée par une échelle, une projection, une légende qui décrit les signes employés ». On distingue des cartes topographiques, thématiques ou statistiques. Elles peuvent représenter des phénomènes délimités sur le terrain (forêts, cours d'eau...) et des phénomènes invisibles (limites administratives, démographie...). Elles peuvent aussi révéler des structures, des interactions et des dynamiques.

Il existe des interactions entre *représentations spatiales* internes et externes qui marquent la rencontre entre espaces réels et espaces cognitifs. Comme le souligne Maurel (2001), les représentations externes vont modifier les représentations internes selon deux cas de figure :

- en tant que processus de réflexion, elles peuvent modifier les représentations internes en élargissant les connaissances et en modifiant le raisonnement ;
- en tant que support de communication, pour informer, éduquer, convaincre, échanger, elles peuvent modifier les représentations internes en influençant connaissance et comportement.

La carte, par exemple, peut-être utilisée dans ces deux cas de figure. Son usage en terme de support de communication cartographique est variable. En effet, la carte peut être destinée au plus grand nombre (utilisation publique) ou à un groupe restreint (utilisation privée), elle peut révéler des faits invisibles ou asseoir des faits connus, elle peut être construite uniquement par un concepteur ou co-construite avec l'ensemble des acteurs.

La production de *représentations spatiales* n'est pas chose simple. Selon le cas, les *représentations spatiales* doivent être à même de restituer la dimension spatiale (2D), le relief (3D) et la dimension temporelle (4D). Il est aussi nécessaire de gérer la tension entre degré

⁵⁶ Représentation très subjective à main levée.

⁵⁷ Image brute de la réalité prise selon un angle de vue restreint pour produire des images dans l'imaginaire des gens (vocation esthétique) ou restituer une réalité (vocation technique).

⁵⁸ Représentation permettant de balayer l'espace ou de montrer un processus dynamique.

⁵⁹ Représentation réaliste permettant de reconstituer les objets d'un espace et leur position.

⁶⁰ Représentation en mode raster de l'état d'un espace qui une fois interprétée devient carte.

⁶¹ Représentation en mode raster de l'état de l'espace analogue aux images satellites mais de résolution spatiale plus forte.

⁶² Représentation très réaliste d'une carte ou d'une image à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT) pour restituer le relief.

⁶³ Représentation très conceptuelle pour montrer des éléments invisibles, des faits cachés, des structures spatiales, des flux, des interactions.

⁶⁴ Version modélisée d'un film vidéo qui représente une tranche de réalité.

d'abstraction⁶⁵ généré par la représentation et la perception sensorielle humaine. Un trop fort degré d'abstraction peut rendre la carte illisible par les acteurs. Il convient donc de maîtriser les langages qui permettent de coder et décoder une représentation. L'élaboration des cartes, par exemple, doit s'appuyer sur les règles de la sémiologie graphique⁶⁶ et des variables visuelles (Maurel, 2001) afin de faciliter leur lecture par les acteurs. La densité informationnelle d'une carte joue sur le temps d'interprétation et le degré d'attention du lecteur. L'utilisation d'un SIG permet de gérer la quantité d'informations mises à disposition selon les couches sélectionnées. Les *représentations spatiales*, une fois élaborées, sont diversement acceptées selon les utilisateurs. Elles peuvent susciter l'approbation, la méfiance ou le rejet. L'acceptabilité est fonction de différents facteurs comme la légitimité du concepteur, le degré de participation des acteurs, la lisibilité de la représentation, le sentiment de marginalisation éprouvé par des acteurs ne maîtrisant pas une démarche instrumentée, la mise à jour de déséquilibres conduisant à des blocages, les coûts d'élaboration⁶⁷ et d'appropriation⁶⁸.

Les *représentations spatiales* ont fait l'objet d'un certain nombre d'expériences dans le domaine de la gestion de l'eau. Selon Fustec & Lefeubre (2000), il est vivement conseillé de construire des représentations cartographiques en vue d'un meilleur affichage des connaissances pour une meilleure gestion de l'eau. Lardon & al. (2001) relatent quatre expériences de ce type :

– SIG *multi-acteurs* pour l'aide à la *gestion intégrée* des ressources en eau, destiné aux différents acteurs institutionnels. Les *représentations spatiales* élaborées tiennent compte du profil des utilisateurs et des règles de sémiologie graphique.

– SIG pour la protection des eaux souterraines face aux risques de pollutions agricoles. Les *représentations territoriales* ont permis la réalisation d'un diagnostic initial et la proposition de scénarios d'évolution.

– modèle informatique dynamique de l'hydrosystème couplé aux systèmes de production et aux processus décisionnels pour la *gestion intégrée* des ressources naturelles, agricoles et halieutiques.

– systèmes multi-agents pour simuler les modes de coordination de la ressource en eau et la viabilité de systèmes irrigués. Les SMA sont traduits sous forme de *jeux de rôles*, à l'aide de cartes décrivant les rôles pour faciliter l'appropriation des modèles et initier les discussions et les négociations.

D'autres expériences relatives à la gestion de l'espace mobilisent de simples représentations cartographiques comme vecteur d'information des experts (chercheurs) vers les décideurs pour transmettre les résultats de recherches. Les SIG, quant à eux, servent de

⁶⁵ Le degré d'abstraction est « le degré d'écart entre la perception par les organes sensoriels humains d'un espace donné et sa représentation externe sur un média [...] c'est l'inverse du degré d'iconicité qui « correspond au niveau d'analogie entre la représentation externe et le monde réel ». L'échelle d'iconicité va de l'analogique pur au digital pur. A titre d'exemple, « pour l'initié, les objets géographiques représentés relèvent du mode digital (il établit immédiatement le lien avec la réalité, il voit les relations qu'ils entretiennent entre eux...), alors qu'ils restent essentiellement analogiques pour le profane, sauf si les clés d'interprétation sont univoques (par exemple une légende de carte thématique) ».

⁶⁶ Les *représentations spatiales* sont des représentations visuelles qui sont élaborées à l'aide de signes ou graphèmes. L'assemblage de ces signes est révélatrice de formes (iconèmes), de distances, d'interactions. Un signe possède trois dimensions : le référent (objet désigné), le signifiant (moyen de représentation) et le signifié (produit de sens obtenu par ce moyen). « La signification que le lecteur se fera du signifiant dépend d'un double phénomène : celui de la dénotation et celui de la connotation. La dénotation est la signification intentionnelle, objective, qui respecte souvent une convention de représentation, alors que la connotation est la partie subjective de l'interprétation par le lecteur ».

⁶⁷ Coûts d'élaboration : base de données, formation du personnel concepteur, main d'œuvre, délais d'élaboration.

⁶⁸ Coûts d'appropriation : processus d'apprentissage collectif à la maîtrise des langages et outils de lecture des représentations, assimilation des informations véhiculées.

support de dialogue entre chercheurs et techniciens. Comme le souligne Maurel (2001) les SIG, en plein développement, ont provoqué une augmentation du nombre de cartes produites en appauvrissant leur qualité sémiologique moyenne. Cet auteur préconise donc de ne pas les utiliser comme outils de communication, mais plutôt comme outils de réflexion préalable. En effet, la structuration des bases de données restreint la manière d'appréhender la complexité du territoire, notamment dans sa dimension temporelle, et la composante sociale. Le contact avec les *acteurs locaux* semble plus facile par le biais de diagrammes paysagers (Lardon & al., 2001).

II.3.2.3. Représentations spatiales en action

La vocation des *représentations spatiales* est d'être orientée vers l'action (Moquay & al., 2001a). Leur utilisation nécessite donc une bonne connaissance des acteurs en présence, de leur rôle et de leur statut. Elle nécessite aussi, dans un contexte de recherche-action, de circonscrire les relations potentielles entre chercheurs et acteurs (Moquay & al., 2001b) :

Formulation du questionnement – des acteurs vers les chercheurs et réciproquement

Collecte d'informations – auprès des acteurs

Association des acteurs – traitement d'informations

Restitution – par les chercheurs à destination des acteurs (compte-rendu, formulation d'argumentaires, formation, sensibilisation)

Médiation – entre acteurs (le chercheur a un rôle de porteur d'informations, de recadrage de la situation, de traduction des intérêts et formulation de propositions visant à permettre l'établissement d'échanges ou d'un compromis entre acteurs).

En France, la *représentation spatiale* prédominante est la carte, surtout depuis le développement du SIG comme outil cartographique. Celui-ci présente des potentialités de représentations multi-critères et de traitements variés. Il permet le croisement d'informations multiples et de combinaisons d'échelles. D'autres outils informatiques sont aussi très prisés, notamment ceux qui permettent de rendre compte de la dynamique des phénomènes comme les phénomènes naturels. On observe deux tendances dans leur utilisation. Une tendance réaliste pour des représentations proches du processus observé en temps réel permettant une meilleure représentation des processus naturels, mais provoquant une focalisation sur le phénomène observé. Une tendance à l'abstraction pour des représentations schématiques qui permettent une simplification autour des objets spatiaux pertinents pour la décision, mais qui éloignent des modalités d'intervention concrètes (Moquay & al., 2001a). Chaque *représentation spatiale* ayant ses atouts et ses défauts, il convient de miser sur une pluralité des représentations et des articulations à différentes échelles. Pour renforcer leur acceptabilité, leur appropriation et leur pertinence, il est nécessaire de faire participer les acteurs à leur élaboration afin d'améliorer l'information, réduire les risques d'indifférence et d'incompréhension.

La mobilisation des *représentations spatiales* peut s'insérer dans deux types de démarche : modélisation spatiale et développement territorial. La première démarche vise à élaborer des *représentations spatiales* pertinentes au regard de l'utilisation prévue et des acteurs concernés. Moquay & al. (2001a) donnent quelques exemples de fonctionnalité des représentations spatiales dans la modélisation spatiale :

– photographies : pour initier le débat, recueillir des témoignages et restituer une idée générale qui reste dépendante de l'acteur qui regarde.

– cartes : pour se positionner dans l'espace, le définir et déclencher une réflexion collective. Elles ne doivent pas être porteuses d'un point de vue unique, mais d'un point de

vue discuté. Nombre d'acteurs sont déjà familiarisés avec certains types de cartes (agriculteurs : plans cadastraux ; administration : carte IGN, carte statistique).

– simulations par modèles informatiques : pour restituer un processus. Elles sont peu propices à l'enclenchement de la discussion.

Etapes de la démarche de modélisation spatiale	Fonctionnalités possibles des représentations spatiales	Contribution et positionnement des acteurs
1.Questionnement	Présenter (problème, enjeu)	Initiateurs/spectateurs
2.Collecte et validation d'informations	Se repérer Choisir (un support) Relever des informations Valider (une nomenclature)	Acteurs élémentaires Responsables Commanditaires
3.Traitements des informations	Analyser (caractéristiques, potentialités) Décrire (organisations, flux, évolutions) Fournir (indicateurs)	Participant/non participant
4.Modélisation	Représenter (historiques, fonctionnements) Simuler (scénarios)	Participant/non participant
5.Restitution du modèle	Choisir (support) Donner à voir (informations, indicateurs, résultats) Fournir (critères d'évaluation)	Acteurs élémentaires Responsables Commanditaires
6.Validation du modèle	Définir le domaine de validité (espace, temps)	Participant/non participant
7.Préparation à l'action	Choisir (support) Représenter (plan d'action, calendrier, carte)	Initiateurs/spectateurs

Tableau 3. Représentations spatiales et démarches de modélisation spatiale
(Moquay & al., 2001b)

[Acteurs élémentaires : acteurs ne représentant pas une institution en particulier ; Initiateurs : personnes à l'origine du projet ; Commanditaires : organismes qui formulent officiellement la demande par rapport au projet, financeurs ; Responsables : porteurs du projet]

Dans cette démarche, les *représentations spatiales* sont utilisées pour transmettre de l'information et générer le dialogue. Elles ne constituent jamais une fin en soi et doivent être considérées comme des documents de travail à élaborer ensemble. Compte tenu du degré de familiarisation des acteurs avec ces représentations, la mise en place d'un apprentissage peut s'avérer nécessaire. Compte-tenu de leurs connaissances, certains acteurs n'ont pas besoin de *représentations spatiales* pour raisonner sur un problème. Le tableau 3. propose une série d'étapes structurant la modélisation spatiale fondée sur l'utilisation de représentations et la participation des acteurs.

La seconde démarche analyse les fonctionnalités des *représentations spatiales* dans le développement territorial. Les méthodes participatives privilégiant le point de vue des acteurs, les représentations sont ici utilisées pour localiser, négocier, analyser, hiérarchiser, justifier, évaluer, mobiliser les acteurs, se repérer, simuler : localiser un projet, des objets spatiaux ; négocier des informations ; analyser une situation ; hiérarchiser des préférences ; justifier des choix d'actions ; mobiliser les acteurs pour élargir la participation ; se repérer dans l'espace du territoire ; simuler par spatialisation des actions et de leurs effets. Dans ce cadre, les *représentations spatiales* sont souvent un support efficace et légitime pour présenter des données, pour alimenter, structurer un débat, pour formuler des problèmes et diffuser les préoccupations des acteurs. Leur usage est souvent orienté vers la discussion et la négociation pour argumenter une position, convaincre, entraîner les autres avec soi, construire collectivement, structurer une discussion. Le tableau suivant (Tableau 4.) propose une série d'étapes fondées sur l'usage possible des *représentations spatiales* et le rendu escompté.

Etapes d'une démarche de développement territorial	Usages possibles des représentations spatiales	Produits opérationnels
1. Formulation du problème, prise de conscience	Analyser (le problème) Négocier (les informations) Mobiliser (les acteurs)	Diagnostic (partiel ou préliminaire)
2. Décision d'agir	Justifier (le principe d'intervention)	Diagnostic (partiel ou préliminaire)
3. Etat des lieux	Se repérer (dans l'espace) Négocier (les informations) Analyser (la situation)	Diagnostic Support de gestion
4. Analyse des solutions ou des projets envisageables, évaluation <i>ex ante</i>	Analyser (le projet et son contexte) Négocier (les informations) Hiérarchiser (les contraintes et les préférences) Simuler (les effets) Localiser (les projets)	Diagnostic Prospective Support de planification
5. Décision : choix des actions, formalisation du programme	Négocier (les actions) Justifier (le choix des actions)	Gestion Planification
6. Mise en œuvre du programme	Piloter, suivre (le programme) Localiser (les actions réalisées)	Gestion Planification
7. Evaluation <i>ex post</i>	Négocier (les indicateurs) Analyser (les impacts) Evaluer (le programme) Justifier (les suites)	Diagnostic Prospective Gestion Planification

Tableau 4. Représentations spatiales et démarches de développement territorial (Moquay & al., 2001b)

Associés, ces deux *itinéraires méthodologiques* peuvent donc être considérés comme des outils d'aide à la gestion, à la planification et à la *négociation territoriale* s'appuyant sur des *représentations spatiales* devant être adaptées au contexte social. Moquay & al., (2001a) posent les *représentations spatiales* comme des *objets intermédiaires* « qui servent à la traduction de phénomènes en faits, de pratiques en actes, de raisonnements en actions et à la médiation entre acteurs aux intérêts divergents ou aux niveaux d'intervention a priori incompatibles ».

Au final, les perspectives d'application de leur itinéraire méthodologique rejoignent des questionnements que nous avons déjà soulevés : *Comment mieux prendre en compte les représentations internes des acteurs ? Comment représenter un contexte territorial multi-usages et multi-acteurs ? Comment, dans une perspective de démarche participative, s'assurer que chacun trouve sa place et soit reconnu par les autres ? Comment gérer la production de connaissances ?* Ces questions exigent une démarche *multidisciplinaire* et de recherche-action pour établir des relations entre chercheurs de différents domaines et entre ces derniers et les acteurs de terrain. L'utilisation de *représentations spatiales* peut, dans une certaine mesure, apporter des réponses à ces questions. Toutefois, si elles sont efficaces pour mieux appréhender la spatialité, elles laissent de côté la représentation des relations sociales et patrimoniales des acteurs.

II.3.3. Synthèse et résumé de la problématique : pour une négociation plus écologique et conservation plus humaine

Sur un plan conceptuel, il existe deux approches philosophiques opposées de la négociation. La théorie distingue d'une part l'*approche compétitive* (appelée aussi distributive), et d'autre part l'*approche coopérative* (appelée aussi intégrative). La culture occidentale privilégie généralement l'approche compétitive. En effet, ceux que l'on identifie comme *gagnants* sont souvent les plus compétitifs. Dans ces conditions la négociation est fondée sur la compétition, la rivalité, l'opposition et le marchandage, et favorise des

comportements distributifs, où *satisfaire ses propres besoins est la seule chose qui compte, peu importe ce que veut l'autre*. Dans ces conditions, les *acteurs forts* obtiennent le plus souvent *la plus belle part du gâteau*. Face à ce constat, chercheurs et praticiens ont mis en avant de nouveaux modèles de négociation s'appuyant sur la coopération afin de pallier les effets néfastes de l'approche compétitive. Ces modèles visent à obtenir des comportements intégratifs où *satisfaire ses propres besoins est aussi important que satisfaire les besoins de l'autre*. On observe dès lors quatre positions que l'on peut adopter en négociation : *perdant-gagnant* et *gagnant-perdant* (jeu à somme nulle), *perdant-perdant* (jeu à somme négative) et *gagnant-gagnant* (jeu à somme positive). Ce type de positionnement peut être étudié de manière formelle avec la *théorie des jeux* qui reste toutefois difficilement applicable sur le terrain. Pour obtenir des *solutions gagnant/gagnant*, certains auteurs ont développé des processus appelés *négociation guidée par des principes, négociation raisonnée, négociation win-win*, dont l'idée principale peut se résumer par l'image suivante : *l'objectif de la négociation n'est pas de gagner la plus grosse part du gâteau, mais de fabriquer un gâteau plus gros*. Toutefois ce modèle, qui privilégie uniquement l'approche coopérative en excluant l'approche compétitive, possède de fait ses limites, notamment dans le cas de négociations collectives, car des attitudes compétitives réapparaissent au moment *du partage du gâteau*. Il devient donc nécessaire de mettre en évidence la complexité et la nature à la fois distributive et intégrative de la négociation collective. La *théorie des tensions* assume la nature mixte de la négociation. Elle n'exclue plus l'approche distributive et considère que la coopération et la compétition sont parties intégrantes de la négociation. Une telle théorie propose de travailler sur les relations, plutôt que sur les individus en tant que tels, et d'exploiter les sources de différences entre les partis (tensions) pour créer de nouvelles valeurs à partager : *le principe de base sous-jacent à la réalisation de gains communs à partir des différences consiste à opposer ce qu'un des partis trouve ou espère relativement peu coûteux (voire sans coût) avec ce que l'autre parti trouve ou espère de la plus grande valeur, et vice versa*.

Pour exploiter une telle approche de la négociation dans un contexte territorial et *multi-acteurs*, il convient donc de bien connaître les relations et les sources de différences existantes entre chaque acteur. Cette connaissance est difficile à acquérir car sur un territoire les acteurs sont multiples, et donc les relations complexes et les intérêts divers. *Comment peut-on dès lors appréhender ces relations dans leur complexité et ces intérêts dans leur diversité ?* Il faut alors appréhender la négociation comme une activité sociale. Une *sociologie de la négociation* envisage une telle activité comme un *mécanisme de résolution des conflits, de prise de décision et de définition de règles pour vivre ensemble*. Outre les conflits, les enjeux et les relations de pouvoir, il convient de cerner les configurations structurelles, les règles du jeu et les contextes de la négociation. La *théorie de l'acteur social*, par exemple, qui assume la nature mixte (coopération et conflit) des relations humaines qualifiées alors de *relation de coopération conflictuelle*, permet à l'aide d'un modèle d'analyse conceptuel adapté de mesurer les tendances à la coopération et/ou au conflit de chacun des acteurs en présence, et donc d'appréhender les relations dans leur complexité.

La négociation semble la démarche la plus adaptée dans un contexte territorial pour respecter les préceptes du *développement durable* et les *principes de gouvernance*, c'est-à-dire favoriser l'émergence de projets participatifs et respectueux de l'environnement portés par des acteurs co-responsables. La complexité des *démarches participatives* conduit le plus souvent à proposer aux acteurs des *outils pédagogiques* pour l'apprentissage et des *outils d'aide à la négociation* (systèmes d'informations géographiques, analyses multi-critères, modèles conceptuels, modèles physiques, systèmes multi-agents, prospective stratégique, méthodes d'enquêtes, *audit patrimonial*, système d'évaluation de la qualité des eaux). Malheureusement, de tels outils semblent augmenter la complexité et nécessitent souvent l'intervention d'un spécialiste ou d'un formateur. Si la théorie ne reconnaît que la négociation

pour atteindre l'*utopie participative*, il existe d'autres *notions corollaires à la négociation* qui peuvent être mobilisées. Diverses expériences menées par des chercheurs et des praticiens, montrent que la *médiation territoriale* incarnée par un *tiers facilitateur* peut sous certaines conditions proposer une *aide à la négociation*, ainsi qu'une *aide à l'aide à la négociation*. Dès lors, le médiateur peut être polymorphe et pluriel pour répondre aux besoins et aux attentes de la *négociation territoriale*.

La théorie de la négociation, ainsi territorialisée, et les processus qui en découlent s'occupent surtout de résoudre les conflits d'intérêt et de régler les problèmes du point de vue de nos sociétés modernes. Elle tend à oublier, ou simplement, montre des difficultés à gérer un certain nombre de points. Dans un contexte territorial, force est de reconnaître que la négociation, souvent efficace pour résoudre des conflits d'intérêts entre acteurs, montre ses faiblesses quand elle est confrontée à des conflits de *valeurs morales*, plus subjectifs. La situation se complique encore quand on aspire à négocier la gestion d'une ressource naturelle, comme l'eau, selon les *principes de la gouvernance*. La négociation doit alors composer avec les positions, les intérêts, les valeurs d'une multitude d'acteurs et gérer des confrontations souvent inégales entre *acteurs forts* souvent bien représentés, et *acteurs faibles* sous-représentés, à qui *on ne donne pas la parole* ou qui *ne manifestent pas la volonté de la prendre*. La négociation doit aussi intégrer des *acteurs absents* (vivant biologique, milieu naturel, générations futures) *qui n'ont pas la parole*. Il est possible d'appréhender les *acteurs absents* à l'aide du concept de *biodiversité*. Leur mise en lumière passe par les *théories de la conservation* et l'*utilisation de bioindicateurs*. Les *valeurs morales*, quant à elles, sont envisagées à l'aide des *représentations sociales* qui permettent l'acceptation des différents points de vue pour sortir d'une *vision unique*. La prise en compte des *acteurs faibles*, pour finir, doit permettre de sortir de *la loi du plus fort*. Celle-ci passe par la mobilisation de différents champs de la sociologie de l'environnement, comme la théorie de l'*acteur social*, les *représentations sociales* que nous avons évoquées précédemment, mais aussi du concept de *patrimonialisation*. Dès lors, la *négociation territoriale* doit non seulement s'intéresser aux relations qui lient des êtres humains entre eux (*relations sociales*), mais aussi aux relations qui lient des hommes à leur territoire dans la temporalité (*relations patrimoniales*). Tout en prenant garde à ne pas favoriser une *dictature des acteurs absents*, une *dictature des acteurs faibles*, ainsi qu'une tendance au *particularisme forcené*, il convient donc de rendre la *négociation plus écologique* d'un côté et la *conversation plus humaine* de l'autre, pour réaliser la *gestion équilibrée* d'un *bien commun* comme l'eau. Dans un tel contexte, la notion de médiation, et notamment l'utilisation d'outils de médiation ou de médiateurs humains, semble être une entrée intéressante pour concilier ces deux approches. Le médiateur peut, par exemple, devenir *porte-voix des acteurs faibles* et *porte-parole des acteurs absents*. Il peut se faire passeur d'informations et rendre possible la mobilisation d'outils d'*aide à la négociation*.

Face au territoire, un médiateur peut se trouver démuné, car ce n'est pas une entité facile à appréhender. Il est en effet *pluridimensionnel* et se fait *entité relationnelle complexe*, lieu d'interactions spatio-temporelles entre dimension physique, dimension biologique et dimension humaine. S'il est possible de porter un regard objectif sur un territoire, celui-ci est aussi le miroir d'un regard subjectif. Les *théoriciens du paysage* proposent des réflexions pour tenter de réconcilier ces deux regards qui semblent s'opposer et défaire ce *nœud théorique*. Tout comme les *théoriciens du patrimoine*, ils tentent de concevoir des solutions pour une *gestion commune* du territoire fondée sur les *représentations sociales* et les identités.

Au regard de ces différentes approches, la notion de représentations semble donc d'une importance majeure : que ce soit les *représentations sociales* des acteurs sur le monde qui les entoure, ou les *représentations spatiales* des territoires mobilisées comme outil d'*aide à la négociation*, ou comme objet de médiation pour la modélisation spatiale et le développement territorial.

Qu'elles soient spatiales ou sociales, ces représentations sont *représentations territoriales*. En effet, elles doivent être à même de représenter des phénomènes naturels physiques et biologiques, des perceptions et des préférences humaines et les caractéristiques des acteurs. La mise en représentation des acteurs, du *jeu d'acteurs*, est d'importance car aucun des outils évoqués dans ce chapitre n'est à même de la réaliser réellement. L'*empreinte territoriale* (Chapitre IV.) est un moyen de représenter les acteurs.

De telles représentations doivent pouvoir répondre aux besoins, aux attentes et aux spécificités des *acteurs territoriaux*. Elles doivent aussi répondre aux exigences de la *négociation territoriale* en tant que vecteur d'information, de communication et d'argumentation. En terme de problématique, ce travail consiste à élaborer des *représentations territoriales* issues de l'étude *pluridimensionnelle* d'un territoire et mobilisables en tant qu'argumentaires adaptés aux acteurs : pour l'*aide à la négociation* et la pédagogie à la négociation. La notion de médiation est dès lors mobilisée à deux niveaux : tant comme objet à travers les produits opérationnels fournis par cette recherche (*représentations territoriales, argumentaires spatiaux, plate-forme pédagogique*), tant comme incarnation à travers un tiers intervenant (expert, formateur, facilitateur). *Appliquée au domaine de l'eau, cette problématique vise à la gestion équilibrée d'un patrimoine écologique et anthropique par une négociation plus écologique et une conservation plus humaine.*

Le chapitre suivant propose une mise en œuvre de cette problématique fondée sur une méthodologie *multidisciplinaire* qui est axée sur l'étude du *territoire en 3 dimensions* et sur l'étude des *acteurs en 4 dimensions*. Les connaissances acquises dans chacune des dimensions étudiées conduisent à l'élaboration de *représentations territoriales validées*, converties en *argumentaires spatiaux pertinents* et adaptés aux différents acteurs. Ces représentations et ces argumentaires sont mobilisés pour l'*aide à la négociation* et la *pédagogie à la négociation*. Une telle méthodologie est testée sur un cas concret, décrit dans ce chapitre, et appliquée à la gestion de l'eau dans un projet mettant en jeu une exploitation de granulats en milieu alluvial.

- Chapitre III. -
Approche pluridimensionnelle de la
notion de territoire et d'acteur

—

Un territoire en 3 dimensions (T3D)
et
un acteur en 4 dimensions (A4D)

Ce chapitre explicite la notion d'*argumentation spatiale pertinente*, notion mobilisée pour l'*aide à la décision et à la négociation territoriale*. L'*argumentation spatiale* est obtenue grâce à une démarche à visée *multidisciplinaire*, fondée sur l'obtention de *représentations territoriales* validées. Ces représentations sont obtenues par une étude du *territoire en 3 dimensions* (physique, biologique et humaine) et de l'*acteur en 4 dimensions*. La problématique ainsi définie, ce chapitre propose des moyens d'approche de chacune des dimensions qui seront testées sur un terrain d'étude approprié : l'Ecozone du Forez.

Une négociation plus écologique et une conservation plus humaine imposent une démarche *multidisciplinaire*. Pour ce faire, nous nous proposons d'étudier le *territoire en 3 dimensions* : une *dimension physique* approchée par une modélisation mathématique, une *dimension biologique* approchée par des bioindicateurs, et une *dimension humaine* considérée sous l'angle de l'anthropologie.

La part physique et biologique du territoire, étudiée par les deux premières dimensions, permet de mieux cerner la place des *acteurs absents* et de mettre en évidence les relations entre paramètres biotiques et abiotiques. La part humaine du territoire, quant à elle plus délicate à aborder, traite des relations sociales (relations des hommes entre eux) et des relations patrimoniales (relations des hommes au territoire) à travers un modèle d'inspiration sociologique en 4 dimensions : *coopération-conflit* pour les relations sociales et *cohabitation-dominance* pour les relations patrimoniales. L'objectif est ici d'identifier les *acteurs faibles* et de mesurer l'importance accordée aux *acteurs absents* dans le *jeu d'acteurs*. Cette démarche, proposant d'étudier le *territoire en 3 dimensions* et l'*acteur en 4 dimensions*, est testée dans la Plaine du Forez, et plus particulièrement sur le site de l'Ecozone du Forez.

Au final, il s'agit d'utiliser les différentes représentations issues de l'étude des 3 dimensions du territoire afin de construire des *argumentaires spatiaux*, sous forme de cartes par exemple. L'*argumentation spatiale* obtenue pourra alors être mobilisée pour l'*aide à la négociation* et mise en œuvre par un médiateur pour *une négociation plus écologique et une conservation plus humaine*.

III.1. Une démarche *multidisciplinaire* pour des *représentations territoriales*

Les questions de recherche issues du travail bibliographique se sont essentiellement orientées vers la prise en compte des différents acteurs de la *négociation territoriale* afin de favoriser ce que nous pourrions appeler *une négociation plus écologique et une conservation plus humaine*. Dans une logique de *développement durable* et pour respecter les principes de la *gouvernance*, la *négociation territoriale* doit intégrer les *acteurs faibles*, un certain nombre de *valeurs morales* ainsi que les *acteurs absents*. La méthodologie proposée consiste à s'orienter vers la notion de médiation/médiateur. La fonction de médiation ou le rôle de médiateur permet aux acteurs de projets d'échanger des informations contenues dans les outils d'*aide à la négociation* et/ou de s'y familiariser à l'aide, par exemple, d'une *plate-forme pédagogique* prévue pour cela.

Appréhender un territoire en terme de *représentations territoriales* revient à se confronter à une question de taille : l'antithèse moderne du sujet et de l'objet (Micoud, 2000). En effet, un territoire ne se réduit pas seulement aux données objectives d'une approche morphologique ou aux données subjectives d'une approche psychologique, mais bien dans l'interaction complexe de ces deux termes. La question qui nous préoccupe est donc la suivante : *Comment proposer une aide à la négociation dans un contexte territorial et multi-acteurs ?* C'est une question complexe qui nécessite une réflexion sur la manière dont nous engendrons, transmettons et diffusons les connaissances que nous produisons.

III.1.1. T3D et A4D : une proposition multidisciplinaire

Classiquement, les connaissances produites par *les sciences* se trouvent séparées et compartimentées en disciplines. Il est donc difficile de relier les connaissances produites par chacune d'entre elles dans un contexte dit *polydisciplinaire*. Comme le soulignent Jollivet & Pena-Vega (2002), il est possible de relier les connaissances en s'extrayant du carcan *polydisciplinaire* pour cheminer vers la *multidisciplinarité*, démarche associant *interdisciplinarité* et *transdisciplinarité*.

L'*interdisciplinarité* peut se définir comme « une démarche d'assemblage dialogique des apports disciplinaires nécessaires à l'analyse d'un objet complexe ». Contrairement à la *pluridisciplinarité* où « les apports disciplinaires sont simplement juxtaposés », l'*interdisciplinarité* demande un travail d'équipe où « l'accès à la complexité est collectif et passe par le co-apprentissage dialogique ». La *transdisciplinarité*, quant à elle, peut se définir comme « un mode d'organisation et d'articulation de pensée, qui puisse traverser les disciplines et s'en nourrir, ne pas les dissoudre mais les relier entre elles ». La *transdisciplinarité* « suppose dès le départ l'énoncé d'un point de vue qui surplombe tous les autres points de vue disciplinaires. Ceci entraîne une exigence toute particulière puisque les garde-fous des paradigmes disciplinaires ne sont plus pertinents ». Cette démarche nécessite une somme de connaissances importante et est contrainte par le caractère inachevé de ses interprétations.

Pour Jollivet & Pena-Vega (2002), la *multidisciplinarité* se trouve à la croisée des deux approches précédentes en associant d'une part le point de vue inductif⁶⁹ de l'*interdisciplinarité* et d'autre part le point de vue déductif⁷⁰ de la *transdisciplinarité* à un point de vue auto-épistémologique⁷¹ « qui permet de penser les présupposés de sa démarche ». La démarche *multidisciplinaire* doit, au final, permettre de faire converger les connaissances vers un même objectif : l'analyse de la complexité.

Loin de prendre à bras le corps une telle démarche, ce travail de thèse se veut une proposition, une contribution pour une approche *multidisciplinaire* de la gestion de la ressource en eau. Cette approche est fondée sur les *représentations territoriales*.

III.1.2. Méthode de travail et objectifs : cas général

L'approche *multidisciplinaire* est fondée sur la notion de *gestion équilibrée* de la ressource en eau. La méthodologie s'appuie sur l'étude des *représentations territoriales* et sur l'utilisation d'outils capables de produire une *argumentation spatiale* pertinente afin d'améliorer le processus de négociation.

Pour assumer la notion de *gestion équilibrée*, il convient de décrire et d'interpréter le territoire sous 3 dimensions, en amont de la négociation : (1) une *dimension physique* prise en charge par un modèle mathématique pour comprendre le fonctionnement des objets hydrologiques et apprécier la ressource en eau en terme de bilan hydrologique ; (2) une *dimension biologique* prise en charge par un diagnostic écologique fonctionnel pour comprendre le fonctionnement des écosystèmes et apprécier la ressource en eau en terme qualitatif, notamment au regard des impacts anthropiques sur le milieu ; et (3) une *dimension humaine* prise en charge par un modèle conceptuel d'analyse sociologique, l'*acteur en 4 dimensions*, pour comprendre les relations humaines (*rapport social*) et les liens homme-territoire (*rapport patrimonial*), et apprécier la ressource en eau en termes objectifs (usages) et subjectifs (valeurs). Ce modèle propose d'étudier le *rapport social* par les

⁶⁹ « Généralisation d'une observation ou d'un raisonnement établis à partir de cas singuliers ».

⁷⁰ « Conséquence tirée d'un raisonnement, conclusion, suite de déductions ».

⁷¹ « Il n'y a pas de connaissances sans connaissance de sa propre connaissance » Edgard Morin.

dimensions *coopération* et *conflit*, et le *rapport patrimonial* par les dimensions *cohabitation* et *domination*.

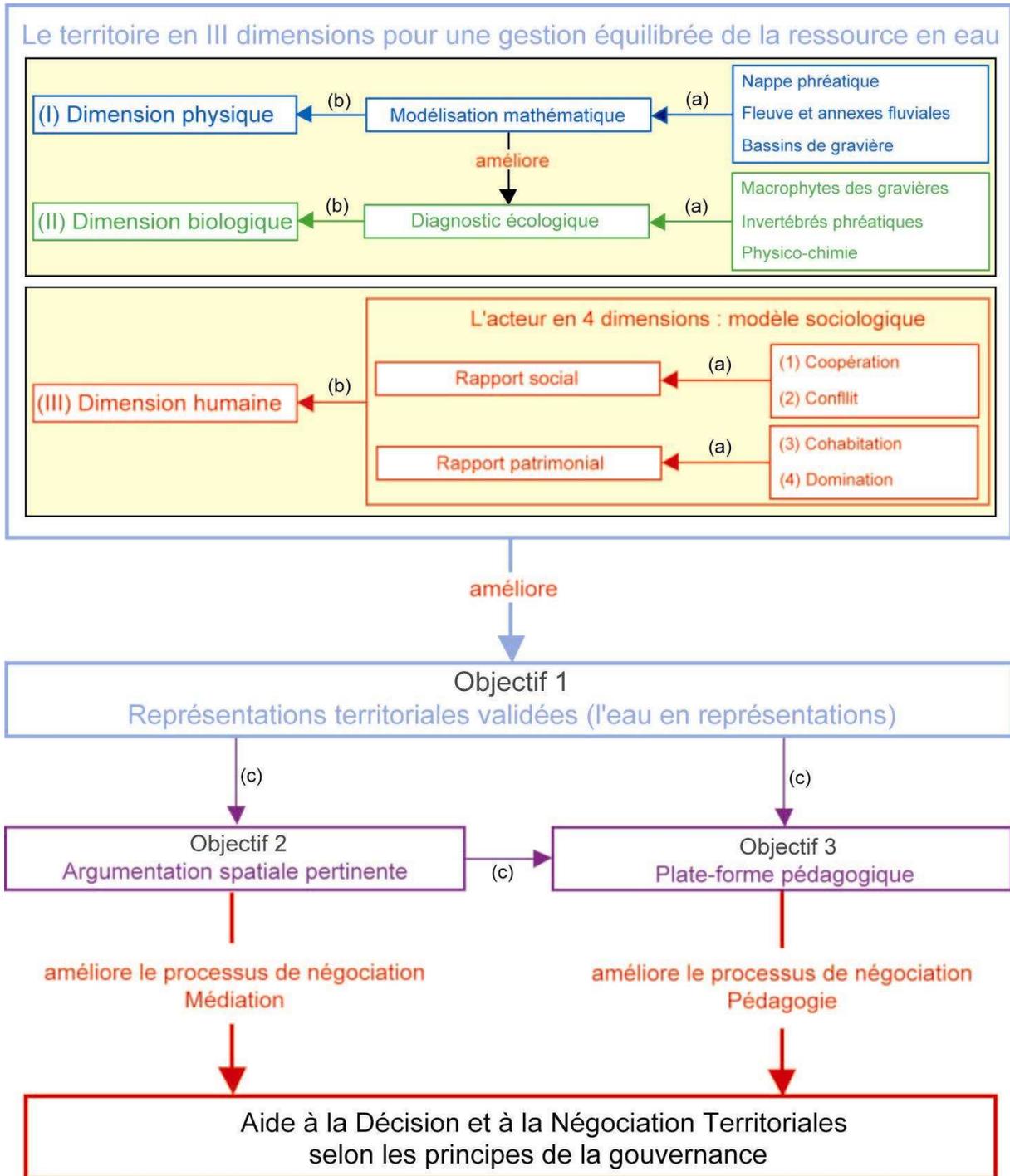


Figure 6. Plan de travail et approche méthodologique
[signification des flèches : (a) étudiés par ; (b) renseigne ; (c) mobilisée(s) pour]

L'ensemble de ces résultats, descriptifs et interprétatifs, permettent de représenter chacune des 3 dimensions du territoire en tant que telles. Il est possible d'aller plus loin en considérant ces dimensions en tant qu'entités relationnelles complexes indissociables, où chaque représentation est susceptible d'améliorer les autres, et finalement d'améliorer la représentation globale du territoire. En d'autres termes, il s'agit d'améliorer la connaissance

de la ressource en eau sur un territoire, à travers une étude de ce dernier en 3 dimensions, pour construire des *représentations territoriales* validées. Ceci constitue notre premier objectif.

En ce sens, le deuxième objectif, ou objectif central, consiste à mobiliser la connaissance produite par la réalisation du premier objectif, pour l'*aide à la négociation territoriale*, en convertissant les *représentations territoriales* validées en *argumentaires spatiaux* pertinents. Il s'agit d'une part d'authentifier la représentation d'un territoire en améliorant, par exemple, la lisibilité des résultats produits par un modèle mathématique de fonctionnement de l'hydrosystème à partir d'indicateurs biologiques, et réciproquement. D'autre part, les résultats produits par l'analyse du *jeu d'acteurs* proposent une représentation complexe du territoire constituée des préférences, pratiques et savoirs des acteurs. Un des points clefs de cette approche méthodologique repose sur l'acceptation que la perception du territoire de chaque acteur ou groupe d'acteurs peut être différente. Prendre en compte cette différence est un préalable indispensable pour entamer un processus de négociation. Les représentations appropriées à chaque acteur doivent cependant rester cohérentes et pouvoir s'articuler les unes avec les autres dans un but de validation réciproque.

Les *représentations territoriales* converties en *argumentaires spatiaux* (exemple : cartes), à l'aide d'un SIG⁷² par exemple, peuvent améliorer le processus de négociation à deux niveaux : (1) en facilitant la communication entre parties prenantes ; et (2) en fournissant une base de travail à un médiateur et en ancrant les points d'accord afin d'en conserver la trace. Ici, la difficulté réside en l'adaptation de l'*argumentaire spatial* issu des dimensions physique et biologique, exposant les exigences des ressources naturelles et des écosystèmes, face aux exigences des *acteurs humains*. En d'autres termes, l'*argumentaire spatial* devra être mobilisé afin de rendre la négociation plus écologique d'un côté, et la préservation plus humaine de l'autre, pour une gestion plus équilibrée d'un bien commun environnemental : l'eau (Figure 6.).

Cette approche est testée sur un cas concret appliqué à la ressource en eau : l'Ecozone du Forez. Du point de vue de la FRAPNA⁷³ Loire, gestionnaire du site, l'approche a pour objectif d'aider à la gestion écologique du site et d'améliorer les relations avec les acteurs extérieurs. Du point de vue de l'industriel du granulats (Morillon Corvol), partenaire de la FRAPNA, cette approche peut être mobilisée pour aider au choix du site d'implantation d'une nouvelle gravière et de la nature de sa réhabilitation. Ce dernier point a fait l'objet d'une application sous la forme d'*une plate-forme pédagogique d'aide à la négociation*. A travers cette *plate-forme*, le troisième objectif consiste à porter à connaissance les résultats et les outils développés pour l'*aide à la négociation territoriale*.

III.1.3. Zoom sur les 3 dimensions territoriales : cas concret

D'une manière générale, notre territoire d'étude (Ecozone du Forez) est abordé en tant qu'hydrosystème, car fortement conditionné par la présence de ressources en eau variées (fleuve Loire et affluents, annexes fluviales, bassins de gravière, étangs, nappes phréatiques superficielles, canal d'irrigation). Un tel territoire peut être décrit à travers 3 dimensions étroitement liées : physique-biologique-humaine). Un fleuve par exemple peut être considéré selon ce triptyque (Micoud, 2000). Au-delà du fleuve, ce triptyque est transposable à la caractérisation d'un territoire d'autant plus facilement que celui qui nous concerne est observé en tant qu'hydrosystème. Pour assumer la notion de *gestion équilibrée*, il convient de décrire et d'interpréter le territoire sous ces 3 dimensions, en amont de la négociation.

⁷² Système d'Informations Géographiques.

⁷³ Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature section Loire (Association loi 1901).

III.1.3.1. Dimension physique et modélisation mathématique

Cette approche, comme c'est le cas traditionnellement en hydrographie et en hydrologie, tient essentiellement compte de la dimension physique de l'élément eau en terme quantitatif. Elle ne tient pas toujours compte du vivant biologique et de l'aspect qualité de la ressource en eau.

L'approche par modélisation physique du territoire d'étude a fait l'objet de travaux réalisés par Mimoun (1999, 2001 & 2004) et Allignol (1997). Cette approche vise à analyser les flux hydrauliques entre la nappe phréatique, la Loire et ses anciens chenaux d'écoulement, les bassins de gravière en cours d'exploitation et réhabilités. L'objectif est donc de comprendre le fonctionnement des objets hydrologiques (fleuve-gravières-nappe phréatique) sur le secteur de l'Ecozone du Forez (lit majeur rive gauche) et de proposer une méthodologie d'évaluation des échanges hydrauliques. Un travail de recensement et de traitement des données pertinentes effectué à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) incluant un modèle numérique de terrain avec la Loire et les plans d'eau, des tracés des ruisseaux, des cartes du niveau substratum, des niveaux piézométriques de la nappe phréatique, de perméabilité de l'aquifère, a constitué un préalable à l'utilisation d'un modèle hydrodynamique pour simuler des scénarios d'aménagement et préciser : (1) des modifications de l'écoulement souterrain et *chenalisé* par rapport aux conditions d'origine ; et (2) des variations saisonnières sur les courants d'infiltration qui conditionnent le mouvement de la nappe alluviale et l'écoulement *chenalisé*. En d'autres termes, à partir des données de terrain recueillies (précipitation, évaporation, débit du fleuve, hauteur d'eau) et des données de calage (perméabilités, transmissivités), le modèle peut calculer un bilan hydrologique global à l'échelle du bassin versant (flux entrant et sortant) et un bilan hydrologique local (hauteurs d'eau sur les objets hydrologiques et vitesse d'écoulement) à l'échelle du secteur d'étude (Figure 7.).

Ce modèle est composé de plusieurs entités : modèle hydraulique pour l'écoulement des eaux superficielles (fleuve Loire), modèle hydrodynamique pour l'écoulement des eaux souterraines (nappe phréatique), modèle de bassin pour les plans d'eau (les gravières et les gourds). Ces trois modèles ont été *interfacés* pour tenir compte des échanges. Par ailleurs, un module de calcul des hauteurs d'eau correspondant aux zones inondables (relié au modèle hydraulique) est opérationnel. Ce modèle permet de simuler le fonctionnement de l'hydrosystème modifié par l'extraction de granulats à partir de la structuration de l'exploitation en 2000 jusqu'à son terme. La simulation de scénarios d'évolution permet d'apprécier l'influence des futures gravières sur l'hydrosystème en jouant sur des paramètres tels que la surface des nouvelles gravières, le degré de colmatage des bassins après exploitation, la nature des matériaux de remblaiement, l'incision du lit mineur de la Loire...

Toutefois, malgré l'intérêt que présentent de tels modèles, ceux-ci possèdent différentes limites au niveau de la précision et de la nature des résultats obtenus :

- le calage du modèle mathématique est parfois difficile à réaliser, notamment à cause des conditions limites (ruisseau, fleuve Loire, interface nappe-gravières...) et de l'hétérogénéité du secteur. Il est, par exemple, difficile d'estimer le degré de colmatage des berges des bassins de gravière ou la qualité de la valeur du niveau piézométrique mesuré dans un puits.

- l'interprétation ou l'explication des résultats obtenus par modélisation mathématique peut être difficile, voire impossible, pour un public n'ayant pas les connaissances nécessaires. Les principes de discrétisation spatiale des équations différentielles, constituant les fondements du modèle, sont difficilement explicables. Par exemple, le maillage du modèle peut-être confondu avec le parcellaire, ce qui rend la carte des résultats illisible par un *acteur local*.

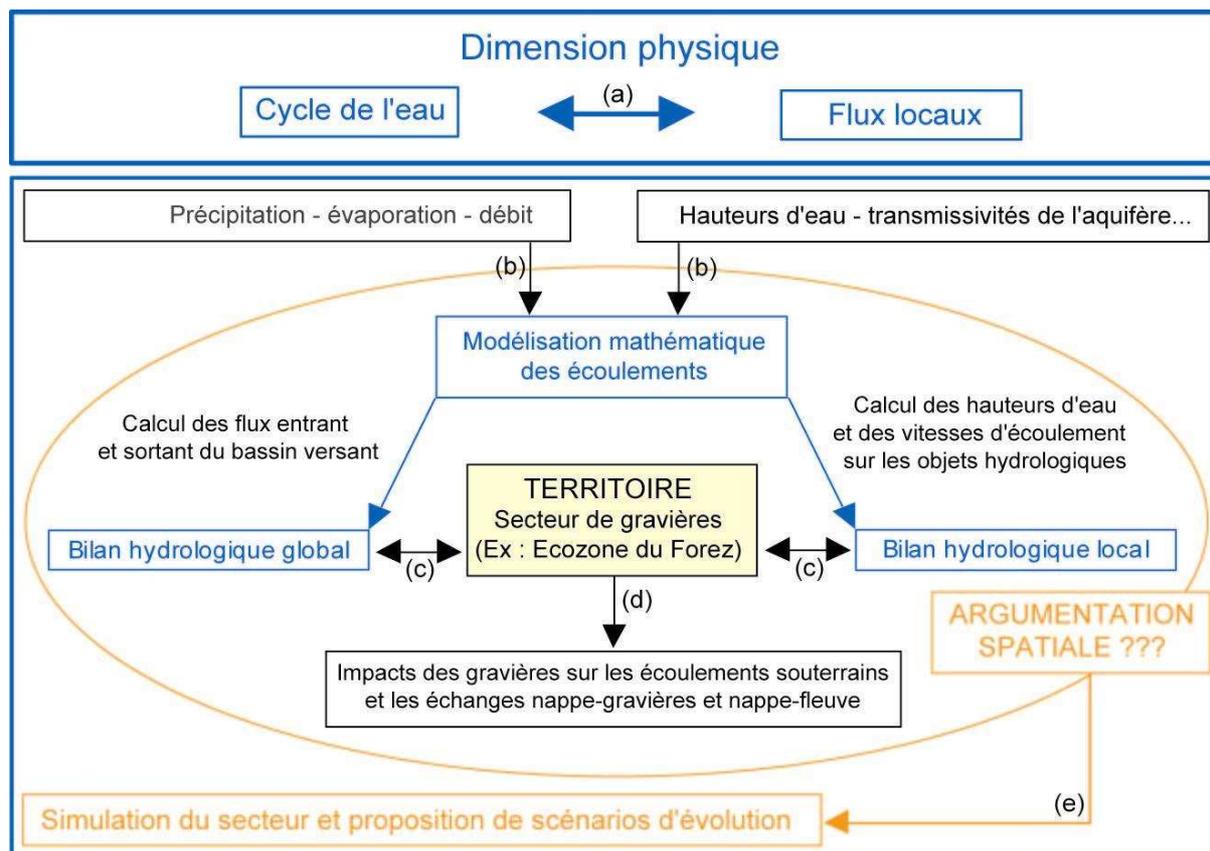


Figure 7. Schéma fonctionnel de l'approche physique (modifié, d'après Mimoun, 1999)

[signification des flèches : (a) interactions ; (b) données d'entrées ; (c) adaptation du modèle aux spécificités du territoire et aux variations saisonnières ; (d) résultats des simulations ; (e) application]

Les résultats produits par ce modèle proposent donc une représentation physique de la ressource en eau du territoire, essentiellement quantitative, constituée d'objets hydrologiques pour visualiser les relations d'échange (flux) entre ces objets et les bilans hydrologiques. Cette représentation fournit une première argumentation pour discuter le choix du site d'implantation d'une nouvelle gravière et la nature de sa réhabilitation. *Toutefois, l'argumentation spatiale résultante est-elle à même de satisfaire tous les acteurs liés à un projet d'aménagement ? Sont-ils tous à même de comprendre le fonctionnement de ce modèle et de croire en l'interprétation des résultats qui sont présentés ?* Pour certains acteurs de la négociation plus sensibles à la notion de biodiversité, une explication davantage biologique pourrait se révéler plus appropriée.

III.1.3.2. Dimension biologique et bioindicateurs

L'approche biologique nous conduit cette fois à nous intéresser à la ressource en eau non plus simplement en terme de bilan hydrologique mais comme milieu de vie. Nous nous plaçons cette fois dans le champ de l'hydrobiologie et des sciences de l'écologie pour étudier les relations des êtres vivants avec leur milieu en intégrant les perturbations d'origine humaine.

Dans cette optique, nous avons réalisé un diagnostic écologique fonctionnel fondé sur des macrophytes des gravières (Amoros & al., 2000) et sur des invertébrés stygobies (Malard & al., 2002). Ce diagnostic, complété par des analyses physico-chimiques, permet d'estimer la

biodiversité, le niveau trophique et la qualité des eaux des gravières et de la nappe phréatique du secteur d'étude (Figure 8.).

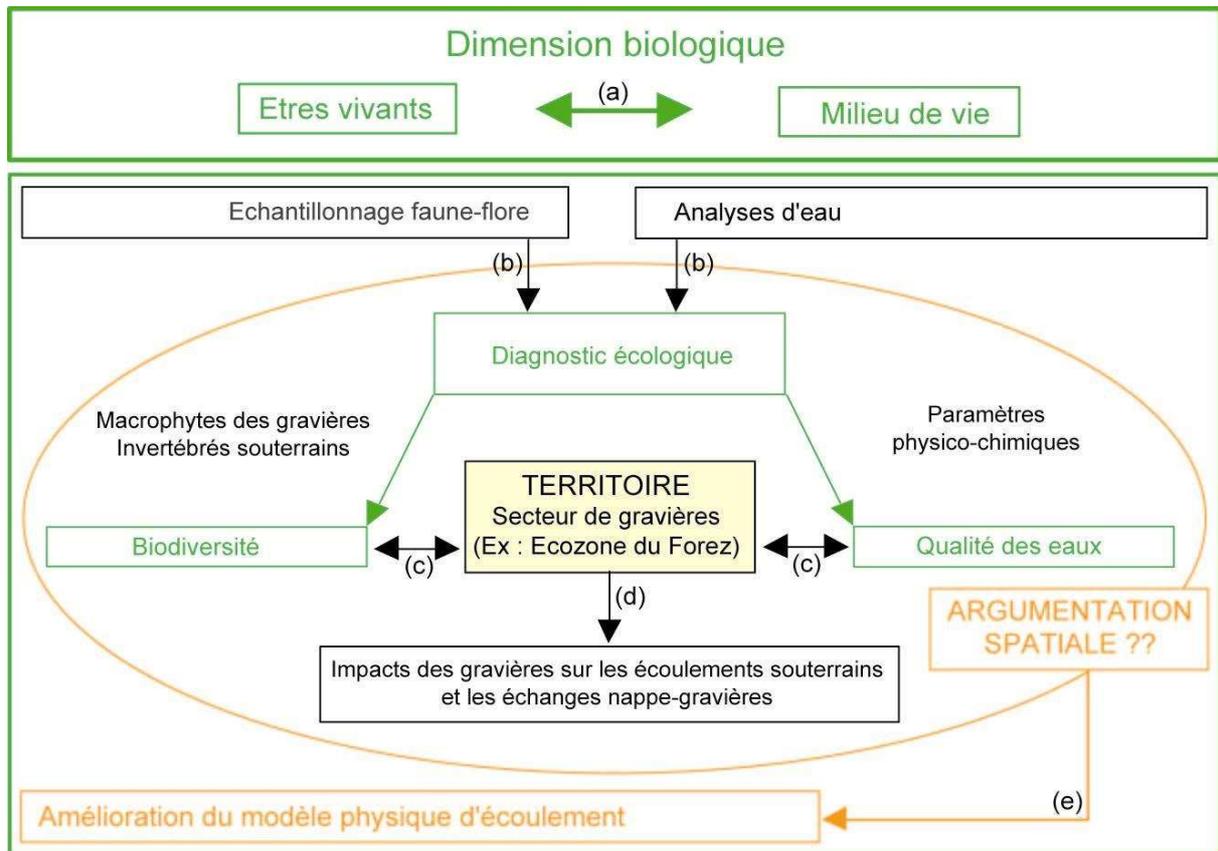


Figure 8. Schéma fonctionnel de l'approche biologique

[signification des flèches : (a) interactions ; (b) données d'entrées ; (c) adaptation du diagnostic aux spécificités du territoire et aux variations saisonnières ; (d) résultats du diagnostic ; (e) application]

L'analyse des communautés végétales aquatiques (assemblages macrophytiques) des gravières doit nous permettre par hypothèse : (1) d'estimer la biodiversité et le niveau trophique des bassins de gravière ; (2) de connaître l'origine de l'alimentation en eau des bassins (nappe phréatique ou fleuve) ; (3) de préciser les zones d'alimentation en eau préférentielles au niveau des berges (secteurs colmatés ou non) ; et (4) de préciser les effets des perturbations provoquées par les inondations en fonction de leur fréquence de retour.

L'analyse des communautés animales souterraines (assemblages d'invertébrés phréatobies) vivant dans la nappe phréatique, quant à elle, doit permettre par hypothèse : (1) d'estimer la biodiversité souterraine du secteur ; (2) de préciser les caractéristiques physico-chimiques et hydrogéologiques des secteurs soumis à l'influence des gravières ; et (3) de préciser les caractéristiques physico-chimiques et hydrogéologiques des secteurs remblayés.

Cette approche propose donc une représentation biologique de la ressource en eau, essentiellement qualitative, constituée à partir d'êtres vivants pour visualiser la qualité de leur milieu de vie. Les informations biologiques issues de l'étude des communautés végétales aquatiques (macrophytes) et animales souterraines (invertébrés phréatobies) doivent permettre de compléter l'*argumentaire spatial* pour le choix du site d'implantation d'une nouvelle gravière et la nature de sa réhabilitation, tout en confirmant les résultats des simulations mathématiques des dynamiques d'écoulement. Ces deux premiers niveaux de *représentations territoriales* (physique et biologique) sont complémentaires et étroitement liés. Les représentations proposées concernent essentiellement le fonctionnement d'un secteur de

plaine fluviale (Ecozone du Forez rive gauche) fortement marqué par l'exploitation de granulat et ses conséquences sur les flux hydrauliques et sur deux communautés organiques. Il s'agit en quelque sorte de *donner la parole* aux êtres vivants, notamment en termes de conditions de vie, et à une ressource naturelle (eau) en termes qualitatif et quantitatif. De cette manière, nous espérons tenir compte des *acteurs absents* dans notre *argumentaire spatial*.

La dimension humaine, quant à elle, est ici considérée de manière indirecte, c'est-à-dire uniquement en termes d'impacts anthropiques, de perturbations sur les dimensions physique et biologique. Il reste maintenant à l'envisager sous l'angle des relations sociales et des relations au territoire, car l'*argumentation spatiale* produite par les deux premiers niveaux de représentation doit être pertinente au regard des perceptions et des préférences des *acteurs locaux*.

III.1.3.3. Dimension humaine et relations socio-patrimoniales

« A l'heure actuelle, autant l'environnement est reconnu comme objet de préoccupation générale, autant les mises en œuvre à son sujet, sa prise en charge à l'échelle fine et la dimension subjective qui en est constitutive restent largement sous-estimées et mal appréhendées » (Charles, 2001). En règle générale, toute concurrence pour l'accès à une ressource naturelle génère des conflits entre partis intéressés. Face à ce constat, certains trouvent la solution dans le consensus et proposent des méthodes de résolution des conflits ; ils se concentrent ainsi sur les rapports entre humains ou *rapport social*. D'autres au contraire, pour protéger cette ressource, vont jusqu'à en interdire l'accès ; ils se concentrent alors sur les rapports homme-territoire ou *rapport patrimonial* dans une optique de conservation (Nash, 1989). Il nous semble intéressant de combiner ces deux approches pour concilier intérêts humains et préservation de la ressource. Dès lors, nos réflexions sont guidées par la question de départ suivante : *Comment s'articulent rapport social et rapport patrimonial autour des relations et pratiques humaines liées à un bien commun environnemental ?* Ces hypothèses (Tableau 5.) n'ont pas pour ambition de construire un nouveau modèle sociologique théorique mais de servir de bases pour un diagnostic territorial pratique.

Concepts	Objectifs	Contextes	Hypothèses
Rapport social	Caractériser la relation entre humains (<i>conflit/coopération</i>)	Les relations humaines s'énoncent à travers un <i>rapport social</i>	(1) Les relations humaines s'expliquent aussi par un <i>rapport patrimonial</i>
	<i>Aide à la négociation</i>	La négociation prône l'entente entre humains contemporains	(2) L'obtention d'un consensus entre humains peut amener à la dégradation d'un bien commun environnemental
Rapport patrimonial	Caractériser la relation homme-territoire (<i>domination/cohabitation</i>)	Les pratiques environnementales s'énoncent à travers un <i>rapport patrimonial</i>	(3) Les pratiques environnementales s'expliquent aussi par un <i>rapport social</i>
	<i>Aide à la conservation</i>	La conservation prône la prise en compte des <i>acteurs absents</i>	(4) Certaines pratiques conservacionnistes peuvent générer des conflits entre humains
Perspective	Une négociation environnementale, pour une <i>gestion équilibrée</i> de la ressource en eau, n'est envisageable que si elle intègre les <i>acteurs absents</i> et les humains contemporains (<i>acteurs forts</i> et <i>acteurs faibles</i>)		

Tableau 5. Tableau récapitulatif des hypothèses de la dimension humaine

Cette fois, nous ne pouvons cantonner l'étude de la dimension humaine uniquement au secteur de l'Ecozone du Forez. Une étude de ce type serait trop réductrice, car un projet local ne peut être dissocié des nombreuses influences externes qui vont jouer lors de sa réalisation.

Nous serons donc conduits à étudier le *jeu d'acteurs* de ce secteur en l'inscrivant dans la globalité de l'unité géographique qui le contient, la Plaine du Forez.

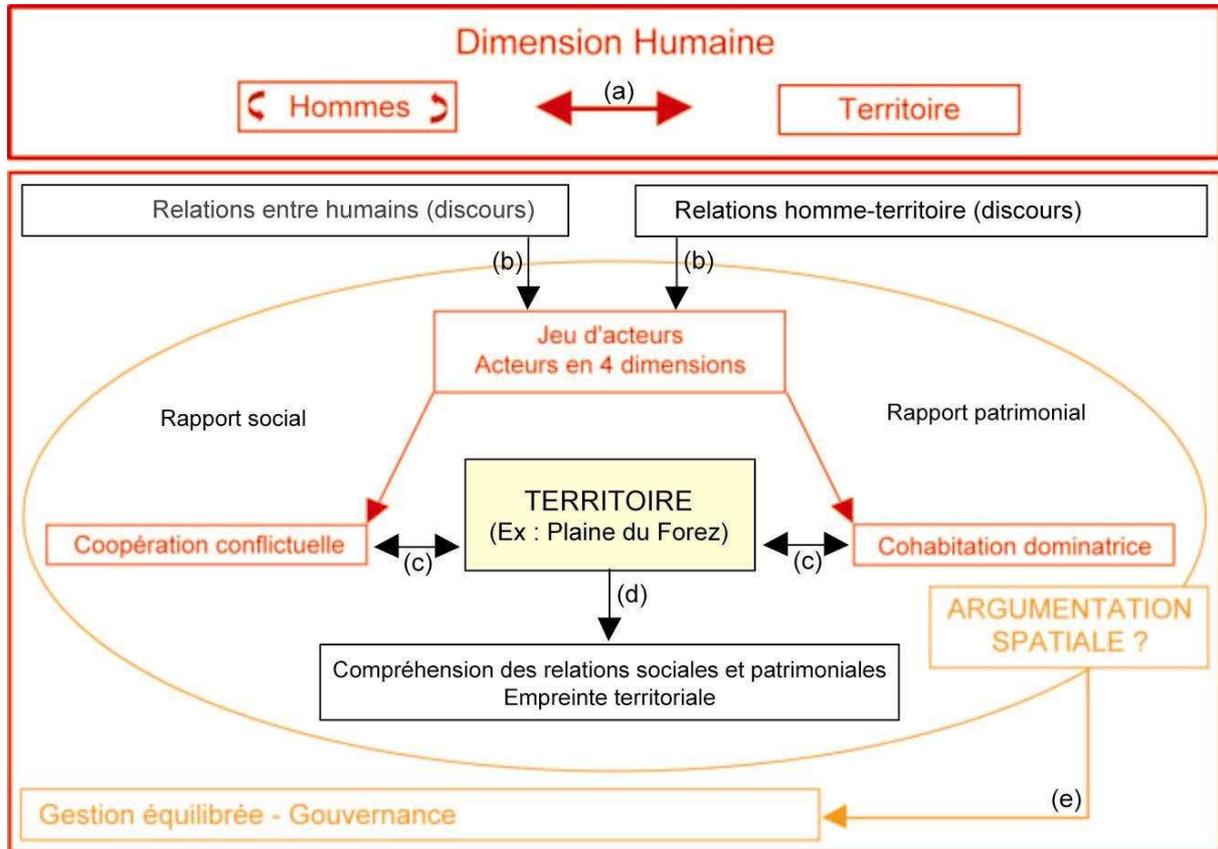


Figure 9. Schéma fonctionnel de l'approche humaine

[signification des flèches : (a) interactions ; (b) données d'entrées ; (c) adaptation du diagnostic aux spécificités du territoire et au jeu d'acteurs ; (d) résultats du diagnostic ; (e) application]

Un des moyens d'approcher la dimension humaine de notre territoire est d'analyser le *jeu d'acteurs* qui se tisse autour de la ressource en eau. Une fois les acteurs pertinents du territoire identifiés (Oieau, 2000 ; Rouyre, 2003), leur avis sera recueilli par l'intermédiaire d'entretiens (Ollagnon, 1989 ; Blanchet & Gotman, 2000) et leur discours sera décortiqué en *savoir, préférence, pratique* (Donnadieu, 2002). L'analyse de ces entretiens est faite à l'aide de techniques d'analyse de données et d'un modèle conceptuel inspiré des méthodes de la sociologie que nous avons mis au point et que nous avons appelé l'*acteur en 4 dimensions (4D)*. Ce modèle d'analyse s'intéresse aux relations humaines (*rapport social*) et aux liens homme-territoire (*rapport patrimonial*). Il propose d'étudier le *rapport social* (Crozier & Friedberg, 1977 ; Quivy & van Campenhoudt, 1995 ; Godet, 2000 ; Thomas, 2001) par les dimensions *coopération* et *conflit* et le *rapport patrimonial* (Micoud, 2000) par les dimensions *cohabitation* et *domination* (Figure 9.). L'étude des relations humaines permet de mettre en évidence la nature et le rôle des *acteurs faibles* du territoire ; l'étude des relations homme-territoire, quant à elle, permet de mesurer l'importance accordée aux *acteurs absents*.

A travers l'A4D, chaque groupe d'acteurs présente ce que l'on pourrait appeler une *empreinte territoriale* propre, *empreinte* qui résulte de la combinaison du *rapport social* et du *rapport patrimonial*. Autrement dit, dans le cadre d'une *négociation territoriale*, on peut identifier les acteurs les plus disposés à négocier, c'est-à-dire les plus ouverts au dialogue et qui tiendront compte des *acteurs faibles* ; ensuite, ceux qui portent au sein de leurs objectifs les enjeux des *acteurs absents*, qu'il sera essentiel d'intégrer au processus de négociation.

Nous pourrions aussi tenter d'identifier les conflits de personnes, les conflits d'usages et les conflits de *valeurs morales* (conflit de morale d'aménagement vis-à-vis d'un objet territorial). Dans un contexte d'*aide à la négociation*, notre contribution vise à mieux comprendre les relations entre humains en complétant l'analyse sociale classique par l'étude des liens homme-territoire. Dans un contexte d'*aide à la conservation*, notre contribution vise à mieux comprendre les pratiques en complétant l'analyse environnementale classique par l'étude des liens entre acteurs. En bref, *une négociation plus écologique, une conservation plus humaine*.

III.1.4. T3D et A4D pour des outils de médiation

Une réflexion approfondie sur l'activité de médiation nous a conduit à proposer l'*argumentation spatiale* comme outil d'*aide à la médiation* dans un contexte de *négociation territoriale*. Nous proposons cet *argumentaire spatial*, bâti sur les résultats proposés par l'étude du *territoire en 3 dimensions* et de *l'acteur en 4 dimensions*, comme outil d'aide au médiateur. Pour valider une telle proposition, nous avons simulé une *négociation territoriale* par l'intermédiaire d'une *plate-forme pédagogique d'aide à la négociation*.

III.1.4.1. Des représentations validées à l'argumentation spatiale pertinente

Le sens très général du terme *représentation* « action de mettre devant les yeux⁷⁴ » et « idée que nous nous faisons du monde⁷⁵ », a permis qu'il soit investi différemment selon les disciplines et les chercheurs. Il en va de même quand il s'agit de *représentations territoriales*. En effet, dans la conduite de projets territoriaux, on s'intéresse à des représentations dites spatiales pour l'*aide à la décision*. « Une représentation est à la fois un processus qui permet de faire connaître, de rendre compréhensible un phénomène, une idée, un objet [...] et le résultat de ce processus : une image, une carte, un diagramme, un tableau, un modèle. La spécificité d'une *représentation spatiale* se traduit par l'analyse des positions relatives des objets ou phénomènes dans l'espace » (Brunet & al., 1993). Ces *représentations spatiales* sont alors soumises aux acteurs engagés dans des projets territoriaux. Encore faut-il que ces acteurs puissent se les approprier. Pour cela, il semble nécessaire de s'intéresser aux représentations dites sociales. Par *représentations sociales* on entend des « systèmes d'interprétation, régissant notre relation au monde et aux autres, qui orientent et organisent les conduites et les communications sociales » (Jodelet, 1991). « Les individus ou les groupes d'individus vont percevoir la réalité à partir des représentations qu'ils ont construites eux-mêmes à partir des interactions entre ces groupes » (Moscovici, 1961). Notre méthode est fondée sur les *représentations sociales* pour construire des *représentations spatiales* pertinentes, autrement dit plus facilement appropriables par les acteurs d'un projet lors d'une *négociation territoriale*.

Rappelons que l'objectif général de ce travail est d'aboutir à des *argumentaires spatiaux* pertinents, en utilisant les représentations physiques, biologiques et sociales du territoire et de ses enjeux, en l'occurrence l'eau, à la fois par rapport au projet et aux acteurs : ceci afin d'enrichir la négociation et de lui permettre de se développer. Par l'intermédiaire d'un médiateur, l'*argumentaire spatial* devra réunir les *acteurs forts, faibles et absents*.

Le modèle de *l'acteur en 4D* grâce aux *empreintes territoriales*, décrit ce qui lie des hommes entre eux, et des hommes à leur territoire. Combinée à une analyse des pratiques (savoir-faire), préférences (savoir-être) et savoirs, cette méthodologie nous permet de repérer les *représentations sociales* sur un territoire. Un médiateur pourra mobiliser ce diagnostic pour construire un *argumentaire spatial* pertinent basé sur deux points : déceler les grandes

⁷⁴ Robert Historique.

⁷⁵ Larousse.

tendances du *jeu d'acteurs* et mesurer l'importance donnée aux *acteurs faibles* et *absents*. Si le médiateur se rend compte que certains objets du vivant biologique ne sont pas pris en compte, alors il choisira des *représentations spatiales* soulignant leur importance. Ensuite, à partir des résultats sur les pratiques, préférences et savoirs, le médiateur pourra sélectionner les *représentations spatiales* les plus appropriées, compte tenu du projet et des acteurs, pour conduire une *argumentation spatiale* adaptée. Par exemple, l'activité d'extraction de granulats et notamment le remblaiement des bassins de gravière peut avoir des conséquences sur la faune souterraine (*acteurs absents*) et sur la qualité de l'eau des puits des riverains (*acteurs faibles*).

Prenons l'exemple des eaux souterraines sur le secteur de l'Ecozone du Forez, ressource peu connue et souvent peu considérée par les *acteurs locaux* lors d'une négociation environnementale. Dans ce cas, un médiateur devra construire un *argumentaire spatial* pour faire valoir les enjeux liés à cet *acteur absent*, la nappe phréatique, et aux *acteurs faibles*, ceux qui utilisent cette ressource. Mais plusieurs *représentations spatiales* sont possibles. Une partie de ce secteur fait l'objet d'une modélisation mathématique des écoulements permettant de simuler l'impact des gravières sur la nappe phréatique. Les résultats de ces simulations peuvent être exprimés sous forme cartographique à l'aide d'un SIG. Toutefois, un public non averti et non familiarisé avec ces méthodes peut difficilement s'approprier ce type de *représentation spatiale*. À elle seule, elle ne constitue pas une *argumentation spatiale* suffisante. Pour l'améliorer, il est possible de faire valoir un enjeu important et complémentaire de celui de l'eau, la biodiversité, et d'étudier le milieu souterrain à l'aide de bioindicateurs (invertébrés souterrains) qui permettront d'estimer différemment l'impact des gravières sur le milieu naturel. Nous pourrions ainsi produire une *argumentation spatiale* adaptée cette fois aux acteurs plus sensibilisés au monde du vivant. Ces deux types de *représentations spatiales* demeurent néanmoins généralement réservés à un public de spécialistes. Notre méthodologie fondée sur l'*acteur en 4D* s'avère ainsi d'autant plus nécessaire pour trouver d'autres *représentations spatiales* adaptées à des profanes ou des acteurs possédant d'autres centres d'intérêt. Après les dimensions biologiques ou physiques pour mettre en valeur les *acteurs absents*, passons maintenant à la dimension humaine qui souligne la nature et les rôles des *acteurs faibles*. En effet, face à un problème de nappe sur un territoire, il paraît indispensable de connaître l'ensemble des utilisateurs de la nappe, même si ces derniers ne sont pas forcément invités directement à la table des négociations. C'est au médiateur de présenter ces *acteurs faibles* par le biais d'une carte du territoire par exemple, où chacun se trouve représenté spatialement.

Ici, c'est donc la médiation qui met en œuvre l'*argumentation spatiale*, avec pour objectif de prendre en compte tous les acteurs de la négociation. Le médiateur aura pour tâche de fixer des stades d'irréversibilité de la négociation, par exemple, grâce à des cartes.

III.1.4.2. Vers une plate-forme pédagogique d'aide à la négociation

La formation à la négociation dans le domaine de l'environnement et de l'aménagement comporte des enjeux pédagogiques spécifiques. Il s'agit que les apprenants puissent proposer des solutions dans le cadre de processus incertains et complexes, en présence de légitimités multiples, sur des projets ancrés sur des terrains concrets, physiques, biologiques et humains. Une *plate-forme pédagogique* comme celle que nous proposons, associant *jeu de rôles* et outils d'*aide à la négociation*, peut favoriser un tel apprentissage.

La formation à la négociation comporte souvent une composante *jeu de rôles*. Barreteau & al. (2001) proposent d'associer deux types d'outil : les Systèmes Multi-Agents (SMA) et les *jeux de rôles* comme supports de discussion pour la gestion des ressources renouvelables. Leur objectif était de réaliser une simulation des dynamiques d'usage de la ressource en eau

sur un cas d'application concret au Sénégal, tout en légitimant l'utilisation des outils auprès des *acteurs locaux*. Sans rentrer dans les détails, les SMA sont des outils qui « agissent en tant que mondes virtuels devant représenter des points de vue sur des mondes réels ». Ils permettent de modéliser le comportement des acteurs dans la discussion et leur rapport aux ressources naturelles. Leur utilisation en synergie avec des *jeux de rôles* qui « ont joué un rôle de communication entre réalité et modèle médiateur de discussion », a permis de simuler des systèmes complexes dynamiques, de partager et de faire partager des points de vue en explicitant le contenu du modèle SMA tout en évitant l'*effet boîte noire*. Il ressort de cette expérience trois points importants pour la négociation : (1) faire partager des points de vue ; (2) organiser l'acquisition d'une connaissance commune ; et (3) légitimer l'utilisation d'outils auprès des *acteurs locaux*.

Dans un autre registre, l'idée de De Carlo (2003b) était de « rendre la formation à la concertation dans le domaine de l'environnement et de l'aménagement plus proche des processus de concertation ». Cette idée s'est matérialisée par la création d'un CD-Rom qui s'appuie sur un cas réel : la construction de l'autoroute *La Francilienne*. Il contient nombre d'informations sur le déroulement de ce projet et notamment un dossier de presse intégrant les différents acteurs. Associé à des séquences de *jeu de rôles*, ce CD-Rom « contient 25 à 30 heures de formation, et développe un processus d'apprentissage interactif individuel basé sur la pédagogie *learning by doing*⁷⁶ ». Dans ce travail la formation à la négociation s'appuie sur des objectifs pédagogiques : (1) former à la négociation dans des processus complexes ; (2) rendre compte des multiples rationalités et affectivités en présence ; et (3) favoriser la créativité et inventer de nouvelles solutions.

Qui plus est, il nous semble essentiel d'ajouter un quatrième objectif pédagogique aux trois précitées : familiariser les apprenants à l'utilisation d'outils d'*aide à la négociation*. Dans cette optique, la *plate-forme pédagogique* que nous proposons s'appuie sur l'étude de 3 dimensions du territoire (physique, biologique et humaine) pour rendre compte de la complexité du processus et des interactions *intra* et *inter* dimensions. Si les dimensions physique et biologique permettent une approche du territoire plus objective, l'étude de la dimension humaine, quant à elle, renvoie à une approche plus subjective permettant de rendre compte des multiples rationalités, des affectivités, des points de vue des acteurs en présence : en un mot de l'intersubjectivité. L'utilisation des *représentations territoriales* sous forme d'*argumentaire spatial* dans un processus de négociation simulé sous forme de *jeu de rôles*, facilité par un tiers médiateur et un support informatique devraient permettre de favoriser la créativité et l'invention dans la recherche d'un accord.

C'est par ces applications territoriales que se révèle toute la particularité de notre approche : appréhender un territoire en considérant comme indissociables *rapport social et rapport patrimonial*. Dans ce contexte, la *gestion équilibrée* peut donc être envisagée comme la mise en place d'un processus de communication étroitement imbriqué avec l'action où l'*argumentation spatiale*, issues de la description et de l'interprétation de l'*acteur en 4D sur un territoire en 3D*, peut trouver sa place en tant qu'outil de médiation pour l'*aide à la négociation* dans une optique de durabilité. Cette approche méthodologique est actuellement testée sur un cas d'application concret : l'Ecozone du Forez.

⁷⁶ Apprentissage par la pratique.

III.2. Présentation du terrain d'étude : l'Ecozone dans la Plaine du Forez

Dans la Plaine du Forez, le fleuve Loire et les gravières sont les éléments incontournables ayant présidé à la création de l'Ecozone du Forez. Tout en s'appuyant sur les deux principaux protagonistes⁷⁷ du projet Ecozone, sur leurs réalisations et leurs objectifs respectifs, cette partie propose un portrait rapide du terrain d'étude orienté plus particulièrement sur les 3 dimensions du territoire telles qu'elles ont été définies précédemment.

III.2.1. Des gravières sur un territoire

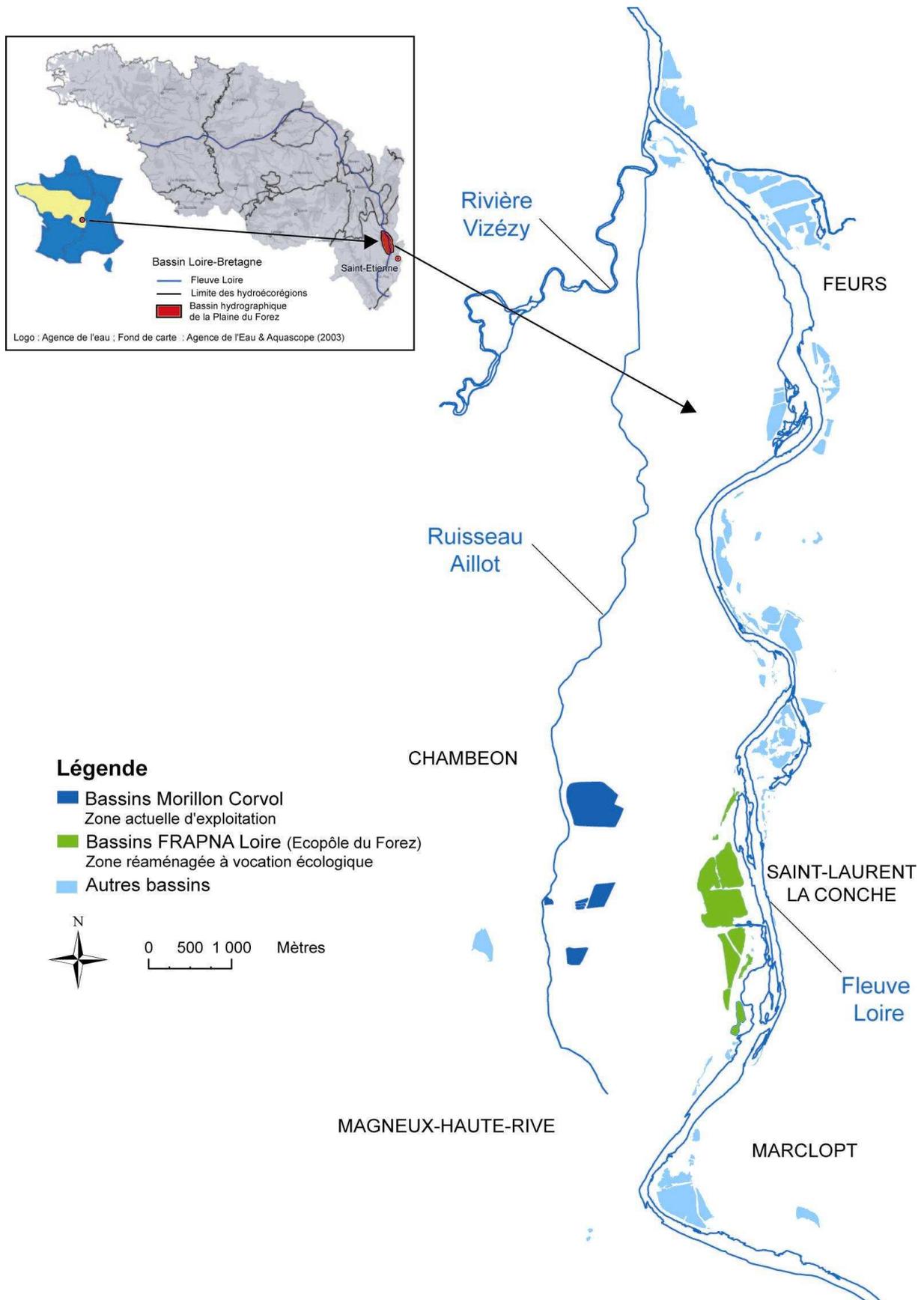
Notre travail s'inscrit dans une problématique de *gestion environnementale* d'un site post-industriel en milieu alluvial. Sur ce territoire, le partenariat instauré au début des années 1990 entre un industriel exploitant de granulat (Morillon Corvol) et une association de protection de la nature (FRAPNA Loire) constitue une première. Ce partenariat, d'apparence contre-nature, a permis la réhabilitation de plans d'eau laissés à l'abandon après exploitation (en s'appuyant sur le savoir-faire du carrier) et constitue une réponse anticipée aux enjeux environnementaux médiatisés aujourd'hui dans le cadre de la *gestion équilibrée*, et plus globalement sur l'idée de durabilité.

III.2.1.1. Situation géographique : de la Plaine du Forez à l'Ecozone

Située en région Rhône-Alpes dans le département de la Loire, à l'est du Massif Central, la Plaine du Forez est un bassin entièrement fermé, traversé du sud au nord par le fleuve Loire. Elle fait partie du bassin hydrogéographique Loire-Bretagne et constitue l'hydroécocorégion sédimentaire du Forez. Ce bassin d'effondrement est encadré à l'ouest et à l'est par les massifs cristallins du Forez (horst granitique dont l'altitude moyenne est comprise entre 1200 et 1600 mètres) et du Lyonnais (vaste plateau constitué de granites hercyniens et de terrains métamorphiques formant une barrière moins haute que les Monts du Forez à une altitude comprise entre 500 et 900 mètres) et délimité au nord par le seuil de Neulise et au sud par le seuil du Perthuiset (Gorges de la Loire et Monts du Velay). Cette plaine est remblayée, au cours du tertiaire, par des formations argilo-sableuses localement gréseuses ou carbonatées de l'oligo-miocène (Le Griel, 1984). Elle s'étire sur une bande d'une largeur maximale de 20 kilomètres et de 40 kilomètres de long et couvre une surface d'environ 760 kilomètres carrés à une altitude moyenne de 360 mètres.

Au cœur de la Plaine du Forez, entre Saint-Etienne, ville-porte du Parc Naturel Régional du Pilat, et Roanne, l'Ecozone du Forez s'étend sur environ 160 hectares le long du fleuve Loire, hors Domaine Public Fluvial. Ce projet s'inscrit sur le territoire de six communes : Chalain-le-Comtal, Chambéon, Feurs, Magneux-Haute-Rive, Marclopt, Saint-Laurent-la-Conche. A l'intérieur de ce projet est situé l'Ecopôle du Forez, qui s'étend sur 55 hectares, toujours hors Domaine Public Fluvial. C'est un ancien site d'exploitation de granulat, situé dans l'espace de liberté du fleuve, réhabilité de façon écologique par la FRAPNA Loire avec l'aide de ses partenaires (Carte 1.).

⁷⁷ FRAPNA Loire et Morillon Corvol.



Carte 1. Situation géographique de l'Ecozone du Forez

III.2.1.2. De l'industriel à l'association de protection de la nature

L'évolution de la législation en matière de carrières a obligé les exploitants de granulat à délaisser le lit mineur des fleuves pour le lit majeur. Au-delà des contraintes imposées par ce texte de loi, Morillon Corvol a affiché dès le départ ses préoccupations environnementales pour aboutir aujourd'hui à un partenariat avec la FRAPNA Loire, à la rédaction d'un Plan Environnement Entreprise (Morillon Corvol, 2001b) et à un suivi environnemental des activités (Morillon Corvol, 2001a). Aujourd'hui, l'aménagement intégré des gravières est réalisé simultanément à la phase d'extraction du site, sans attendre la fin de l'exploitation.

Il y a une dizaine d'années, la situation était différente, il s'agissait de valoriser un site en milieu alluvionnaire laissé à l'abandon en fin d'extraction. Le travail effectué sur le territoire de l'Ecozone du Forez, géré par la FRAPNA Loire, dans le cadre de son Plan de Gestion (Cesame, 1996) et d'études spécifiques (Mimoun, 2001 ; Ulmer, 1997 ; Atou 1997a et 1997b) a permis à cette structure d'acquérir une expérience solide en termes de réhabilitation de milieux dégradés (post-exploitation de granulat), de gestion des milieux (suivi scientifique, dynamique du fleuve, génie écologique) et d'accueil du public (animation, éveil à l'écocitoyenneté, sensibilisation aux milieux naturels). Ces acquis en termes de gestion des milieux naturels, en termes de connaissance du patrimoine écologique et anthropique, et en termes de partenariat en font un site représentatif des projets de développement et d'aménagement territorial en zone alluviale. L'Ecopôle donc fut créé en 1995. Il est situé sur les bords de la Loire, entre Feurs et Chambéon. Suite aux exploitations intensives dans le lit mineur de la Loire pendant les années 1980 qui perturbaient d'une part l'équilibre écologique et d'autre part l'écoulement du fleuve, la FRAPNA décide, en partenariat avec l'exploitant de granulat Morillon Corvol, de réaménager les terrains dégradés en site à vocation écologique. Initialement, le territoire ainsi revalorisé couvrait une surface de 100 hectares. Aujourd'hui l'Ecopôle du Forez s'est agrandi en Ecozone du Forez et ce sont désormais 260 hectares de bords de Loire (situés entre Montrond-les-Bains et Feurs, département de la Loire, France) qui sont l'enjeu de ce partenariat. L'Ecopôle accueille actuellement plus de 400 espèces d'oiseaux et offre au public plusieurs observatoires pour profiter, sans déranger, de cette richesse ornithologique.

La FRAPNA est la Fédération Rhône-Alpes pour la Protection de la Nature. Association loi 1901, indépendante de tout mouvement politique, elle est agréée par le Ministère de l'environnement depuis 1978 et reconnue d'utilité publique depuis 1984. Ses actions phares sont les suivantes : veille, inventaire, étude de terrain, connaissance des écosystèmes rhônalpins ; participation officielle aux diverses commissions d'aménagement du territoire ; organisation de formations pour les adultes, les professionnels, les élus, actions continues d'éducation à l'environnement notamment pour les jeunes ; gestion de terrains d'intérêt écologique particulier ; information et sensibilisation aux enjeux liés à la protection de la nature et au cadre de vie en Rhône-Alpes par des campagnes thématiques et par des événementiels ; protestations et luttes contre les projets destructeurs de la nature, de l'environnement et du cadre de vie.

Morillon Corvol est un groupe industriel anglais (racheté en 2005 par le groupe CEMEX) qui fait partie des leaders mondiaux des matériaux de construction. Morillon Corvol exploite depuis des années la plaine alluviale de la Loire. Cette entreprise a dû évoluer et s'adapter au cours du temps, en fonction de la législation, à une prise en compte de l'environnement. Elle fait partie actuellement des principaux producteurs français de granulat. Depuis 1990, Morillon Corvol affiche sa volonté d'inscrire son activité dans un contexte de *développement durable*. Cette volonté se manifeste à travers deux engagements : la signature de la charte

professionnelle de l'industrie du granulat en 1992 et l'élaboration d'un Plan Environnement Entreprise en partenariat avec l'ADEME en 1997. Il faut préciser que ces deux textes prévoient, entre autres, de renforcer l'ouverture de l'entreprise vers l'extérieur et développer les échanges avec l'ensemble des partis intéressés. La politique environnementale de Morillon Corvol se décline au travers de 5 axes prioritaires qui traduisent la volonté du groupe d'intégrer le concept de *développement durable* : *Axe 1*, adopter un développement raisonné, il s'agit d'intégrer la dimension environnementale à toutes les étapes du processus de sélection des nouvelles implantations industrielles ; *Axe 2*, maîtriser les impacts et les risques environnementaux, pour cela l'exploitant prend toutes les dispositions pour garantir une bonne insertion de son activité dans son environnement ; *Axe 3*, contribuer à la recherche appliquée, il s'agit de participer au développement des connaissances et des savoir-faire environnementaux ; *Axe 4*, impliquer et responsabiliser les hommes, c'est mobiliser l'ensemble des collaborateurs ; et *Axe 5*, communiquer et développer le partenariat, c'est renforcer l'ouverture de l'entreprise vers l'extérieur et développer les échanges avec l'ensemble des partis intéressés.

Afin d'instaurer un dialogue constructif, Morillon Corvol préside annuellement des *Commissions Locales d'Information et de Concertation*. Elles rassemblent des élus locaux, des riverains, des associations, des représentants de la DRIRE et de la DIREN et des représentants de l'entreprise. Cette démarche s'appuie, entre autres, sur la Charte de la Concertation éditée en 1995 par le Ministère de l'environnement. Ces objectifs sont les suivants : (1) informer les partis intéressés sur le projet notamment en phase d'élaboration ; (2) recueillir des observations et y répondre ; (3) intégrer au mieux le projet dans le tissu socio-économique local ; et (4) prévoir les modalités d'exploitation et d'aménagement suivant la vocation future du site.

Désormais, le partenariat entre Morillon Corvol et la FRAPNA Loire semble acquis et pérenne. L'industriel et l'association de protection de la nature travaillent conjointement sur le site de l'Ecozone du Forez.

III.2.1.3. Du fleuve Loire aux gravières

L'histoire du fleuve Loire dans la Plaine du Forez est marquée au début des années 1950 par l'industrialisation de l'exploitation de granulat. Ces extractions ont débuté dans le cours vif du fleuve pour étendre au fil du temps leur emprise aux dépens des pâtures en lit mineur, puis en lit majeur. Cette activité industrielle associée à la construction du barrage de Grangent en amont, à la construction de nouvelles digues et au changement des pratiques agricoles, a profondément modifié le paysage et le fonctionnement hydrologique du fleuve. Aujourd'hui, l'heure est à l'aménagement des sites post-industriels.

- *Historique de l'exploitation de granulat*

L'évolution de la Loire et de ses abords peut-être analysée à l'aide des photographies aériennes disponibles depuis 50 ans. Cette analyse a permis de reconstituer l'historique de l'exploitation de granulat sur le secteur qui deviendra l'Ecozone du Forez (Delorme, 1994) :

- 1954 : extension des sites d'exploitation de graviers au détriment des pâtures ;
- 1958 : l'emprise des gravières s'intensifie (exploitation en lit majeur et en lit mineur) ;
- 1965 : profondes modifications du paysage, les gravières sont présentes partout ;
- 1976 : le fleuve capte certaines gravières ;
- 1980 : apogée de l'exploitation de granulat ;
- 1991 : fin des exploitations en rive gauche du fleuve (naissance de l'Ecopôle du Forez) ;
- 1992 : demande d'autorisation d'ouverture de carrière, exploitée actuellement en lit majeur à environ 1 kilomètre de l'Ecopôle du Forez.

Actuellement, le marché du granulat est un marché local. Les granulats sont des petits morceaux de roches nécessaires à la construction d'immeubles, de routes, de ponts ou de voies de chemin de fer. Ils sont de forme et de nature variées en fonction de leur origine (roches massives, gisements alluvionnaires ou marins, ou matériaux de démolition recyclés) et les techniques de production employées. Leur taille est comprise entre 0 et 125 millimètres. En France, chaque habitant en consomme près de 20 kilogrammes par jour, soit une production annuelle nationale d'environ 390 millions de tonnes (Espace pour Demain, 2002). Ils peuvent être mis en œuvre directement pour constituer les couches de fondation de routes, de voies ferrées ou de remblais, ou être utilisés avec différents liants tels que le bitume pour produire des enrobés routiers, ou le ciment pour fabriquer du béton (ils entrent pour près de 85% dans la composition des bétons). L'exploitation de ce granulat est organisée en plusieurs opérations : le décapage (qui consiste à retirer les matériaux situés au-dessus du gisement), l'extraction (pour les gisements alluvionnaires on utilise le plus souvent des pelles hydrauliques ou des draglines), le transfert (vers les lieux de traitement), le traitement (il s'agit d'opérations de broyage, concassage, criblage et lavage afin d'obtenir des granulats de différentes granulométries), le stockage et la livraison, la remise en état de la carrière (souvent réalisée de façon coordonnée à l'avancement de l'extraction : les terrains exploités retrouvent un autre usage).

- *Impacts sur l'environnement*

Les gravières ont marqué l'histoire de la Plaine du Forez. Elles y ont laissé leur empreinte et les impacts qu'elles génèrent continuent à se faire sentir. Les atteintes sur l'environnement de l'exploitation de granulat sont aujourd'hui connues. En lit majeur comme en lit mineur, l'extraction peut engendrer des impacts hydrodynamiques, morphodynamiques, physico-chimiques, écologiques et hydrobiologiques au niveau des eaux souterraines et superficielles. Dans ce paragraphe sont présentés quelques exemples applicables à la Plaine du Forez des conséquences écologiques et hydrobiologiques de l'exploitation de granulat (Berland, 1998).

Les impacts défavorables enregistrés à la fin des années 1970 ont provoqué un changement de politique qui s'est traduit par un report d'extractions du lit mineur vers une bande riveraine proche de la rivière. Il en résulte aujourd'hui d'autres impacts tels que les risques de capture des gravières par les cours d'eau ou des modifications lourdes et irréversibles des écosystèmes du lit majeur. Dans la Plaine du Forez, les extractions en lit mineur ont provoqué : (1) l'abaissement de la nappe phréatique qui par effets indirects (enfouissement du lit) a conduit à l'assèchement des écosystèmes riverains et à la réduction de la ressource en eau ; et (2) la modification de la nature des fonds du fleuve (mise à nu du substratum) avec des répercussions sur les biocénoses benthiques et les peuplements piscicoles (Bravard & Malavoi, 2000).

Les extractions en lit majeur posent, quant à elles, d'autres problèmes, notamment au niveau des eaux superficielles. Les rejets en MES (Matières En Suspension) et l'impact thermique des ballastières liés soit aux rejets d'eaux de lavage, réchauffées par le séjour dans les plans d'eau ou les bacs de décantation, soit aux échanges rivière/nappe par infiltration, provoquent des changements faunistique et floristique (Berland, 1998). Pour Bravard & Malavoi (2000) les extractions de lit majeur à proximité des berges, puis leur report en lit majeur associé à l'endiguement, rendent irréversible le processus d'enfouissement du lit. Toutefois, Berland (1998) souligne que dans certains cas une faible densité de gravières sur la bande riveraine proche du fleuve est favorable à une diversification biologique.

D'une manière générale, il est souvent préconisé de limiter l'extraction de granulat alluvionnaires (Agences de l'eau, 2000c) et le remblaiement, notamment dans les secteurs à fort intérêt pour l'eau potable (Agences de l'eau, 1996). Si la littérature scientifique est peu loquace au sujet des conséquences du remblaiement sur la qualité physico-chimique des eaux

souterraines, il existe des références dans la *littérature grise*. La DRIRE⁷⁸ Franche-Comté (2004) propose des orientations à privilégier en matière d'aménagement de carrières. Elle insiste notamment sur les risques de pollution des eaux souterraines, car l'apport de matériaux même inertes n'est pas sans risque, l'innocuité de ces derniers n'étant jamais certaine et difficile à contrôler. L'enfouissement de plâtre, par exemple, provoque une forte augmentation de la conductivité⁷⁹, des concentrations en sulfates et en calcium lorsqu'ils sont dissous dans les eaux souterraines.

- *Aménagement des gravières*

En fin d'extraction d'un site en milieu alluvionnaire, les exploitants de granulats sont confrontés au problème suivant : *Comment valoriser les sites après exploitation ?* Les solutions reposent aujourd'hui sur les principes d'aménagement intégré des gravières, désormais bien connus :

- aménagement de surface remblayée pour un usage privé : agriculture, foresterie ;
- aménagement de surface en eau pour l'intérêt général : bassin pour l'irrigation, réserve en eau incendie, soutien d'étiage, bassin d'expansion des crues ;
- aménagement de surface en eau pour les loisirs : pêche, chasse, nautisme ;
- aménagement à vocation écologique dont les principes sont les suivants : aménagement des berges en pente douce au contact terre-eau, création de berges sinueuses, aménagement d'îlots généralement au-dessus du niveau de l'eau, apport de terre végétale sur les berges pour favoriser le développement de la végétation, réunification des divers plans d'eau, mise en communication des plans d'eau avec la rivière.

- *Intégration sociale des gravières*

L'industrie minière a dû certes s'adapter aux contraintes environnementales et modifier ses pratiques pour limiter ses impacts sur le milieu naturel. Mais en plus de tenir compte des aspects environnementaux, l'industrie minière souhaite s'intégrer socialement sur un territoire, c'est-à-dire implanter son activité dans la consultation, la concertation et le dialogue avec les autres *utilisateurs de l'espace*. Cet objectif de concertation se retrouve d'ailleurs dans l'axe prioritaire n°5 de l'entreprise Morillon Corvol (*Axe 5, communiquer et développer le partenariat, c'est renforcer l'ouverture de l'entreprise vers l'extérieur et développer les échanges avec l'ensemble des parties intéressées*).

Dans la Plaine du Forez, on constate qu'autour des gravières vivent des riverains, des chasseurs et pêcheurs, des agriculteurs ou des associations de protection de la nature. Chaque acteur a sa propre vision du territoire, et ces visions peuvent s'entrechoquer sans concertation préalable. Afin de prévenir des conflits d'intérêt, d'usage ou de position, l'industrie doit *prendre le pouls* du territoire sur lequel elle souhaite s'implanter. Notre méthodologie contribue à l'analyse en profondeur du *jeu d'acteurs* afin que chacun puisse s'informer sur les autres et ainsi se préparer à un processus de *négociation territoriale*. D'autre part, le *jeu de simulation* proposé a pour base le dialogue entre acteurs concernés pour que l'ensemble des intérêts présents sur un territoire soient reconnus et pris en compte dans la décision finale.

L'industrie minière est aujourd'hui confrontée à des normes environnementales de plus en plus sévères et à un tissu social de plus en plus exigeant. Ainsi, d'un territoire émane des besoins pressants en matière d'information, de concertation. Un outil tel que la *plate-forme pédagogique* trouve sa place pour créer du lien entre homme et nature sur un territoire.

⁷⁸ Direction Régionale de l'Industrie et de la REcherche.

⁷⁹ Exprimée en micro-Siemens par centimètre, généralement à une température de 25°C ($\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C), la conductivité mesure la teneur d'une eau en éléments minéraux.

III.2.2. Du territoire physique au territoire humain

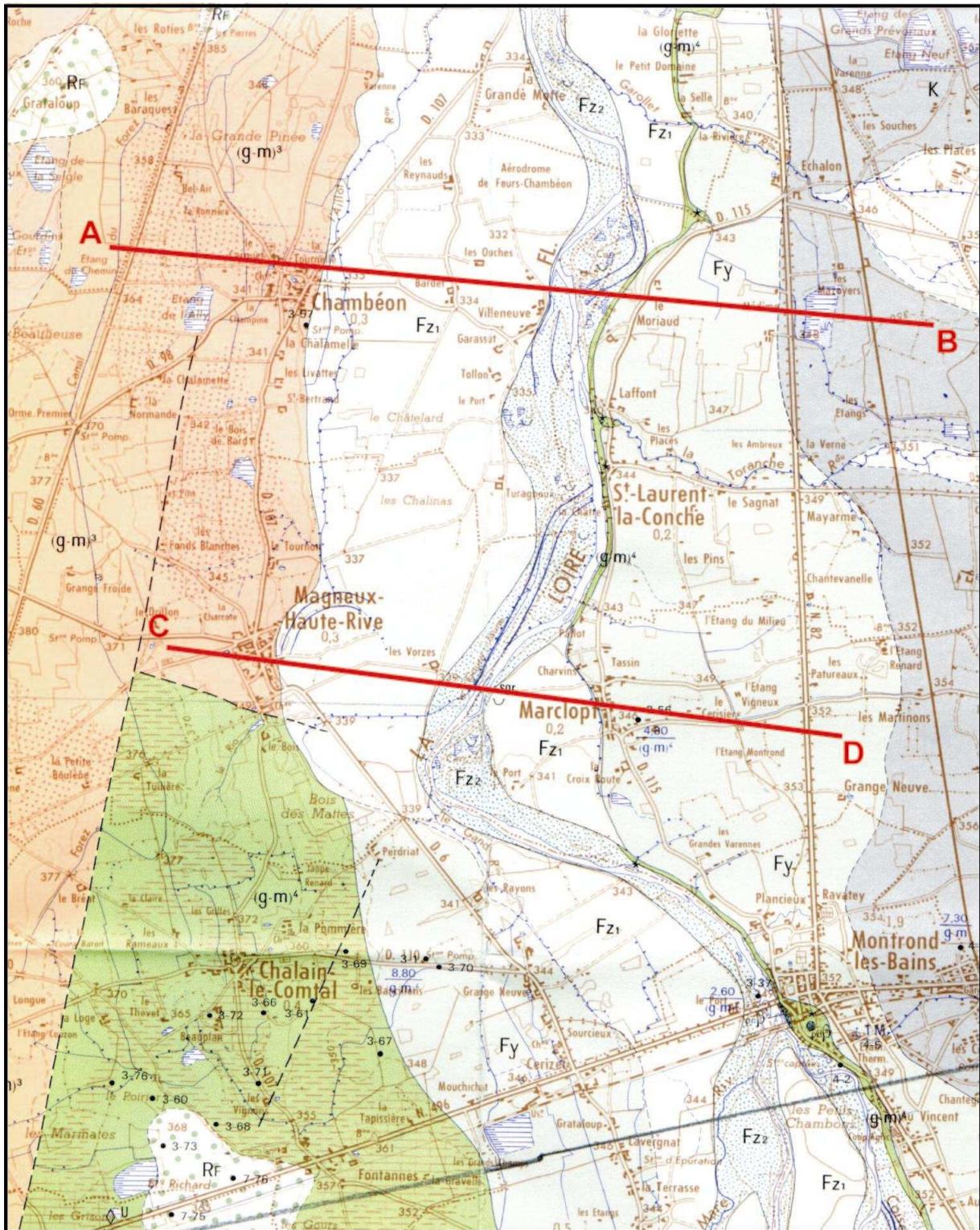
A la suite de cette présentation ciblée sur l'extraction de granulat et la protection de la nature, il reste maintenant à envisager chacune des dimensions du territoire de manière plus précise. Celles-ci sont envisagées et décrites sous l'angle réduit des informations utiles et nécessaires qui permettent une mise en œuvre du travail de terrain.

III.2.2.1. Territoire physique : rive gauche de l'Ecozone du Forez

- *Description générale du territoire physique* (Cesame, 1996 & 2003 ; Ulmer, 1997 ; Mimoun, 2004)

La Plaine du Forez résulte de l'effondrement de certaines portions de socle qui n'ont pu résister à la violence des forces tectoniques au début du tertiaire, en l'occurrence le plissement alpin ou surrection alpine ayant engendré entre autres les Monts du Forez. Ce fossé s'est empli peu à peu de sédiments pour la plupart lacustres (marnes vertes ou lauzes), auxquels est venu s'ajouter un comblement quaternaire d'origine fluviatile. La situation hydrographique et hydrologique de la Plaine du Forez est étroitement liée à la présence du fleuve Loire et aux reliefs alimentant le bassin versant. La dynamique de ce fleuve, considérée ici sous l'aspect des crues, est d'une importance capitale pour le bon fonctionnement et la pérennité de l'écosystème. Outre le fleuve Loire et ses affluents (Lignon, Coise, Mare), le réseau hydrographique de la Plaine du Forez présente plusieurs autres composantes non négligeables au niveau des flux et des échanges hydrologiques : les étangs, les nappes phréatiques, les gravières, les digues et le canal du Forez.

Dans la plaine du Forez, là où le substratum argileux ou marneux imperméable est proche de la surface, se trouvent de nombreux étangs créés par l'homme à partir du 13^e siècle. Actuellement, répartis en trois plaques principales (Arthun, Feurs et Mornant), subsistent 200 à 300 étangs couvrant environ 1000 à 1500 hectares. Les principales réserves d'eau, quant à elles, considérées sous l'aspect hydrogéologique, sont situées dans les formations alluviales quaternaires. L'alimentation des nappes phréatiques ainsi constituées se fait par infiltration, par apports des versants et par les crues du fleuve, la Loire occupant une position drainante pour l'ensemble du système. C'est un fleuve très irrégulier, car ses débits sont étroitement liés à la pluviométrie. Il existe, de plus, une opposition marquée entre les affluents des deux rives de la Loire, correspondant à une différence d'ampleur des reliefs qui l'encadrent. La rive gauche reçoit des rivières dont les bassins versants se situent sur les pentes est des Monts du Forez (Lignon, Aix, Mare), à régime pluvio-nival, rentrant parfois en crues violentes. A droite, les affluents provenant des Monts du Lyonnais sont plus modestes et leurs crues moins puissantes en raison de la moindre altitude du bassin versant (Loise, Coise). Le régime de la Loire est très contrasté, marqué par des étiages sévères qui peuvent être opposés à de rapides montées des eaux. Les crues sont brutales et irrégulières dans le cours supérieur du fleuve et les débits très liés au relief et au climat. Les milieux annexes sont constitués de gourds (bras morts) connectés ou non au fleuve, de bras secondaires et de tressages avec de multiples chenaux et îlots. La dynamique fluviale est marquée par des crues qui se manifestent sous forme de pulsations brutales et donne au fleuve un caractère irrégulier. Cette instabilité est due à l'influence des précipitations méditerranéennes sur le haut bassin versant (crues de type cévenol), à laquelle vient s'ajouter la perturbation occasionnée par des flux océaniques. Il est important de noter que la Plaine du Forez correspond à la première zone de ralentissement des écoulements et donc d'expansion des crues, ce qui permet de souligner le rôle tampon des zones humides.



Carte 2. Carte géologique du site d'étude

[D'après la carte géologique de la France au 1/50 000 - Feuille de Montbrison, d'après Mimoun (2004). Les deux traits rouges localisent les coupes géologiques et géomorphologiques interprétatives de la plaine du Forez. La légende de la carte est donnée Figure 10.]

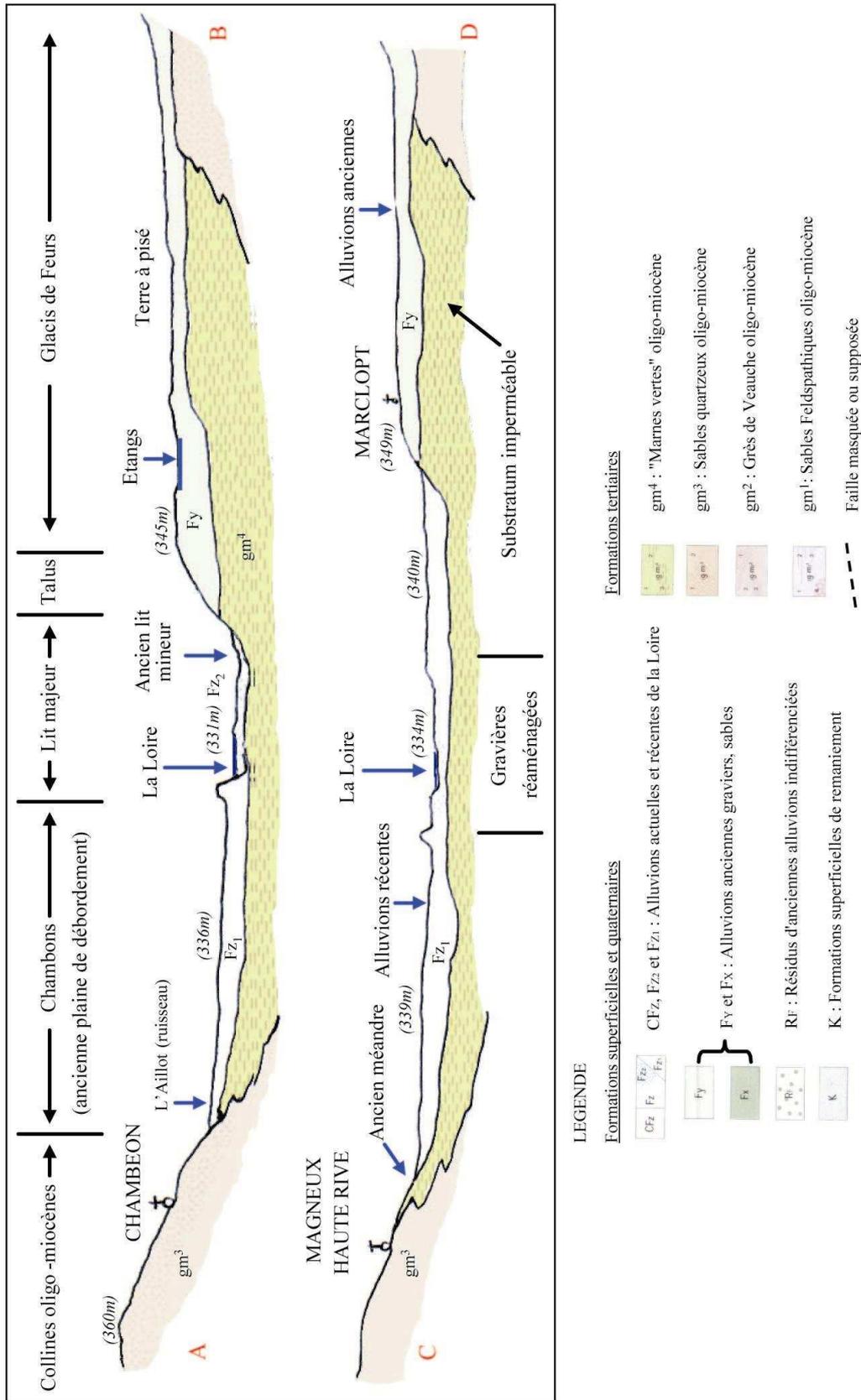


Figure 10. Coupes géologiques et géomorphologiques interprétatives du secteur d'étude
D'après Le Griel (1975) modifié d'après Mimoun (2004)

Cadre géologique du terrain d'étude

La carte géologique (Carte 2.) de Montbrison au 1/50000 permet de préciser les différentes formations présentes sur le site :

– le substratum, d'âge tertiaire, est représenté par une formation de marnes vertes parfois très indurées où des passées sableuses peuvent être observées. Il se situe entre 6,5 et 7,5 mètres sous la cote du terrain naturel et peut atteindre plusieurs centaines de mètres d'épaisseur comme le montrent les carottages effectués sur le site d'étude⁸⁰ (Duclos, 1967).

– en rive gauche du fleuve Loire, le substratum est recouvert par les alluvions récentes des Chambons de la Loire notées Fz₁ sur la carte géologique. Formées de sables, graviers, galets et de limons fertiles, elles correspondent à des apports antérieurs aux endiguements du fleuve. Leur épaisseur ne dépasse pas 8 mètres. La limite avec les formations oligo-miocène suit grossièrement le tracé du ruisseau l'Aillot entre le village de Magneux-Haute-Rive et Chambéon. Ces formations renferment une nappe alluviale libre. Les alluvions récentes et actuelles du fleuve notées Fz₂ correspondent aux dépôts les plus récents. Elles sont constituées de matériaux de nature granitique ou basaltique dont la granulométrie va jusqu'à 150 à 200 millimètres. D'une épaisseur variant de 2 à 4 mètres, elles forment une bande de 150 mètres de large de part et d'autre de l'axe du fleuve.

– en rive droite du fleuve Loire, les alluvions anciennes (FY) formées de sables, de graviers, d'argiles en forte teneur forment une terrasse de 10 mètres de hauteur reposant sur les marnes vertes. En limite est, ces alluvions sont recouvertes par des formations superficielles colluviales (K) provenant de la désagrégation des massifs cristallins.

Cadre géomorphologique du terrain d'étude

Au cours du plio-quadernaire, le fleuve Loire, dès l'entrée dans la plaine du Forez, s'est successivement encaissé dans les formations tertiaires puis dans ses propres alluvions pour former des terrasses étagées. Aujourd'hui, le lit mineur sur-creuse le substratum en certains endroits, tandis qu'à d'autres il divague en empruntant les nombreuses gravières (Aquascope & Sogreah, 1996).

Des coupes géomorphologiques interprétatives ouest-est passant par Magneux-Haute-Rive et Chambéon (Figure 10.) montrent, à l'ouest, des formations oligo-miocènes correspondant au *troisième étage* des sables quartzeux notées g-m³ sur la carte géologique ; ces dernières, faiblement vallonnées entre 360 et 370 mètres d'altitude laissent la place aux basses terrasses de la Loire à 338 mètres. Les villages de Chambéon, Magneux-Haute-Rive et Chalain-le-Comtal sont situés à leur extrémité orientale. Ces terrasses dominent de 5 à 6 mètres le lit mineur du fleuve alors qu'elles sont recouvertes en rive droite par la terminaison occidentale du *Glacis de Feurs*, formations colluviales provenant de la désagrégation des massifs cristallins. En rive gauche, ces basses terrasses se développent à partir de l'ancien méandre de Magneux-Haute-Rive sur plus de deux kilomètres de large. Elles constituent le cadre géographique de notre étude. En rive droite, au niveau de la boucle de Marclopt, cette basse terrasse alluviale est dominée par la terminaison occidentale du *Glacis de Feurs*. Au droit de Saint-Laurent-la-Conche, l'épaisseur des formations colluviales dépasse les dix mètres.

Ainsi, la plaine alluviale s'étend à partir de l'ancien méandre de Magneux-Haute-Rive sur plus de deux kilomètres de large en rive gauche de la Loire et apparaît en rive droite dans la seule boucle de Marclopt. Cette formation est composée d'une couverture limoneuse ou argilo-sableuse d'épaisseur métrique recouvrant 3 à 6 mètres d'alluvions grossières reposant sur les marnes vertes. Les levés topographiques de la zone d'étude permettent de distinguer deux unités :

⁸⁰ Sondage C.E.A réalisé en Novembre et Décembre 1963.

– entre le fleuve et les levées de terre, une zone dont l'altitude est inférieure à 5 mètres par rapport au fleuve. Cette zone, fortement touchée par les exploitations de granulats, s'inscrit entièrement dans la zone de débordement à fort courant de la Loire définie lors de la crue de 1846.

– la plaine alluviale proprement dite, dont la limite vers l'ouest se situe en bordure du ruisseau l'Aillot. Certaines divagations de la Loire sont encore visibles près de Magneux-Haute-Rive. D'une altitude voisine de 5 mètres par rapport au fleuve, elle correspond à la zone d'inondation maximale de la Loire.

La nappe alluviale et l'aquifère du terrain d'étude

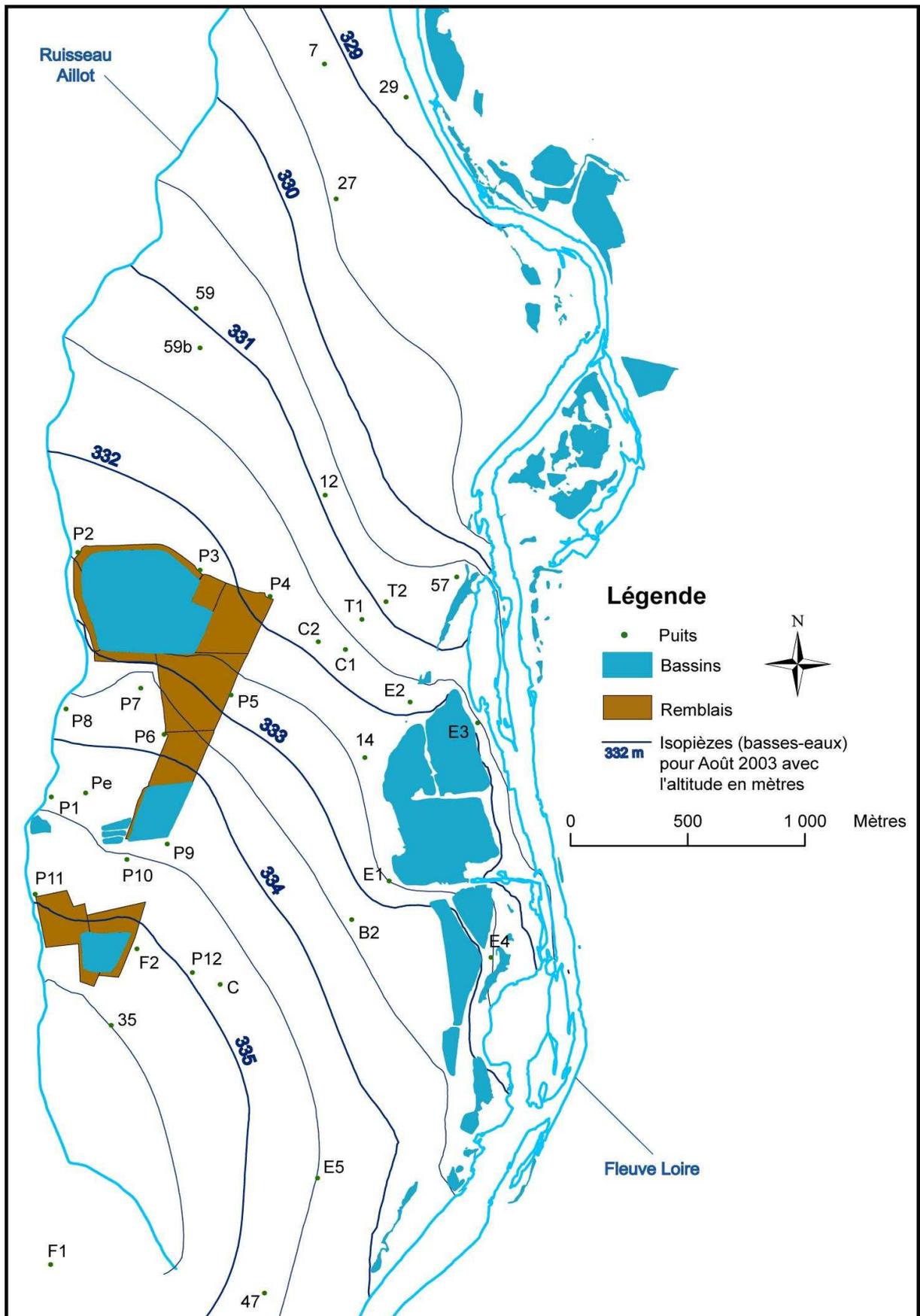
Les principales réserves en eau de la région sont contenues dans les formations alluviales de la Plaine du Forez. Les alluvions de la Loire forment un aquifère, limité en profondeur par le substratum imperméable représenté par les marnes vertes, dans lequel circule une nappe libre. La perméabilité des alluvions varie de 10^{-3} m/s à 10^{-4} m/s pour les secteurs colmatés.

Cette nappe libre est alimentée par une nappe de versant, de faible puissance, qui circule de façon hétérogène à la faveur des niveaux plus sableux contenus dans les formations sablo-argileuses oligo-miocènes. La partie supérieure de cette nappe est captée par la rivière Lignon, située à l'est de la zone d'étude. Le sens d'écoulement suit la pente du terrain, soit une direction sud-ouest/nord-est. Entre Magneux-Haute-Rive et Chambéon, l'apport du versant pour 4 kilomètres de linéaire est estimé à 32 ± 16 l/s (Cpgf-Horizon, 1979). Cette nappe est limitée en aval par le ruisseau de l'Aillot dont le bassin versant couvre une surface totale d'environ 22 kilomètres carrés. La carte piézométrique au 1/10000, réalisée par Cpgf-Horizon (1978) à partir d'une campagne de mesures réalisée dans 63 puits, montre des directions d'écoulement depuis l'Aillot vers la Loire selon un axe sud-ouest/nord-est. La cote piézométrique en bordure de Loire passe de 336 mètres à l'amont à 325 mètres à l'aval, soit un gradient hydraulique moyen de l'ordre de 0,1%. D'après les données de reconnaissance géophysique, cette nappe peut être localement en charge sous les formations argileuses superficielles. La carte piézométrique réalisée dans l'étude géomorphologique (Sogreah & Aquascope, 1996) n'apporte pas de renseignements supplémentaires. Le fleuve Loire draine nettement sa nappe alluviale : elle représente donc le niveau de base.

C'est le niveau de la nappe phréatique à l'étiage en août 2003 qui a servi de niveau de base pour le calage du modèle hydrodynamique. La piézométrie de cette période sur le secteur de l'Ecozone du Forez est présentée carte 3.

Cadre hydrographique et hydrologique du terrain d'étude

La Loire traverse le département du sud au nord. Une opposition marquée apparaît entre les affluents des deux rives, due principalement à une différence d'ampleur entre les reliefs ouest et est. En rive gauche, les affluents issus des Monts du Forez (Le Lignon, le Vizezy) ont un régime pluvio-nival soutenu et présentent parfois de violentes crues. En rive droite, les bassins versants des affluents issus des Monts du Lyonnais (Coise, Toranche, Loire) sont plus modestes. Dans la plaine, ces débits dépendent aussi du fonctionnement du barrage hydroélectrique de Grangent (mis en eau en 1957 et situé à environ 20 kilomètres en amont du site) qui tend à réguler le régime hydrique naturel du fleuve. Les petites crues de faible amplitude sont généralement écrêtées, à la différence des fortes crues. Au niveau du site, le turbinage du barrage provoque des variations journalières de niveaux d'eau proches de 0,5 mètre. Les principaux débits caractéristiques de la Loire dans la plaine du Forez sont : débit moyen d'étiage de 5 à 12 m³/s au mois d'août ; moyenne mensuelle annuelle pour la période de référence (1985-1995) : 49 m³/s ; débit instantané de moins de 5 m³/s à plus de 200 m³/s suite aux lâchers du barrage ; crues quinquennales 1000 m³/s ; crues décennales 1700 m³/s ; crues centennales 4900 m³/s.



Carte 3. Piézométrie de référence du secteur d'étude à l'été (Août 2003)

- *Connaissances et données physiques relatives au terrain d'étude*

Les connaissances et les données relatives au terrain d'étude sont d'autant moins précises et abondantes que l'on se rapproche du fleuve. En effet, le durcissement de la législation concernant l'exploitation de granulats a progressivement éloigné les gravières du lit mineur vers le lit majeur et a imposé des études d'impact et une surveillance des sites (piézomètres de contrôle, limnimètres de contrôle, analyses physico-chimiques...) de plus en plus poussées. De fait, les connaissances et les données dont nous disposons augmentent en qualité et en quantité au fur et à mesure que l'on s'éloigne du lit mineur.

Pour les gravières sises en lit mineur, les informations sont fragmentaires et issues d'études réalisées a posteriori. Ces études (Sogreah, 2000 ; Allignol, 1997 ; Appert, 1997 ; Sogreah & Aquascope, 1996 ; Delorme, 1994) traitent, en partie ou en totalité, des impacts de l'extraction passée de granulats en lit mineur sur la dynamique fluviale.

Pour les gravières sises en lit majeur (gravière Randan et Chalinat en fin d'exploitation, commune de Chambéon située à 1,5 kilomètre du fleuve) la qualité et la quantité d'informations sont supérieures et issues d'études réalisées a priori. Ces études (Encem, 1992 ; Michal, 1992 ; Cteg, 1984) apportent de nombreuses informations sur les caractéristiques géologiques (forages, sondages électriques...), hydrauliques (niveaux piézométriques, niveaux limnimétriques...), physiques (perméabilité, résistivité...), chimiques (analyses des eaux de la nappe et des bassins) du secteur, et sur l'articulation des phases d'extraction et d'aménagement réalisées de manière simultanée (modes d'aménagement, modes d'extraction...). Le suivi mis en place par l'exploitant (analyses physico-chimique de la nappe et des gravières, suivis limnimétriques des bassins et des ruisseaux, suivis piézométriques...) pour la surveillance du site constitue une source précieuse d'informations concernant l'historique de l'exploitation et de l'aménagement des gravières.

Pour les gravières attenantes au lit mineur (gravières de l'Ecopôle du Forez où l'exploitation est arrêtée depuis 10 ans), la situation est intermédiaire. Les études disponibles (Jay, 1985 ; Encem, 1987 ; Encem, 1998) sont de deux types. Le premier est caractérisé par des études entièrement réalisées a posteriori, traitant des possibilités d'aménagement écologique du site. Le second est caractérisé par des études réalisées pour une demande d'extension d'exploitation de granulats. Dans ce cas, un état des lieux des gravières exploitées est réalisé a posteriori pour appuyer la demande d'extension. Toutefois, ces documents sont beaucoup moins précis que ceux rédigés actuellement. D'autre part, il y a 10 ans aucun suivi de surveillance n'était réalisé sur ces sites.

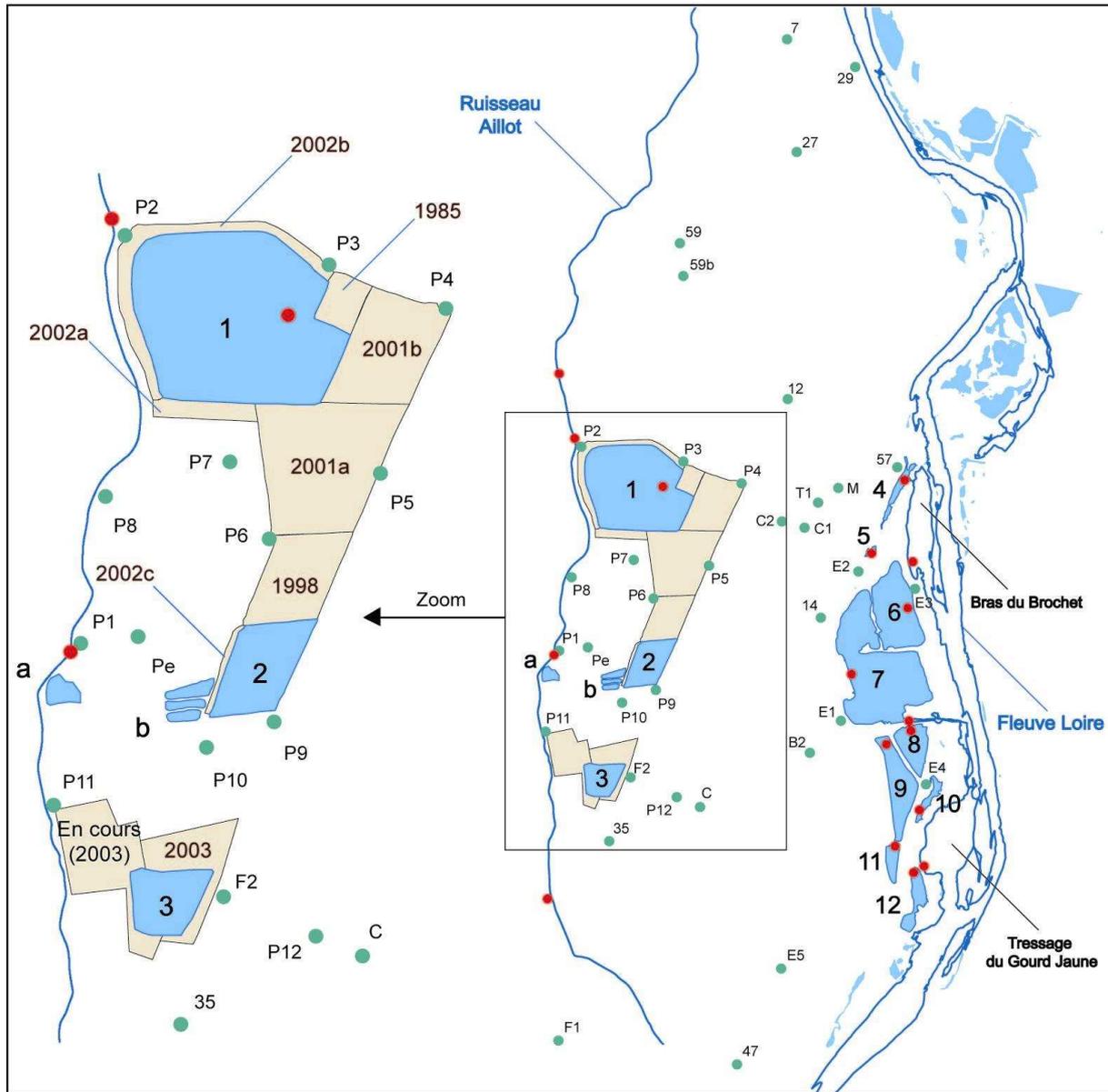
- *Typologie des bassins de gravière*

Les informations contenues dans ces documents, complétées par des entretiens avec des personnes connaissant bien le site (responsables des gravières de Chambéon, personnel de l'Ecopôle du Forez), nous ont permis de dresser la typologie suivante (Carte 4.) :

– des gravières en lit mineur du fleuve Loire, témoins d'une intense exploitation industrielle passée. Sur ces secteurs le fleuve coule directement sur le substratum imperméable et le lit du fleuve présente une tendance à l'incision (Bras du brochet, Tressage du Gourd Jaune).

– des gravières attenantes au lit mineur du fleuve Loire (rive gauche), témoins d'une exploitation industrielle récente. Sur ce secteur, l'extraction s'est arrêtée il y a une dizaine d'années. Depuis, la FRAPNA Loire a valorisé ce site post-industriel, aujourd'hui appelé Ecopôle du Forez, par des aménagements à vocation écologique. Les bassins de gravière résultant de cette activité industrielle présentent différents faciès au regard du degré d'aménagement et de connexion avec le fleuve. Il y a premièrement 2 bassins faiblement aménagés (Balbuzard et Bihoreau, notés respectivement 9 et 8) fréquemment connectés lors des crues, et deuxièmement 2 bassins fortement aménagés (Faure-Delage et Morillon notés

respectivement 7 et 6), fréquemment connectés lors des crues. Pour ces deux cas, la connexion peut se faire par l'amont ou par l'aval suivant le bassin de gravière considéré.



Légende

- | | | |
|------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| ● Limnimètres | ■ Bassins FRAPNA Loire | ■ Autres bassins |
| ● Puits | 4 : Gourd Villeneuve | ■ Remblais (année de remblaiement) |
| ■ Bassins Morillon Corvol | 5 : Trou aux moutons | |
| 1 : Grand Plan d'eau | 6 : Morillon | |
| 2 : Bâche à eau | 7 : Faure-Delage | |
| 3 : Chalinat | 8 : Bihoreau | |
| a : Bassin de pompage | 9 : Balbuzard 1 | |
| b : 3 bassins de décantation | 10 : Gourd Crapaud | |
| | 11 : Balbuzard 2 | |
| | 12 : Gourd Jaune | |

0 500 1 000 Mètres



Carte 4. Localisation des bassins, des puits, des limnimètres et des remblais (janvier 2003)

– des gourds (bras mort) souvent qualifiés de *naturels*. Toutefois, ce qualificatif cache une pression anthropique non négligeable. En effet, le premier (Villeneuve, noté 4) est connecté artificiellement avec le fleuve par un système de pal-planches et bordé d'une digue à

enrochement sur une de ses longueurs. Le second (Gourd Jaune, noté 12) est connecté plusieurs fois dans l'année quand le fleuve est en hautes eaux. Ces deux bassins ont fait l'objet d'une extraction de granulats de type artisanale et ont été le lieu de décharge sauvage pendant un temps.

Pour ces trois premiers secteurs, la position des zones remblayées, leur aire et la nature des remblais ne sont pas connues.

– des gravières en lit majeur du fleuve Loire, témoins d'une exploitation industrielle actuelle. Sur ce site, conformément à la législation en vigueur, l'extraction et les aménagements se déroulent simultanément selon le phasage prévu par l'étude d'impact. Ici, contrairement aux cas précédents, les bassins ne sont pas caractérisés par le degré de connexion avec le fleuve, cette zone étant inondée par des crues à fréquence centennale. Cette fois, la typologie des bassins repose sur la nature de l'aménagement et l'ancienneté de l'extraction. Il y a premièrement les *bassins* déjà remblayés pour l'agriculture, deuxièmement les bassins non-aménagés utilisés comme réservoir d'eau (Bâche à eau, noté 2), troisièmement les bassins de décantation et de pompage notés respectivement b et a, et quatrième les bassins en fin d'exploitation (Chalinat, Grand plan d'eau, notés respectivement 3 et 1). On observe aussi dans ce secteur des zones de gravières remblayées pour lesquelles la date de remblaiement et l'aire sont connues. Cette fois, le remblaiement a été effectué selon la réglementation en vigueur. Selon la volonté des propriétaires, ces secteurs ont des vocations différentes : prairie (1985, 2003 et en cours), cultures (1998, 2001a, 2001b), merlon en terre argileuse (2002a et 2002c) et plage de gros galets (2002b).

– un secteur vierge de toute exploitation, au sud du secteur, où l'influence des extractions actuelles, récentes ou passées est moindre sur le plan hydraulique et hydrodynamique.

Pour finir, il est notable que sur la plupart de ces bassins sont installés des limnimètres de suivi du niveau d'eau.

La variété des situations rencontrées peut donc être décrites selon trois critères : (1) éloignement par rapport au fleuve (lit mineur, attenant au lit mineur ou lit majeur) et fréquence de connexion avec le fleuve (fréquente ou centennale) ; (2) ancienneté de l'exploitation s'il y a lieu (ancienne, récente, actuelle ou aucune) ; et (3) degré et nature des aménagements (nature et degré d'aménagement à vocation écologique, nature et degré d'aménagement à vocation agricole).

- *Typologie des points d'accès à la nappe*

La typologie la plus simple repose sur la nature des points d'accès à la nappe phréatique (Carte 4.) :

– des piézomètres de contrôle (diamètre : 80 millimètres), installés d'une part pour la surveillance des gravières sises en lit majeur (notés de P1 à P12) et d'autre part pour le suivi piézométrique des gravières attenantes au fleuve Loire (Notés E1 à E5). Ces piézomètres présentent l'avantage de circonscrire le secteur d'extraction (actuelle, récent, passée) : certains sont positionnés juste avant les gravières, d'autres juste après, d'autres encore à proximité de zones remblayées. Malheureusement, un seul d'entre eux se trouve en dehors de la zone de forte influence des gravières (E5). En outre, si la couverture est suffisante au regard de la position des piézomètres par rapport aux gravières, elle ne l'est pas au regard de la position par rapport au fleuve et à la situation géologique. Pour compléter cette couverture il est alors nécessaire de se rabattre sur d'autres types d'ouvrages :

– des anciens forages (diamètre : 40 centimètres) aujourd'hui à l'abandon (F1 et F2, ce dernier étant de temps à autres utilisé pour l'abreuvement des animaux) ;

– des puits de ferme (diamètre : 1 mètre) caractérisés par les usages qui leurs sont associés : usage intense (aspersion pour l'agriculture - B2, C1, C2, T1, M, 59 et 59b), usage modéré (abreuvement et consommation domestique : 47, C, Pe, 14, 57, 12, 27, 29, 7), sans usage (abandon : 35).

Comme pour les gravières, la quantité et la qualité d'informations disponibles varient suivant les points d'accès à la nappe phréatique. Les piézomètres de contrôle situés en lit majeur, près des gravières en exploitation, ont fait l'objet d'une description lithologique lors de leur forage et bénéficient d'un suivi régulier (niveau piézométrique, analyses physico-chimiques). Les autres points d'accès ne font l'objet que d'un suivi régulier du niveau piézométrique.

La variété des situations rencontrées peut être décrite selon quatre critères : (1) éloignement par rapport au fleuve et situation géologique (degré d'échange avec le fleuve et changement de perméabilité) ; (2) position et influence par rapport aux gravières ; (3) nature du point d'accès à la nappe (puits, piézomètres, forages) ; et (4) usage associé au point d'accès à la nappe (intense, modéré, abandonné ou surveillance).

III.2.2.2. Territoire écologique : rive gauche de l'Ecozone du Forez

L'état des lieux des connaissances physiques associées au terrain d'étude n'étant pas suffisant pour mener à bien cette recherche, un inventaire des connaissances biologiques relatives à l'Ecozone du Forez s'est avéré obligatoire. Forts de ces connaissances, nous avons pu trancher en faveur des bioindicateurs les plus pertinents et les plus accessibles.

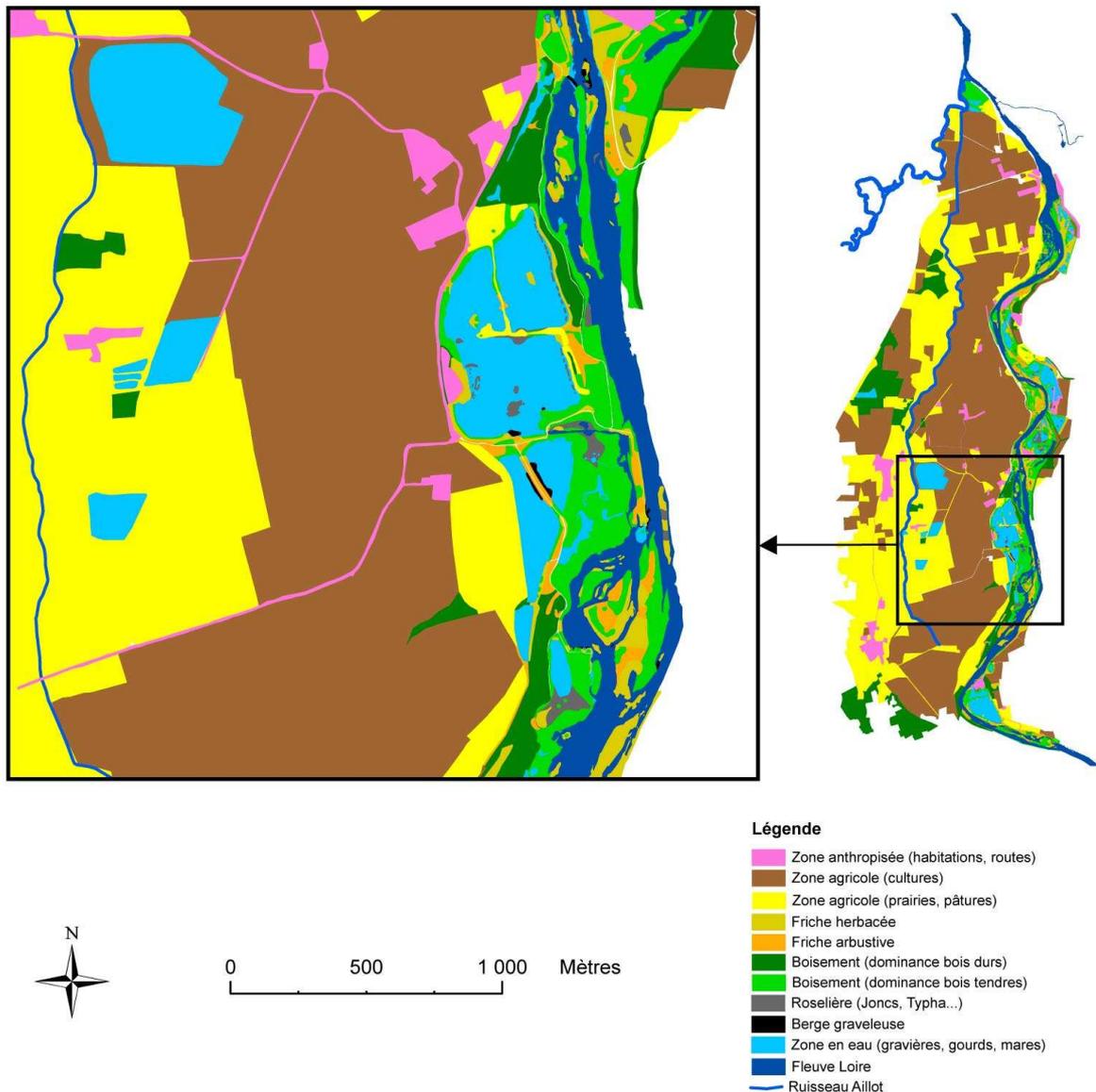
- *Description générale du territoire écologique* (Cesame, 1996 & 2003; Ulmer, 1997)

La Plaine du Forez, et notamment les bords de Loire, est caractérisée par des milieux très variés. La différenciation et la description de ces milieux, au regard de la végétation en unités écologiques, sont importantes si l'on veut connaître et comprendre leur fonctionnement global et particulier. Ces unités, comme autant d'habitats, recèlent une flore et une faune typiques dont certains éléments présentent un intérêt patrimonial reconnu et font l'objet d'une protection. C'est donc tout naturellement que certains milieux de la Plaine du Forez sont reconnus d'importance patrimoniale et bénéficient d'un statut spécial.

Hormis certains milieux très particuliers comme les pics basaltiques, les principaux biotopes de la Plaine du Forez comportant des espèces patrimoniales sont situées en zones d'étangs ou en rives de fleuve. A ce titre, on note trois habitats naturels d'intérêt communautaire dans la Plaine du Forez (CORINE BIOTOPE⁸¹) :

- 22.13 « Lacs eutrophes naturels avec végétation du type 22.32 *Magnopotamion* ou *Hydrocharition* et végétation annuelle des rives exondées et plantes flottantes libres, hydrophytes » (Etangs du Forez) ;
- 44.3 « Forêts alluviales des petits cours d'eau *Alnion-glutinoso-incanae* » (Le Lignon) ;
- 44.41 « Forêts alluviales résiduelles *Quercu-Ulmetum minoris* » (Le cours de la Loire et milieux associés). Seul ce dernier est potentiellement présent sur l'Ecozone.

⁸¹ Dufrene M. (1998) - Description des Habitats CORINE.
<http://mrw.wallonie.be/cgi/dgrne/sinw/sibw.habitats.des.pl?CODE=65>



Carte 5. Unités écologiques
(modifiée d'après Mimoun (2004) ; Grand, 2000 ; Fouvet & Bekhtiar, 1995 ; Cesame, 1996 & 2003)

La Plaine du Forez présente une richesse biologique réelle et occupe une place importante pour l'avifaune. Bien qu'elle corresponde aux critères de la convention de RAMSAR⁸², et malgré le souhait des associations de protection de la nature, elle n'appartient pas à la liste des zones inscrites. Malgré tout, elle bénéficie d'autres types de classement :

– classement en ZNIEFF⁸³ : La Plaine du Forez est classée en ZNIEFF de type 2, référence 4202. Une quarantaine de ZNIEFF de type 1 couvrent les étangs du Forez, et le site de l'Ecozone fait partie de la référence 4202-2104 (rives du Fleuve de Montrond-les-Bains à Feurs). Celle-ci présente un intérêt pour son avifaune nicheuse, hivernante et migratrice et pour les successions de végétation, depuis les stades pionniers jusqu'à des forêts riveraines très élaborées (saulaie, aulnaie-frênaie, frênaie-ormnaie, et chênaie-pédonculé).

⁸² RAMSAR : Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau.

⁸³ ZNIEFF : Zone Nationale d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique.

– directive européenne 92/43 – Natura 2000 : Parmi les sites présélectionnés pour la Directive Européenne Habitats dans le département, plusieurs d’entre eux se situent dans la Plaine du Forez. Ce sont les étangs du Forez, le Lignon et le cours de la Loire et les milieux associés.

– ZICO ⁸⁴ : Une ZICO référence n°RA 09 couvre la Plaine du Forez.

Une unité de milieu naturel peut être définie en fonction de critères physiques (nature du substrat, climatologie, topographie, hydrologie...) ou biologiques (répartition des espèces animales et végétales...). Ici, l’identification des différentes unités écologiques a été réalisée à partir des caractéristiques hydrologiques des groupements végétaux. La dynamique du fleuve, la proximité de la nappe alluviale, la nature du substrat et la topographie sont des facteurs liés qui influencent fortement la répartition des espèces végétales. Ces dernières sont de très bons descripteurs de milieux car représentatives de l’ensemble des critères cités ci-dessus. Loin de faire leur inventaire complet dans la Plaine du Forez, nous nous limiterons ici à la zone qui nous intéresse le plus : le lit majeur de la Loire et plus particulièrement le territoire de l’Ecozone du Forez. Il est composé de milieux aquatiques (fleuve Loire, gourds, gravières...), de milieux mixtes (zones humides, roselières, berges...) et de milieux terrestres (îlots, zones de remblais, prairies, friches, cultures, forêts...). Ces milieux sont répartis de manière très hétérogène et sont particulièrement imbriqués les uns aux autres, héritage naturel du fonctionnement hydraulique de la Loire mais aussi des interventions humaines (Carte 5.).

L’inventaire suivant (Tableau 6.) liste les habitats potentiellement présents sur l’Ecozone du Forez. Il a été réalisé après des études de terrain portant sur la végétation et la flore à l’aide de la typologie CORINE BIOTOPE, outil de référence pour la description des sites importants en matière de conservation de la nature en Europe.

22.13. Eaux douces eutrophes	37. Prairies humides et mégaphorbiais
22.2 Galets ou vasières non végétalisés	41.232. Frênaies-chênaies à corydale
22.321. Communauté à <i>Eleocharis</i>	41.C2. Bois d’ <i>Alnus glutinosa</i>
22.33 Groupements à <i>Bidens tripartitus</i>	41.F. Bois d’ormes
24. Eaux courantes	44.13. Forêt galerie de Saule blanc
24.21. Bancs de graviers sans végétation	44.41. Grande forêt fluviale médio-européenne
24.21. Bancs de graviers végétalisés	53.13. Roselière
24.3. Bancs de sable des rivières	54. Marais
24.4. Végétation immergée des rivières	86.41. Carrières
24.51. Dépôts nus alluvions fluviales limoneuses	87. Terrains en friches et terrains vagues

Tableau 6. Liste des habitats potentiels à l’Ecozone du Forez

Il existe aussi des habitats souterrains classiquement oubliés et pourvus d’un statut de protection non-prioritaire dans la nomenclature CORINE. Ceux-ci sont regroupés sur le code 65. *Grottes*. Parmi eux, on distingue :

– des biocénoses stygales (Code CORINE : 65.8), communautés abritées par les eaux phréatiques (stygon), à l’exception des eaux des grottes. Elles comprennent essentiellement des taxons de petites tailles et de forme allongée, en Europe principalement des bactéries, des protozoaires, des turbellariés, des rotifères, des nématodes, des copépodes et de amphipodes.

– des biocénoses phréatiques interstitielles (Code CORINE : 65.82), communautés d’invertébrés et de vertébrés stygobiontes, très originales, occupant les habitats eustygiaux,

⁸⁴ ZICO : Zone d’intérêt Communautaire pour les Oiseaux.

formés par l'eau interstitielle qui sature les sédiments poreux en dessous du niveau de la nappe phréatique.

– des biocénoses interstitielles hyporhéiques (Code CORINE : 65.9), communautés rhythosygiales (potamostygiales) d'organismes stygobiontes, principalement des acariens, d'eau douce et petits crustacés, occupant l'eau interstitielle des sédiments sableux et graveleux qui accompagnent les cours d'eau.

- *Connaissances biologiques relatives au terrain d'étude*

Les études concernant la biologie de l'Ecopôle et l'Ecozone du Forez ont été réellement initiées avec la mise en place du Plan de Gestion du site – rédigé par le bureau d'étude Cesame (1996) – et suite à une expertise écologique (Ulmer, 1997). Nous ne nous étendrons pas sur les nombreux rapports réalisés par et pour la FRAPNA et concernant tel ou tel groupe animal ou végétal, car les informations qu'ils renferment apportent une aide mineure quant au choix des bioindicateurs relevant de notre étude.

Il existe peu de rapports concernant spécifiquement l'étude des macrophytes des gravières (Dr HDR G. Bornette, Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes fluviaux, Université Lyon I, communication personnelle), et aucun travail sérieux sur ce thème à l'Ecopôle du Forez. Les données botaniques dont nous disposons sur ce site décrivent plus particulièrement la végétation fluviale terrestre. Nous disposons d'une carte des unités écologiques (Fouvet & Bekhtiar, 1995 ; Cesame, 1996) et de sa mise à jour (Grand, 2000), d'inventaires de plantes patrimoniales (Cornier, 1997), d'inventaires botaniques (Ronzon, 1997 ; Leprince, 1998) et d'études sur la dynamique de la végétation fluviale (Cornier, 1996 & 2002). Ces travaux nous renseignent qualitativement sur les espèces de végétaux macrophytes présentes sur le site et sur le fonctionnement global de l'hydrosystème.

La situation est pire concernant les invertébrés des nappes phréatiques. Il n'existe à ce jour aucun inventaire de ces organismes dans la Plaine du Forez (R. Berard, Entomologiste, Société de Sciences Naturelles Loire Forez et Pr G. Gibert, Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes fluviaux équipe Hydrobiologie et écologie souterraines, communications personnelles). D'autre part, les connaissances générales acquises sur les invertébrés des nappes phréatiques sont faibles au regard de celles acquises sur les invertébrés des karsts. D'une manière générale, les connaissances concernant les invertébrés des nappes phréatiques sont rares et leur existence n'est que rarement prise en compte. Rappelons que la Directive Cadre Européenne sur l'eau ne prévoit pas de travailler sur la biodiversité et qualité biologique des aquifères, masses d'eau au statut non-prioritaire dans la nomenclature Corinne Biotope. Il existe donc des lacunes en matière de biodiversité des nappes phréatiques.

- *Constat empirique de départ pour le choix des bioindicateurs*

La question de départ conditionnant ce choix est la suivante : *Quels sont les bioindicateurs capables de décrire l'état de la nappe phréatique et de nous renseigner sur les impacts de l'exploitation industrielle de granulat sur les eaux souterraines ?*

Nous nous sommes intéressés aux végétaux aquatiques et plus spécifiquement aux macrophytes vivant dans les bassins de gravière et dans les gourds. Ces organismes nous fourniront une information indirecte sur l'état des eaux souterraines et par hypothèse sur les impacts de l'exploitation de granulat.

Malgré le manque de données relatives aux macrophytes des gravières, notamment sur le site de l'Ecozone du Forez, ces végétaux caractéristiques des zones aquatiques et les conditions dans lesquelles ils se développent sont bien connus. De plus leur échantillonnage est simple, car ils sont facilement accessibles et que le nombre d'espèces présentes sur un site est faible. La végétation alluviale est connue comme témoin du fonctionnement écologique des fleuves (Cornier, 2000 & 2002 ; Haury, 1994 ; Cornier, 1996 ; Maman, 1996). Les

communautés végétales sont le reflet des conditions stationnelles qui règnent dans les différents compartiments et espaces de l'hydrosystème. Ces conditions stationnelles sont régies par les différentes composantes de la dynamique fluviale et par les actions anthropiques qui modifient les conditions écologiques au sein des différents écosystèmes. Plus spécifiquement, les macrophytes des cours d'eau peuvent témoigner des conditions physiques ou de la composition chimique (présence de toxiques, degré trophique, bio-accumulation). Du point de vue fonctionnel, ils structurent l'espace, traduisent ou causent des déséquilibres, facilitent ou bloquent l'évolution des milieux. L'intérêt des macrophytes comme bioindicateurs est reconnu, notamment par les Agences de l'eau qui ont développé un système d'évaluation de la qualité de l'eau des rivières (Seq-eau) intégrant des paramètres physiques, chimiques et biologiques au rang desquels figurent les macrophytes (Agences de l'eau, 2000a ; 2000b & 1999). Pour les objets qui nous concernent (gravières et nappe phréatique) la situation est nettement moins avancée. Un « Seq-plans d'eau » est en cours d'élaboration et les premières versions du « Seq-eaux souterraines » n'intègrent pas encore la dimension biologique.

De la même manière, si des liens existent entre modèles hydrauliques (modélisation mathématique des eaux de surfaces, modèles de simulation du déroulement des inondations d'un fleuve) et végétation alluviale (Aguilard-Martin, 1982), nos recherches bibliographiques montrent qu'un vide existe sur le lien entre la végétation et le modèle de bassin (modélisation mathématique des bassins de gravière) et modèle hydrodynamique (modélisation mathématique de l'écoulement des eaux souterraines). La méthode de diagnostic écologique des zones humides des bords de fleuve basée sur la végétation proposée par Amoros & al. (2000) semble être un bon point de départ pour coupler modèles mathématiques d'écoulement et variables biologiques. Cette méthode propose un diagnostic basé sur les macrophytes et les hélrophytes. Le suivi de ces communautés végétales fournit des informations sur : (1) l'origine de l'alimentation en eau (eau souterraine ou eau superficielle) et sa teneur en nutriments ; (2) les effets perturbateurs des inondations ; et (3) sur les processus d'eutrophisation.

En second lieu, nous nous sommes intéressés à la faune des eaux souterraines et plus spécifiquement aux organismes stygobies vivant dans le sédiment à travers lequel s'écoule la nappe phréatique. Ces organismes nous fourniront une information directe sur l'état des eaux souterraines et par hypothèse sur les impacts de l'exploitation de granulats. Malgré le manque de connaissances et de données à leur sujet, les invertébrés souterrains ont suscité notre intérêt car ils sont les seuls à vivre en permanence dans la nappe phréatique. Contrairement aux macrophytes, ils sont moins bien connus et moins facilement accessibles, ce qui va compliquer sensiblement l'échantillonnage.

Les invertébrés aquatiques sont connus comme témoins du fonctionnement écologique des fleuves (Bacchi, 2000). En effet, la richesse et la diversité des espèces que l'on peut dénombrer dans les milieux fluviaux, leur capacité à intégrer les composantes mésologiques et environnementales, permettent une analyse détaillée des hydrosystèmes.

Comme pour les macrophytes, l'intérêt des invertébrés aquatiques comme bioindicateurs est reconnu, notamment par les Agences de l'eau dans le cadre de l'outil *Seq-eau*. De la même façon, les premières versions du *Seq-eaux souterraines* n'intègrent pas la dimension biologique.

Contrairement aux invertébrés aquatiques, les invertébrés souterrains sont beaucoup moins connus. Toutefois, même si le milieu souterrain peut-être considéré comme un milieu extrême hostile (peu d'entrées d'énergie, peu de variabilité environnementale, manque de lumière) par rapport au milieu fluvial, il doit être considéré comme un véritable écosystème (Creuzé des Châteliers & al., 1991). L'inventaire faunistique des milieux souterrains fait ressortir une grande variété d'espèces, notamment chez les Invertébrés (prédominance des Crustacés). Par

ailleurs, d'autres formes souterraines ont été isolées : Champignons, Algues, Protozoaires, Bactéries. Seules les deux dernières peuvent être considérées comme autochtones. La présence des deux premières est attribuée à des infiltrations d'eaux superficielles.

Gibert & al. (1994), proposent une classification de la faune des eaux souterraines basée sur la phénologie et la présence/absence des organismes considérés dans des eaux souterraines variées. Les espèces stygoxènes vivent dans le milieu de surface ; leur présence dans les eaux souterraines est accidentelle. Les espèces stygophiles vivent aussi en surface, mais migrent dans les eaux souterraines quand les conditions de surface sont défavorables. Le cycle vital de certaines comporte même un stade épigé obligatoire. Enfin, les espèces stygobies ont un cycle de vie entièrement souterrain ; on ne les rencontre jamais en surface. Ce sont ces dernières qui nous intéressent le plus dans le cadre de notre recherche, et particulièrement les espèces phréatobies inféodées aux nappes phréatiques.

Si les analyses physico-chimiques représentent des mesures de variables ponctuelles, les organismes vivants sont des témoins fournissant des renseignements sur la structure et le fonctionnement des aquifères. On a ainsi pu définir des espèces pouvant décrire tel ou tel aspect du fonctionnement physique des milieux : origine des eaux souterraines (arrivée d'eau), régime hydrologique (échanges nappes-cours d'eau), stabilité physique (vitesse et régularité d'écoulement), conditions mésologiques locales (granulométrie, oxygène...). D'autres espèces permettent de suivre la pollution des aquifères. Ces différents impacts peuvent se faire ressentir au niveau des individus, mais aussi au niveau des populations (Delage, 1998).

Les résultats d'une étude menée sur une nappe phréatique située en Ariège (Dumas, 2000) nuancent les affirmations précédentes. Si les distributions faunistiques apparaissent fortement liées au contexte hydrogéologique, notamment aux changements de perméabilité, elles seraient liées dans une moindre mesure au régime d'exploitation des puits et à la qualité de l'eau. De la répartition spatiale des différentes espèces caractéristiques des milieux souterrains ou liées à ceux-ci, il devrait être possible de déduire les échanges hydrauliques entre nappe phréatique, bassins de gravière et fleuve : ces échanges devant corroborer les résultats obtenus par modélisation hydraulique. L'ensemble permet de disposer de deux niveaux d'explication ou *argumentaires spatiaux* différents et complémentaires (physiques et biologiques) quant aux conséquences possibles de l'implantation de nouvelles gravières.

III.2.2.3. Territoire humain : la Plaine du Forez

- *Impacts des activités humaines*

L'observation de l'occupation des sols et de l'aspect paysager de la Plaine du Forez permet de se faire une bonne idée des activités humaines de la région. Les différents paysages peuvent se décomposer ainsi : cours d'eau (fleuve, affluents, rives), zones agricoles (pâtures et monocultures intensives), étangs avec rives boisées, boisements (chênaies, peupleraies, quelques résineux, rares haies), paysages urbains et peri-urbains au sud (zones industrielles et lotissements). Comme on peut le constater, la Plaine du Forez, hormis les zones urbaines, est à dominante agricole. L'agriculture intensive est dominée par la culture du maïs, de céréales, de la betterave à sucre et par l'élevage (vaches à viande et reproducteurs). La pisciculture est développée sur bon nombre d'étangs foréziens. Parallèlement, la chasse et la pêche de loisir occupent une place importante dans la vie de la Plaine. Au niveau industriel, on note la présence d'exploitations de granulats encore en activité et de zones industrielles en extension péri-urbaine de villes telles que Feurs et Montrond-les-Bains. Dans ces zones, aux abords des villages, on assiste aussi à l'installation de lotissements.

Généralement, le fleuve Loire est considéré comme le dernier fleuve sauvage français. Toutefois, la Plaine du Forez est profondément dégradée par les activités humaines. Sur l'aire d'étude, on observe de nombreuses altérations anthropiques.

Les digues tout le long du fleuve, marquant une barrière nette entre lit mineur et lit majeur, qui limitent la divagation et la dynamique du fleuve lors des crues. L'endiguement des berges provoque un certain nombre de dysfonctionnement, car ce sont des milieux dynamiques pouvant évoluer très rapidement grâce aux phénomènes de sédimentation, d'embâcle et d'érosion. La construction des digues ralentit tous ces phénomènes, privant ainsi le fleuve de l'érosion latérale et de sédiments à charrier. Quand le fleuve ne peut plus utiliser son énergie à éroder les berges protégées par des digues, il l'utilise à inciser son lit. Cette incision provoque l'enfoncement de la nappe phréatique. De plus, les digues coupent le fleuve de ses milieux annexes et on assiste à l'assèchement des marais et des bras morts.

La fertilisation intensive et l'extraction d'eau phréatique pour l'irrigation par aspersion sont corollaires de l'agriculture intensive (élevage bovin et cultures de maïs, céréales, betteraves).

L'extraction de granulats a eu lieu chronologiquement dans le cours vif de la Loire, puis en lit mineur et actuellement en lit majeur du fleuve. On distingue deux types de gravières : les gravières en eau et les gravières remblayées avec des débris de démolition. L'extraction de granulats est faite au détriment du stock alluvial, ce qui a provoqué un abaissement général du lit, l'affleurement des marnes tertiaires, la disparition des bancs et des îles. L'affleurement des marnes a des conséquences négatives sur la flore et la faune car elles constituent un substrat biologiquement médiocre. De plus, l'exploitation intensive de granulats en lit mineur a privé le fleuve de ses filtres naturels que constituaient le sable et les graviers (Fne, 1999).

Le barrage de Grangent qui coupe le fleuve et limite l'apport en sédiments. La Plaine du Forez se situe entre le barrage de Grangent à l'amont et celui de Villerest à l'aval. Le premier dysfonctionnement dû aux barrages est constaté au niveau des débits. Au cours d'une même journée, le débit instantané peut varier de moins de $5\text{m}^3/\text{s}$ à plus de $200\text{m}^3/\text{s}$ suite aux lâchers du barrage. Les débits sont fortement dépendants de la production hydroélectrique de Grangent qui a tendance à réguler le régime hydrique du fleuve. Le turbinage influence les niveaux d'eau au moins jusqu'à Feurs. En revanche, le barrage n'a aucune influence sur les grosses crues, mais il écrête les crues de faibles amplitudes ce qui se traduit par un développement généralisé de zones boisées dans le lit mineur de la Loire et par une disparition des milieux ouverts. Cette végétation, associée aux déchets, forme des embâcles pouvant être dangereux. Parallèlement à cela, les barrages constituent un obstacle pour la faune. De ce fait, même si la qualité de l'eau et du milieu naturel permettent la re-colonisation du fleuve par des espèces de poissons migrateurs comme les saumons, la présence de barrages non-aménagés pour le passage de la faune, comme Grangent et Villerest, met fin à tout espoir. Les barrages créent un cloisonnement du milieu en formant une coupure sur le fleuve.

Le canal du Forez, deuxième axe structurant de la Plaine du Forez après le fleuve Loire. Sa prise d'eau est située au niveau du barrage de Grangent. Ce canal, essentiellement à usage agricole, permet l'irrigation de la rive gauche de la plaine et dans une moindre mesure celle de la rive droite jusqu'à Feurs. L'eau qu'il fournit est aussi utilisée pour l'industrie (verrière) et pour l'adduction d'eau potable. Sa ponction sur le fleuve Loire est de 2 à $3\text{m}^3/\text{s}$, ce qui ne va pas sans poser de problème, notamment l'été lorsque le fleuve présente un débit d'étiage.

- *Les acteurs de la Plaine du Forez*

L'eau n'a pas de frontières. C'est un fluide qui circule et qui ne s'arrête pas aux limites des propriétés et des découpages administratifs (Micoud, 2000). Sa gestion implique un grand nombre d'acteurs qu'ils soient publics, privés locaux, nationaux ou internationaux (Oieau,

2000 ; Rouyrre, 2003). Aujourd'hui, la gestion de l'eau repose sur un découpage géographique naturel (bassins hydrographiques) et sur un découpage caractérisé par les usages (Agence de l'eau, 1999). Pour les masses d'eaux superficielles et souterraines, les Agences de l'eau (2000 & 2001) distinguent 7 types d'usage : production d'eau potable (AEP, industries agro-alimentaires), industrie (hors agro-alimentaire), énergie (pompes à chaleur, climatisation), loisirs aquatiques, aquaculture et deux usages agricoles (irrigation, abreuvement). Elles distinguent aussi un état patrimonial⁸⁵ et des potentialités biologiques⁸⁶ des masses d'eau qui constituent un huitième type d'usage que l'on pourrait qualifier de la façon suivante : *acteurs absents*.

C'est selon cette triple entrée – découpage naturel (bassin), types d'acteurs (local, national ou international) et usage de l'eau – que nous avons répertorié les acteurs à rencontrer pour notre étude. La liste qui suit est obtenue à l'aide d'un travail bibliographique (Oieau, 2000 ; Rouyrre, 2003), d'une série d'entretiens dans lesquels nous avons repéré les acteurs évoqués, et de nos connaissances personnelles du secteur. Nous n'avons pas réalisé d'historique de la Plaine du Forez, et des *acteurs locaux* car notre objectif vise à repérer, dans la multitude d'acteurs en présence, un panel suffisamment pertinent et représentatif pour élaborer notre modèle de l'*Acteur en 4D*. Nous avons de plus concentré nos efforts sur le niveau local, niveau le plus difficile à appréhender (Charles, 2001), et sur des groupes constitués (associations, collectivités, administration...) pour augmenter la représentativité des acteurs interrogés. De fait, nous avons laissé de côté les individus et les groupes constitués du niveau international, national et bassin, dont la liste est présentée en annexe (Annexe III.1.).

Au final, en se concentrant uniquement sur les groupes constitués du niveau local (Région Rhône-Alpe, Loire, Plaine du Forez), dont la liste est présentée en annexe (Annexe III.2.), nous avons distingué 11 *mondes* discriminés par leur activité et par leur usage de la ressource en eau. Nous avons finalement rencontré 8 de ces *mondes* dans lesquels nous avons interrogé 13 groupes d'acteurs constitués : *monde des administrations* (DRIRE, DDE...) [1]⁸⁷, *monde des collectivités territoriales* (Communes, Conseil Général...) [3], *monde des établissements publics* (Agence de l'Eau, Etablissement Public Loire...) [1], *monde de la protection de la nature et du cadre de vie* (Association de protection de la nature, Association de riverains, Société savante...) [2], *monde de l'industrie* (Exploitant de granulat, Teinturerie...) [2], *monde de la pêche* (Fédération de pêche, Conseil Supérieur de la Pêche...) [1], *monde de la chasse* (Fédération des chasseurs, Office Nationale de la Chasse et de la faune sauvage...) [1], *monde de l'agriculture* (Syndicat agricole, Chambre d'Agriculture...) [2].

Comme nous l'avons dit précédemment, la problématique de ce travail de thèse repose sur la question suivante : *Comment proposer une négociation plus écologique et une conservation plus humaine pour une gestion équilibrée de la ressource en eau ?* Pour répondre à cette question, nous proposons une méthodologie et un plan de travail à visée *multidisciplinaire*, fondés sur l'étude de 3 dimensions du territoire (physique, biologique et humaine). Par cette étude nous espérons contribuer à : (1) l'amélioration des connaissances de la ressource en eau pour construire des *représentations territoriales* validées ; (2) l'aide à la *négociation territoriale* en convertissant ces *représentations territoriales* en *argumentaires spatiaux*

⁸⁵ Degré de dégradation par les activités socio-économiques, par rapport à un hypothétique état naturel.

⁸⁶ Impact de la qualité de l'eau sur l'aptitude à la vie biologique.

⁸⁷ Le chiffre entre crochets indique le nombre d'acteurs rencontrés pour un *monde* considéré.

utilisables par un médiateur ; et (3) la diffusion des connaissances et à l'appropriation d'outils d'aide à la négociation à l'aide d'une *plate-forme pédagogique*.

Le chapitre suivant (Chapitre IV.) propose une mise en œuvre de cette méthodologie sur le site de l'Ecozone du Forez. Pour chacune des dimensions du territoire étudié, un bref rappel sur le contexte local et les hypothèses de travail, un complément sur le contexte scientifique et un exposé du matériel et de la méthode utilisés sont proposés en premier lieu. En second lieu, les résultats de l'étude de chacune des dimensions sont explicités et discutés. C'est sur la base de ces résultats, considérés dans leur unité et leur complémentarité dimensionnelle, que l'*argumentation spatiale* et la *plate-forme pédagogique d'aide à la négociation* ont été bâties.

- Chapitre IV. -
Aux prises avec le terrain

—

Mise en œuvre de la méthodologie
sur le site de l'Ecozone
dans la Plaine du Forez

Ce chapitre explicite la méthodologie et les moyens mobilisés pour l'étude de chacune des dimensions territoriales : modèles mathématiques d'écoulement pour la dimension physique, bioindicateurs pour la dimension biologique et modèle d'inspiration sociologique pour la dimension humaine. Chacune des dimensions du territoire est étudiée à l'aide d'une méthodologie précise et adaptée. Après une présentation de la méthode et du matériel utilisés pour appréhender chacune des dimensions, nous donnerons les principaux résultats associés à chacune d'entre elles de manière séparée, afin de bien circonscrire leurs apports respectifs.

L'étude de la *dimension physique* est ici axée sur la nappe phréatique. Les résultats du modèle, exploités sous forme cartographique, permettent de représenter de manière spatialisée les différents paramètres de l'aquifère en tenant compte de ses spécificités naturelles (perméabilité des alluvions, recharge et décharge), des modifications et des altérations d'origine anthropique (extraction de granulats, remblaiement, digues, zones compactées). Ainsi, nous obtiendrons des cartes spatialisant les piézométries, les épaisseurs non-saturées, les épaisseurs mouillées, les perméabilités et les vitesses d'écoulement permettant de caractériser le fonctionnement de l'entité nappe phréatique. Ces résultats pourront être exploités de manière à produire des *argumentaires spatiaux*, comme *aide à la négociation* pour l'implantation des nouvelles gravières.

L'étude de la *dimension biologique* est axée sur la prise en compte d'organismes biologiques en étroite relation avec les eaux souterraines : les macrophytes pour explorer l'interface nappe phréatique/gravières et les invertébrés souterrains pour plonger au cœur de l'aquifère. Cette étude est fondée sur un inventaire de la faune souterraine et des macrophytes des gravières. Ces variables biologiques seront étudiées au regard des variables environnementales issues de l'étude de la dimension physique et d'analyses physico-chimiques de l'aquifère. En d'autres termes, il s'agit d'observer la répartition spatiale des assemblages faunistiques et floristiques en fonction des paramètres environnementaux : caractéristiques de l'aquifère, altérations d'origine anthropique du milieu physique et de la qualité de l'eau. Ainsi, nous obtiendrons des cartes spatialisant ces assemblages permettant de caractériser le fonctionnement de l'entité nappe phréatique sous un angle de vue biologique et d'acquiescer de nouveaux *argumentaires spatiaux*.

L'étude de la *dimension humaine* est axée sur une méthodologie permettant de représenter les différents acteurs du territoire dans leur *rapport social et patrimonial*, de représenter le *jeu d'acteurs*, d'accéder à leurs représentations respectives du territoire et du *complexe multi-acteurs*, et de cerner leurs besoins en termes d'argumentation. Notre attention sera focalisée sur la ressource en eau et notamment sur le rapport des acteurs à l'entité nappe phréatique. Il s'agira dès lors de confronter les résultats des approches de spécialistes résultant de l'étude de dimensions physiques et biologiques pour obtenir une *argumentation spatiale* présentable et pertinente au regard des *acteurs du territoire*.

La complémentarité des dimensions sera présentée au Chapitre V., ceci afin d'augmenter leur contribution explicative et d'obtenir des *représentations territoriales* validées pour la production d'*argumentaires spatiaux*. Ce chapitre dressera la liste des *argumentaires spatiaux* qui pourront être mobilisés comme outil de médiation pour l'*aide à la négociation territoriale*. Ainsi, les potentialités d'application et les perspectives associées à un tel outil seront exposées et discutées.

IV.1. Dimension physique

L'étude de cette dimension repose sur plusieurs travaux de recherche dont ceux de Allignol (1997) et plus particulièrement sur ceux de Mimoun (1999, 2001, 2004). Après avoir présenté la méthode utilisée pour modéliser les écoulements du secteur d'étude, cette partie propose des représentations cartographiques SIG des principaux résultats qui seront discutés au regard des données de terrains et de méthodes alternatives.

IV.1.1. Matériels et méthodes

L'hétérogénéité du secteur rend les échanges hydrauliques entre objets hydrologiques complexes. Cette complexité peut toutefois être modélisée à l'aide de différentes équations par un modèle mathématique d'écoulement aux différences finies lorsque l'aquifère est relativement homogène. Sur la base des données nécessaires à l'élaboration du modèle, la situation en janvier 2003⁸⁸ est illustrée sous forme cartographique pour une meilleure compréhension du contexte piézométrique et hydrologique. D'autres cartes présentent quant à elles le contexte hydrogéologique.

IV.1.1.1. Terrain d'étude

Rappelons tout d'abord que notre terrain d'étude est situé en France, dans le bassin hydrogéographique Loire-Bretagne et plus précisément dans l'hydroécocorégion constituée par la plaine sédimentaire du Forez près de Saint-Etienne (Loire). La Plaine du Forez est une plaine d'effondrement d'altitude moyenne de 360 mètres, de 40 kilomètres de long, 20 kilomètres de large pour une surface d'environ 760 kilomètres carrés. Elle est traversée du sud au nord par le fleuve Loire.

Notre zone d'étude est localisée plus précisément sur la rive gauche du fleuve Loire entre les communes de Chalain-le-Contal et Feurs. Elle couvre une surface de 10 kilomètres carrés pour un volume d'aquifère d'environ 18 kilomètres cubes. Sur ce secteur, la plaine est constituée d'alluvions quaternaires récentes à actuelles de types graviers, sables, argiles. Le substratum, quant à lui, situé à une profondeur moyenne d'environ 5 mètres sous ces alluvions, est une formation *marneuse* horizontale et imperméable datant de l'oligo-miocène. Le fleuve Loire, coulant sur le secteur, est généralement considéré comme le dernier fleuve sauvage français. Toutefois, la Plaine du Forez est profondément altérée par les activités humaines. Sur l'aire d'étude, on observe de nombreuses altérations anthropiques :

- les digues tout le long du fleuve, marquant une barrière nette entre lit mineur et lit majeur, limitant la divagation et la dynamique du fleuve lors des crues ;
- la fertilisation intensive et l'extraction d'eau phréatique pour l'irrigation par aspersion, corollaires de l'agriculture intensive (élevage bovin et cultures de maïs, céréales, betteraves...) ;
- l'extraction de granulats ayant eu lieu chronologiquement dans le cours vif de la Loire, puis en lit mineur et actuellement en lit majeur du fleuve. On distingue deux types de gravières : les gravières en eau et les gravières remblayées avec des débris de démolition.
- le barrage de Grangent, en amont, qui coupe le fleuve et limite l'apport en sédiments.

⁸⁸ L'échantillonnage des invertébrés souterrains s'est déroulé les 20, 21 et 22 janvier 2003.

IV.1.1.2. Les échanges hydrauliques sur le site : une affaire complexe

Le site d'étude (Carte 4., Chapitre III.) est constitué premièrement de bassins (notés 4 à 12) situés en bordure de fleuve. D'une profondeur moyenne de 2 mètres, ils reposent sur un substratum imperméable constitué par des marnes vertes. D'une superficie comprise entre 1 et 17 hectares, certains ont fait l'objet d'une réhabilitation écologique⁸⁹. Certains de ces bassins sont d'anciens chenaux actifs connectés périodiquement au fleuve. C'est le cas du Gourd Jaune (bassin 12) qui est actuellement déconnecté du fleuve à l'amont comme à l'aval à la suite d'endiguements. Il ne subsiste plus aujourd'hui que quelques dépressions humides bordées de typhaies. C'est aussi le cas du Gourd de Villeneuve (bassin 4) dont la connectivité hydraulique avec le fleuve est réalisée via une buse. En période de hautes-eaux, le fleuve se déverse directement par *surverse* dans ce bassin. Le bassin principal (bassin 7), quant à lui, est relié au fleuve via un chenal. La mise en communication se fait par l'ouverture d'une vanne. Les relevés limnimétriques, sur une année, de ce bassin sont représentatifs de la complexité des échanges. En période de basses-eaux, l'alimentation en eau de la gravière par la nappe alluviale est totalement distincte du fleuve. En période de hautes-eaux, le fleuve joue un rôle dans l'alimentation en eau de la gravière en rechargeant la nappe d'accompagnement⁹⁰. Cette recharge est d'autant plus importante que les épisodes de hautes-eaux sont maintenus dans le temps. La vitesse des écoulements dans la nappe est proportionnelle à la perméabilité des alluvions. Lors d'épisodes de crue, l'élévation brutale du niveau d'eau du fleuve interdit localement le drainage de la nappe. L'eau de la nappe est alors stockée à proximité de la rivière, entraînant une diminution de la porosité efficace des alluvions et une augmentation du volume d'eau des gravières. Des zones de cheminement préférentiel de l'écoulement souterrain parallèles à l'axe de la rivière se créent, provoquant ainsi une modification de la direction d'écoulement de l'eau souterraine. La présence d'autres bassins dont les berges sont plus ou moins colmatées (bassins 5, 6, 8, 9, 10 et 11), ainsi que des remblaiements mal localisés viennent perturber localement ce système de circulation.

Deuxièmement, on distingue d'autres gravières (bassins 1, 2, 3) d'exploitation récente, proches de l'Aillot, qui viennent encore complexifier les échanges hydrauliques. Cette complexité s'accroît encore si l'on considère l'effet des bassins de décantation (b) et du bassin de pompage (a) liés à l'exploitation de matériaux graveleux, ainsi que celui des secteurs remblayés même s'ils sont cette fois bien localisés.

La plupart des plans d'eau sont équipés d'échelles limnimétriques. Le suivi de la nappe s'effectue grâce aux relevés bimensuels des piézomètres installés pour l'étude, ainsi que des puits environnants. Deux stations météorologiques situées à proximité de la zone d'étude fournissent les données de température de l'air, de précipitation et d'évaporation.

D'une manière générale, les facteurs influençant les hauteurs d'eau dans les gravières sont les suivants :

- le débit d'eau du fleuve influencé par l'existence d'un barrage hydroélectrique (Grangent) à l'amont de la zone (lâchers d'eau en période de production électrique, vidanges entraînant un colmatage des berges) et par un seuil escamotable, en aval du secteur, au niveau du pont de Feurs ;
- les précipitations, dont une partie alimente par ruissellement, selon les axes de drainage, les plans d'eau ;
- les pompages d'eau dans les gravières et la nappe pour l'irrigation des cultures dont la quantification est rendue difficile ;

⁸⁹ Commencées dans les années 1973, les extractions de granulats se sont arrêtées en 1990.

⁹⁰ Essentiellement lors des crues.

– les nouvelles extractions de granulat qui provoquent un abaissement du niveau piézométrique.

La quantification de ces échanges nécessite donc des méthodes d’analyses particulières.

IV.1.1.3. Un outil d’analyse sophistiqué pour la détermination d’échanges hydrauliques complexes

Le modèle utilisé pour la simulation des écoulements est un modèle mathématique aux différences finies qui discrétise le site en plus de 17000 mailles carrées régulières d’une surface de 2500 mètres carrés (50m x 50m)⁹¹. Il met en œuvre 3 type de modèles : un modèle rivière (modèle hydraulique unidimensionnel fondé sur les équations de Barré de Saint-Venant et une résolution par la méthode aux différences finies), un modèle nappe aquifère (modèle hydrodynamique fondé sur des équations des écoulements souterrains bidimensionnels en milieux poreux perméables régis par la loi de Darcy, l’équation de continuité et une résolution par la méthode des différences finies) et un modèle de gravières (modèle bassin fondé sur des bilans hydrologiques).

- *Entité nappe phréatique et écoulements souterrains : modèle hydrodynamique*

Les écoulements souterrains sont régis par la loi de Darcy. Les paramètres nécessaires au fonctionnement du modèle concernent la géométrie de l’aquifère : les transmissivités (T) et le coefficient d’emménagement des réservoirs souterrains (S), les débits d’échange entre le domaine de surface et souterrain (q). Ces données spatialisées sont mises en œuvre sur un découpage, en deux dimensions de l’espace en mailles régulières. Ce maillage permet la résolution numérique approchée (en régime transitoire et pour un milieu isotrope) des équations aux dérivées partielles régissant les écoulements en milieux poreux dans une nappe libre, en employant la méthode des différences finies puisque ce type d’équations ne peut être résolu de façon analytique :

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(T_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) = S \frac{\partial h}{\partial t} + q$$

T : transmissivité (m²/s)
 h : hauteur piézométrique ou potentiel
 fonction de l’espace plan et du temps
 (m)
 S : coefficient d’emménagement en %
 q : débit échangé avec le milieu extérieur
 par unité de surface : rivière,
 puits...(m³/s)

Afin de résoudre cette équation, des conditions sont imposées sur les limites du domaine à modéliser : potentiel imposé (conditions de Dirichlet) ou débit connu (conditions de Neumann). La mise en œuvre de ce modèle passe par une phase de calage qui consiste à ajuster, sur leur domaine de validité, les données d’entrée de manière à reproduire une situation de référence (carte piézométrique à l’été, en l’occurrence ici août 2003 (Carte 3., Chapitre III.). Ensuite seulement, le modèle est utilisé pour simuler des périodes ultérieures ou les réactions de l’aquifère à des aménagements.

⁹¹ Le logiciel utilisé pour la simulation des écoulements s’appelle ModFlow.

- *Entités rivières et affluents : modèle hydraulique*

La simulation des écoulements est réalisée par un module d'écoulement unidimensionnel en régime transitoire fondé sur les équations de conservation de la masse et des quantités de mouvement (équation de Barré de Saint Venant) :

$$\frac{1}{B} \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{Q}{A} \frac{\partial Y}{\partial t} + \alpha \cdot \frac{Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \alpha \cdot \frac{Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} + gA \cdot \frac{\partial Y}{\partial x} + A g \frac{Q}{K^2} = 0$$

x :	abscisse longitudinale (m)	B(x,y) :	largeur au plan d'eau (m)
t :	temps (s)	g :	accélération due à la pesanteur (m/s ²)
Y(x,t) :	cote de la surface libre (m)	α :	coefficient de répartition des vitesses
V(x,t) :	vitesse de l'écoulement (m/s)	K(x,y) :	fonction de perte de charge prenant en compte les propriétés physiques du lit de la rivière
Q(x,t) :	débit (m ³ /s)	A(x,y) :	section de l'écoulement

L'intégration du modèle d'écoulement à surface libre tient compte des facteurs qui conditionnent l'écoulement : un jeu de débits en entrée, des profils en travers et en long du fleuve, la nature des aménagements hydrauliques ainsi que la rugosité du lit mineur. Elle est basée sur un système de différences finies résolues. De cette façon, l'approche *filaire* basée sur l'utilisation de sections en travers de la rivière permet d'interpréter les écoulements du fleuve. Les techniques de modélisation sont connues : système linéaire simple ou composé lorsque les sections présentent une forte différenciation entre le lit mineur et le lit majeur. Chaque tronçon est décrit par une série de données : cote, largeur, coefficient de Strickler (paramètre de calage du modèle représentant la rugosité des berges). Plusieurs types de structures hydrauliques peuvent être pris en compte : seuil, déversoir latéral, buses, bassin de rétention, point de débordement. La modélisation des champs d'inondation nécessite de passer d'un modèle *filaire* à un modèle en *casiers* : la zone inondée est divisée en cellules dans lesquelles la surface de l'écoulement est supposée parallèle à la surface du sol et où la cote de l'eau est peu variable. Ces zones sont délimitées par des structures linéaires (digues, routes...). Chaque zone est en communication hydraulique avec la rivière. Cette modélisation hydraulique de zones inondées, nécessitant une analyse morphologique du site associée à un historique de données sur les débits en crue de la rivière, est utilisée dans la *méthode inondabilité* (Gilard, 1998). Néanmoins, un des problèmes majeurs consiste à restituer les hauteurs d'eau calculées par le modèle en 1D (voir 1,5D pour les crues) dans un espace à deux dimensions (2D).

- *Entités gravières : modèle bassin*

Les gravières fermées hydrauliquement connectées à l'aquifère des alluvions sont assimilées à un volume d'eau libre stocké dans une excavation. L'eau provient de la réserve emmagasinée dans le bassin et des apports de l'aquifère. Le bilan hydrologique, au niveau de chaque bassin, se caractérise par la somme algébrique des apports et des pertes, par voie souterraine ou atmosphérique (pluie, évaporation), qui traduit la variation du niveau d'eau. L'équation (1) du bilan des flux s'écrit :

$$Q_{\text{entrées}} - Q_{\text{sorties}} = dV/dt \quad (1)$$

$Q_{\text{entrées}}$:	débits entrants dans le bassin
Q_{sorties} :	débits sortants du bassin
dV/dt :	variation du stock d'eau dans le bassin

En développant le premier terme, l'équation (1) devient :

$$(Q^p + Q_{eg}) - (Q^{etp} + Q_{sg}) = dV/dt - Q_d + Q_i \quad (2)$$

Q^p :	précipitations	Q^p et Q^{etp} sont indépendants du niveau d'eau dans la gravière.
Q^{etp} :	évaporation	
Q_{eg} :	apports souterrains	Q_{eg} et Q_{sg} représentent les débits aux interfaces gravière/aquifère (loi de Darcy)
Q_{sg} :	infiltration dans la nappe	
		dV/dt représente la variation par unité de temps du volume d'eau emmagasiné dans la gravière
$dV/dt = A(h) dh/dt$:	débit prélevé	h : cote du plan d'eau comprise entre le toit du substratum et le sol
		$A(h)$: aire du plan d'eau pour une cote h donnée
Q_d+Q_i :	débit injecté	

Les caractéristiques du plan d'eau, notamment sa forme, sa profondeur, son orientation par rapport au sens d'écoulement moyen de la nappe ainsi que l'état de colmatage des berges, influent sur le sens et l'intensité des échanges liés aux écoulements de nappe, et sont intégrées dans le modèle en tant que conditions limites géométriques.

Dans le cas de gravières ouvertes mises en communication avec la rivière, le comportement hydraulique est basé sur une loi de remplissage/vidange d'un réservoir :

$$q(t) = K H^n \quad (3)$$

K :	perméabilité des berges, du fond du réservoir (m/s)
H^n :	variation du niveau d'eau dans le bassin (m), avec « n » paramètre de forme lié à la section d'écoulement
$q(t)$:	débits d'échange (m^3/s)

Les débits d'échange $q(t)$ concernent à la fois les apports souterrains (modèle hydrodynamique) et les écoulements de surface (bassin relié à la rivière par une buse, débordement de la rivière lors de hautes-eaux). La quantification des débits apportés par la rivière nécessite de fournir au modèle hydraulique, en *input*, les débits souterrains calculés par le modèle hydrodynamique, en faisant abstraction des volumes d'eau déversés dans la gravière, afin de pouvoir déterminer les débits de débordement entrants dans le bassin. Ces débits, en *output*, sont réinjectés ensuite dans le modèle de nappe au niveau de l'équation du bilan des flux de la maille gravière.

Dans cette approche, le modèle hydraulique est conçu de façon à pouvoir déterminer :

- la hauteur d'eau dans chaque tronçon de la rivière ;
- le niveau d'eau dans les bassins qui ne dépendent pas directement de la loi de Darcy, pour chaque pas de temps considéré. Pour cela, on décrit la gravière comme étant un bassin de rétention contrôlé par une loi hauteur d'eau/surface d'eau. Ce bassin est relié à trois conduites qui matérialisent les débits d'infiltration (par l'aquifère, les précipitations), les débits de sortie (recharge de l'aquifère, évaporation) et les communications existantes avec la rivière (buse, vanne ouverte/fermée, seuil de débordement). Les débits d'infiltration et de sortie sont donc des valeurs fixées, non calculées par le modèle.

On fait comme hypothèse que l'aquifère alluvial n'a pas le temps de se mettre à l'état d'équilibre avec la rivière en début d'inondation (temps de réaction du système) ; les débits

d'échange aquifère/gravière sont donc peu affectés par les volumes d'eau emmagasinés durant la phase initiale de débordement de la rivière.

- *Interactions et synergies entre modèles*

Dans la mesure où chaque entité décrite correspond à un phénomène physique dynamique et spatial, il est nécessaire de mettre en oeuvre un modèle multicouche : une couche supérieure sur laquelle seront modélisés les phénomènes de surface (écoulement superficiel, comportement des bassins) et une couche inférieure représentant les écoulements souterrains. Ceci demande une connaissance des flux hydriques aux interfaces gravières/rivière-nappe. Or ces débits d'échanges, nécessaires en entrée des modèles, demandent de connaître la transmissivité des milieux traversés, milieux fortement remaniés par l'exploitation de granulats. Deux types d'échanges sont envisagés : les échanges gravières/aquifère concernent les plans d'eau. Les débits d'eau souterrains au niveau de l'interface gravière/aquifère (Q_{eg} et Q_{sg}) sont estimés par la loi de Darcy :

$Q = - K \cdot A \cdot dh/dl$	Q :	débit (m^3/s)
	K :	perméabilité fonction de l'état de colmatage (m/s)
	A :	aire de l'interface gravière – aquifère (m^2)
	dh / dl :	gradient de charge hydraulique mesuré dans la direction l de l'écoulement

En période de basses-eaux, les écoulements souterrains peuvent être décrits par la seule composante horizontale du flux (parallèle aux marnes). Ces flux associés traversent successivement deux milieux de perméabilités différentes (k_1 et k_2) à proximité des gravières dont le fond repose sur le substratum imperméable. Au fur et à mesure que le niveau d'eau dans la gravière s'élève, la composante verticale de l'écoulement souterrain, traduisant l'infiltration puis la recharge en eau à partir de la surface d'eau libre située juste en dessus, devient particulièrement importante au voisinage du bassin. A l'interface rivière-aquifère, les processus d'échanges des flux sont semblables quelque soit le cours d'eau : ils dépendent du gradient de charge hydraulique en chaque point de la zone de contact et de la perméabilité de cette interface.

- *Modèle numérique de terrain (MNT)*

Pour terminer, il est nécessaire de construire un modèle numérique de terrain (MNT). Ce modèle de terrain restitue les altitudes au niveau du substratum imperméable (Carte Annexe IV.1.) et les altitudes au niveau du sol (Carte Annexe IV.2.). Les épaisseurs mouillées⁹² et les épaisseurs non-saturées⁹³ sont calculées à partir des altitudes fournies par le MNT. L'altitude du substratum décroît du sud vers le nord du secteur d'étude en passant d'une cote de 334 mètres à 327 mètres. Le relief souterrain montre une assez nette remontée du substratum dans la zone centrale alors que les variations sont beaucoup plus lissées sur le reste du secteur. Une zone sur-creusée bien marquée apparaît également le long du versant à proximité du ruisseau Aillot. Dans la partie sud-ouest, les traces d'un ancien chenal de la Loire sont encore visibles. De la même manière, l'altitude du sol décroît du sud vers le nord du secteur passant d'une cote de 339 mètres à 332 mètres. D'un aspect général plat, le relief superficiel montre quelques petites buttes légèrement surélevées sur lesquelles sont construites les vieilles fermes foréziennes. Ces différents outils de simulation ont été mis en oeuvre pour une analyse des échanges hydrauliques de l'Ecozone du Forez (Mimoun, 1999 & 2001).

⁹² Ou hauteur mouillée (thickness) = altitude du niveau de la nappe – altitude du substratum imperméable.

⁹³ Ou hauteur non-saturée (vadose) = altitude du sol – altitude du niveau de la nappe.

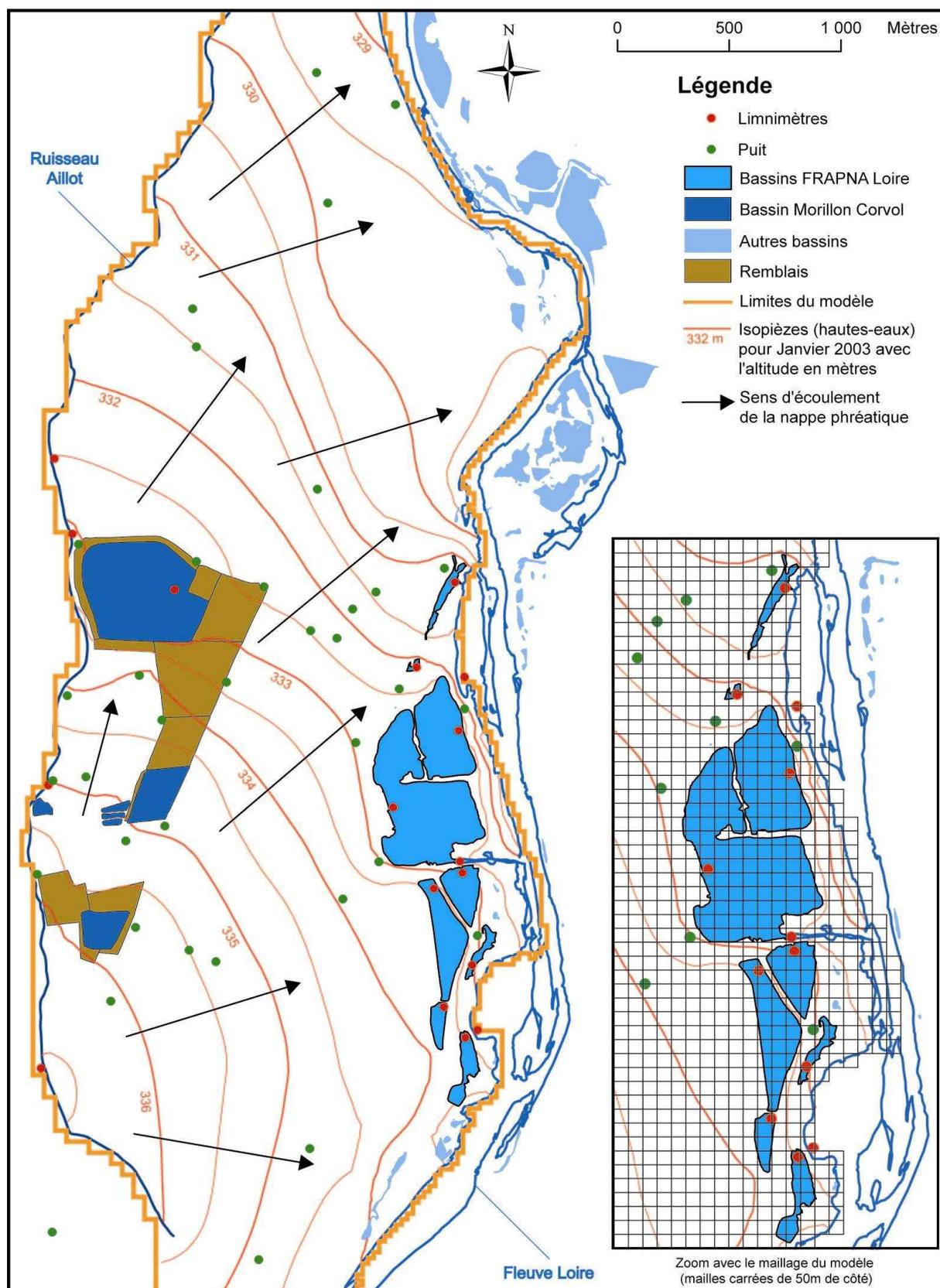
IV.1.1.4. La situation en janvier 2003

Sur notre secteur, l'aquifère est drainé par la Loire selon un flux général orienté du sud vers le nord. Il est essentiellement alimenté par les pluies et dans une moindre mesure par le fleuve lors des épisodes de crue. L'écoulement des eaux souterraines est étudié à l'aide d'un modèle mathématique aux différences finies. Pour construire ce modèle, il est nécessaire de fixer les conditions limites et les conditions initiales de l'aquifère et de recueillir un certain nombre de données :

- les courbes piézométriques (isopièzes) établies à partir de relevés piézométriques réalisés dans 48 puits (données Ecole des Mines, FRAPNA Loire et Morillon Corvol). Rappelons que la piézométrie de référence à l'étiage est celle du mois d'août 2003 (Carte 3., Chapitre III.) :
- la carte des perméabilités dressée à l'aide d'une carte des résistivités, méthode électrique, (cpgf-Horizon, 1978) et de 5 essais de pompage (Mimoun, 2004) ;
- les hauteurs d'eau dans l'Aillot, les bassins de gravière et la Loire mesurées sur 24 échelles limnimétriques (données Ecole des Mines, FRAPNA Loire et Morillon Corvol) ;
- le flux entrant au niveau de l'Aillot estimé à 321/s sur la longueur du bassin versant (Cpgf-Horizon, 1979) ;
- le débit du fleuve Loire enregistré aux stations de Montrond-les-Bains et Feurs (données DDE-Loire) ;
- le bilan des infiltrations, des précipitations et de l'évaporation établi d'après les données des stations météorologiques d'Andrézieux-Bouthéon et Feurs.

Une fois les conditions limites et initiales fixées, le secteur est divisé en cellules carrées de 50 mètres de côté. Pour chacune des cellules du maillage ainsi défini, le modèle calcule un niveau piézométrique à l'étiage (basses-eaux) à l'aide des équations présentées précédemment. Le modèle est alors calibré en modifiant les valeurs de perméabilité ou les conditions limites jusqu'à ce que le niveau piézométrique calculé et le niveau piézométrique mesuré soient similaires pour la période de basses-eaux. Dès lors, le modèle est prêt pour simuler l'état du système pour le 20 janvier 2003, période de hautes-eaux, sachant que le débit du fleuve Loire était de l'ordre de 85m³/s. Il est alors possible, grâce au SIG, de représenter de manière cartographique (Carte 6.) l'état du système à cette date. On peut observer sur cette carte :

- les limites du modèle (trait orange épais) : zoom sur le secteur concerné par l'échantillonnage biologique ;
- le maillage carré régulier du modèle (maille de 2500m²) : zoom sur un secteur réduit pour faciliter la lisibilité de la carte et mettre en évidence les isopièzes sur la carte principale ;
- la localisation des différents objets hydrologiques : les bassins (aires bleues d'intensités différentes selon le cas) et les cours d'eau, Aillot et fleuve Loire (linéaire bleu) ;
- la localisation des remblais connus (parcelles marron) ;
- la localisation des puits (points verts) et des limnimètres (points rouges) ;
- les isopièzes calculées par le modèle (avec leur altitude en mètres) qui sont sensiblement similaires aux isopièzes mesurées (l'équidistance entre les courbes piézométriques rouges épaisses avec l'altitude vaut 1m, les courbes piézométriques rouges fines sont équidistantes de 0,5m avec les précédentes) ;
- le sens des écoulements interprété selon les isopièzes, c'est-à-dire perpendiculaires à celles-ci, symbolisé par des flèches.



Carte 6. La situation piézométrique et hydrologique en janvier 2003

IV.1.2. Résultats et interprétations

La simulation des écoulements souterrains, réalisée à l'aide du modèle mathématique, nous permet de cerner les principaux attributs hydrogéologiques de l'aquifère telles que les épaisseurs mouillées, les épaisseurs non-saturées, les perméabilités, les vitesses et directions de l'écoulement. Ces résultats sont présentés sous forme de cartes qui constituent le moyen de lecture et de représentation le plus pratique. Ces cartes ne représentent pas toute la zone modélisée : il s'agit d'un zoom sur le secteur où des prélèvements faunistiques et floristiques ont été effectués.

IV.1.2.1. Visualisation basique de l'aquifère : les courbes piézométriques

La première carte (Carte 6.) représente le niveau de la nappe phréatique en janvier 2003 et le sens des écoulements. Cette représentation peut-être obtenue à partir des niveaux piézométriques relevés sur le terrain déjà reportés sur des cartes hydrogéologiques. Rappelons que les isopièzes calculées par le modèle seront superposées aux isopièzes mesurées. Pour interpréter ce type de carte, il est nécessaire de rappeler quatre points essentiels :

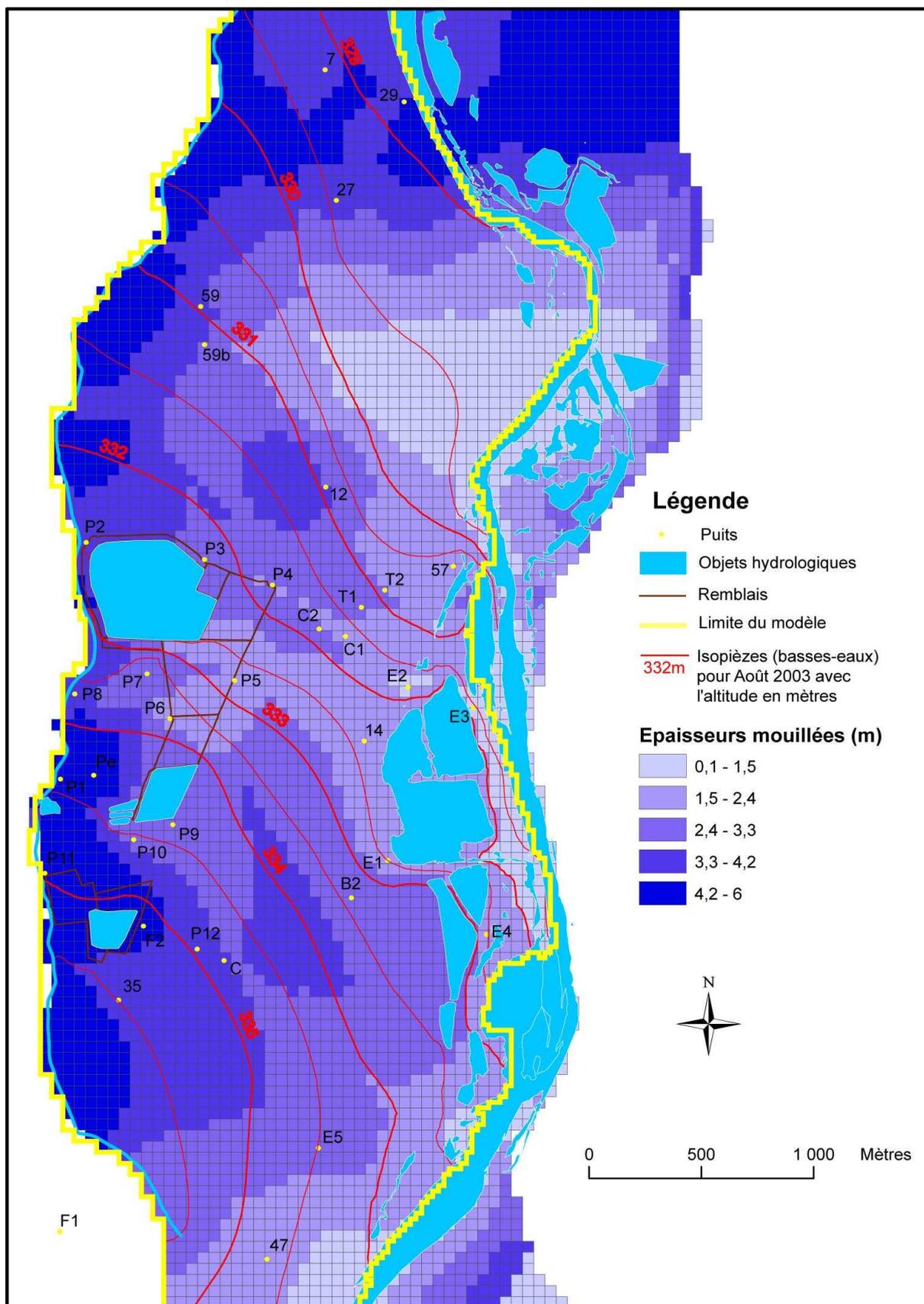
- le fleuve Loire et l'Aillot s'écoulent du sud vers le nord, le ruisseau étant situé à une altitude supérieure il représente l'amont de l'aquifère et la Loire l'aval ;
- en tout point d'une isopièze la nappe phréatique est à la même altitude ;
- le sens d'écoulement de la nappe phréatique est perpendiculaire aux isopièzes ;
- le gradient hydraulique⁹⁴ est d'autant plus fort que les isopièzes sont rapprochées.

Sur cette carte, on observe que l'aquifère est drainé par le fleuve Loire et présente une altitude maximale de 336,5 mètres pour une altitude minimale de 329 mètres. La nappe phréatique a un sens d'écoulement ouest-est dans le tiers sud du secteur, et un sens d'écoulement sud-est nord-est dans le tiers central et le tiers nord. Les gradients hydrauliques, quant à eux, sont les plus forts dans le tiers central du secteur près des bassins.

D'une manière générale, l'implantation d'une gravière a pour effet d'augmenter le gradient hydraulique de l'aquifère à l'amont du plan d'eau et, inversement, de le diminuer localement à l'aval. En conséquence un puits situé à l'amont du bassin verra son niveau d'eau baisser parfois jusqu'au dénoyage. Il faut donc éviter d'implanter une gravière dans une zone à fort gradient hydraulique pour ne pas amplifier cet effet. En cas de pollution de l'aquifère, un fort gradient hydraulique favorise une propagation rapide du polluant.

Par ailleurs, si l'on regarde la chronique des niveaux piézométriques mesurés depuis octobre 1999, on constate que la fluctuation du niveau d'eau ou battement moyen annuel saisonnier de la nappe phréatique est de 0,56 mètre. Bien que faible, cette valeur est d'importance en termes de réhabilitation des plans d'eau après extraction. En effet, un bassin peu profond se transformant en mare boueuse à la saison sèche ne pourra pas être réaffecté pour les loisirs.

⁹⁴ Formule du gradient hydraulique : $\Delta H/l$ avec « ΔH » différence d'altitude en deux isopièzes données et « l » distance entre ces deux isopièzes.



Carte 7. Les épaisseurs mouillées de l'aquifère en janvier 2003

[Code couleur : un dégradé de bleu représente cette variable hydrogéologique, d'un bleu foncé pour les épaisseurs mouillées les plus importantes, vers un bleu clair pour les plus faibles]

IV.1.2.2. Visualisation des paramètres hydrogéologiques calculés par modélisation

Les quatre cartes suivantes (épaisseurs mouillées, épaisseurs non-saturées, perméabilités, vitesse et sens d'écoulement) sont toutes construites de la même manière. Dans la légende les classes de valeurs de la variable représentée sont calculées avec la fonction *Natural Breaks*⁹⁵ du logiciel ArcView. Le nombre de classes et le code couleur associé sont déterminés de façon à simplifier au maximum la lecture de la carte. Ainsi à chaque maille du modèle est attribuée une couleur en fonction de la valeur du paramètre hydrogéologique concerné, pour obtenir au final une mosaïque constituant le fond de la carte et représentant les résultats.

Les valeurs limites des classes ont été généralement arrondies à un chiffre après la virgule. Pour faciliter l'orientation et le repérage nous avons positionné sur la carte : les objets hydrologiques (aires bleu clair), les remblais (trait marron), les puits avec leur nom (points de couleurs variant en fonction du fond dominant), les limites géométriques du modèle (trait de couleur variant en fonction du fond dominant).

- *Visualisation des sédiments mouillés par l'aquifère : l'épaisseur mouillée*

L'épaisseur mouillée est la hauteur entre le substratum imperméable, dont l'altitude est interpolée pour chaque maille à partir de valeurs du MNT ou mesures géophysiques, et le niveau de la nappe phréatique dont l'altitude est calculée pour chaque maille par le modèle. Cette épaisseur caractérise pour une part la puissance de l'aquifère car elle rentre dans le calcul de la transmissivité⁹⁶. Nous constatons que les épaisseurs mouillées de l'aquifère (Carte 7.) diminuent progressivement de l'Aillot vers la Loire. L'épaisseur maximale est de 6 mètres aux abords de l'Aillot. L'épaisseur minimale, quant à elle, est de 1,5 mètre aux abords du fleuve Loire.

Au nord du secteur, au niveau des puits 7, 29 et 27, l'épaisseur mouillée reste importante entre l'Aillot et la Loire. Ici, pour représenter cette variable hydrogéologique nous avons opté pour un dégradé de bleu : d'un bleu foncé pour les épaisseurs mouillées les plus importantes, vers un bleu clair pour les plus faibles.

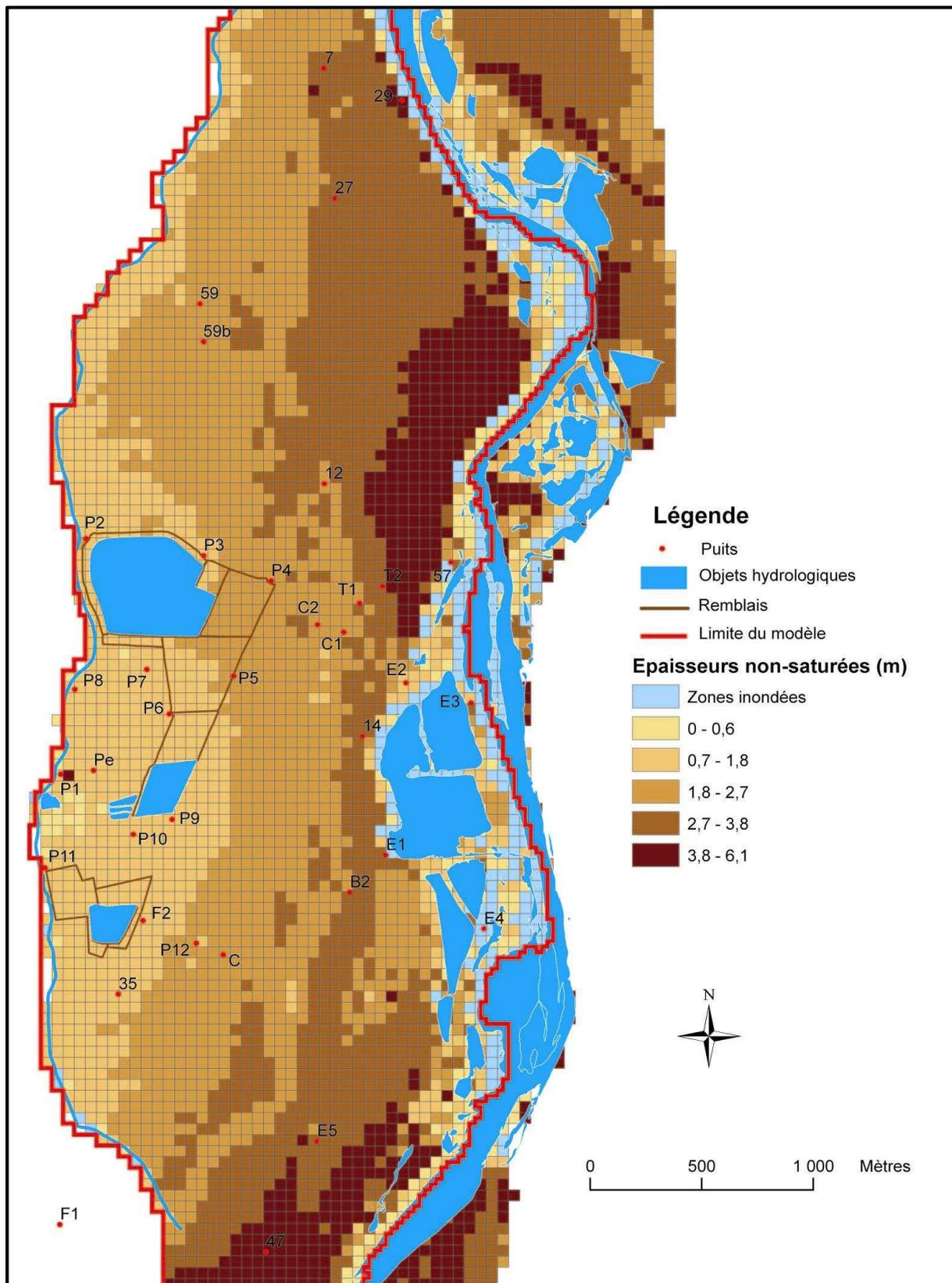
D'une manière générale, la diminution de l'épaisseur mouillée quand on s'approche du fleuve peut être attribuée au phénomène d'incision de son lit. Rappelons que sur ce secteur, suite à l'extraction de granulats dans son cours vif, le fleuve coule directement sur le substratum imperméable qu'il a tendance à inciser. Les secteurs présentant une faible épaisseur mouillée sont plus sensibles aux pollutions car le polluant sera moins dilué que dans un secteur à forte épaisseur. Il s'agit donc d'un paramètre susceptible d'intervenir dans la sélection ou le rejet de sites d'exploitation.

- *Visualisation des sédiments secs au-dessus de l'aquifère : l'épaisseur non-saturée*

L'épaisseur de la zone non-saturée est la hauteur entre le niveau de la nappe, dont l'altitude est calculée pour chaque maille par le modèle, et la surface du sol dont l'altitude pour chaque maille est connue grâce à des relevés topographiques recensant plusieurs centaines de milliers de points et constituant le MNT. Nous constatons que les épaisseurs non-saturées (Carte 8.) augmentent de l'Aillot vers la Loire.

⁹⁵ « Les classes sont établies sur le regroupement naturel des valeurs des données. Le logiciel ArcMap (SIG) identifie les points de rupture en recherchant les groupes et les patrons dans les données. Celles-ci sont alors divisées en classes dont les frontières sont fixées en fonction des sauts de valeurs relatifs dans le jeu de données ».

⁹⁶ Exprimée en m²/s, elle est obtenue en multipliant l'épaisseur mouillée par la perméabilité des alluvions.



Carte 8. Les épaisseurs de la zone non-saturée en janvier 2003

[Code couleur : un dégradé de marron représente cette variable hydrogéologique, d'un marron foncé pour les épaisseurs non-saturées les plus importantes, vers un marron clair pour les plus faibles. Les cellules bleu clair correspondent à des zones inondées par rapport à la situation à l'étiage]

L'épaisseur maximale atteint 6,1 mètres aux abords du fleuve Loire. L'épaisseur minimale est de 0,7 mètre aux abords de l'Aillot. Ici, pour représenter cette variable hydrogéologique, nous avons opté pour un dégradé de marron : d'un marron foncé pour les épaisseurs non-saturées les plus importantes, vers un marron clair pour les plus faibles. Les cellules en bleu clair correspondent aux secteurs inondés (par submersion) par rapport à la situation de référence à l'étiage (basses-eaux). Rappelons que pour la période de janvier 2003 l'aquifère est en hautes-eaux et que le fleuve est animé par un épisode de petite crue ($85\text{m}^3/\text{s}$).

Cette épaisseur caractérise la profondeur de l'aquifère, et notamment sa vulnérabilité. En effet, en cas de pollution par exemple, plus un aquifère sera proche de la surface plus il sera pollué rapidement. Ici, l'exploitation de granulats en lit majeur est donc contrainte par une surveillance accrue des rejets, qu'ils soient accidentels (fuites d'hydrocarbures) ou fonctionnels (eaux de lavages des granulats), et ceci d'autant plus dans les secteurs où l'épaisseur mouillée est faible. Par ailleurs, une forte épaisseur de la zone non-saturée peut-être parfois corrélée à une forte épaisseur du sol recouvrant les alluvions exploitables. En conséquence, sur de tels secteurs l'extraction de granulats sera plus dispendieuse en temps et en argent. En effet, une découverte⁹⁷ plus importante induit un temps d'utilisation des machines plus important.

- *Visualisation de la nature des alluvions : la perméabilité de l'aquifère*

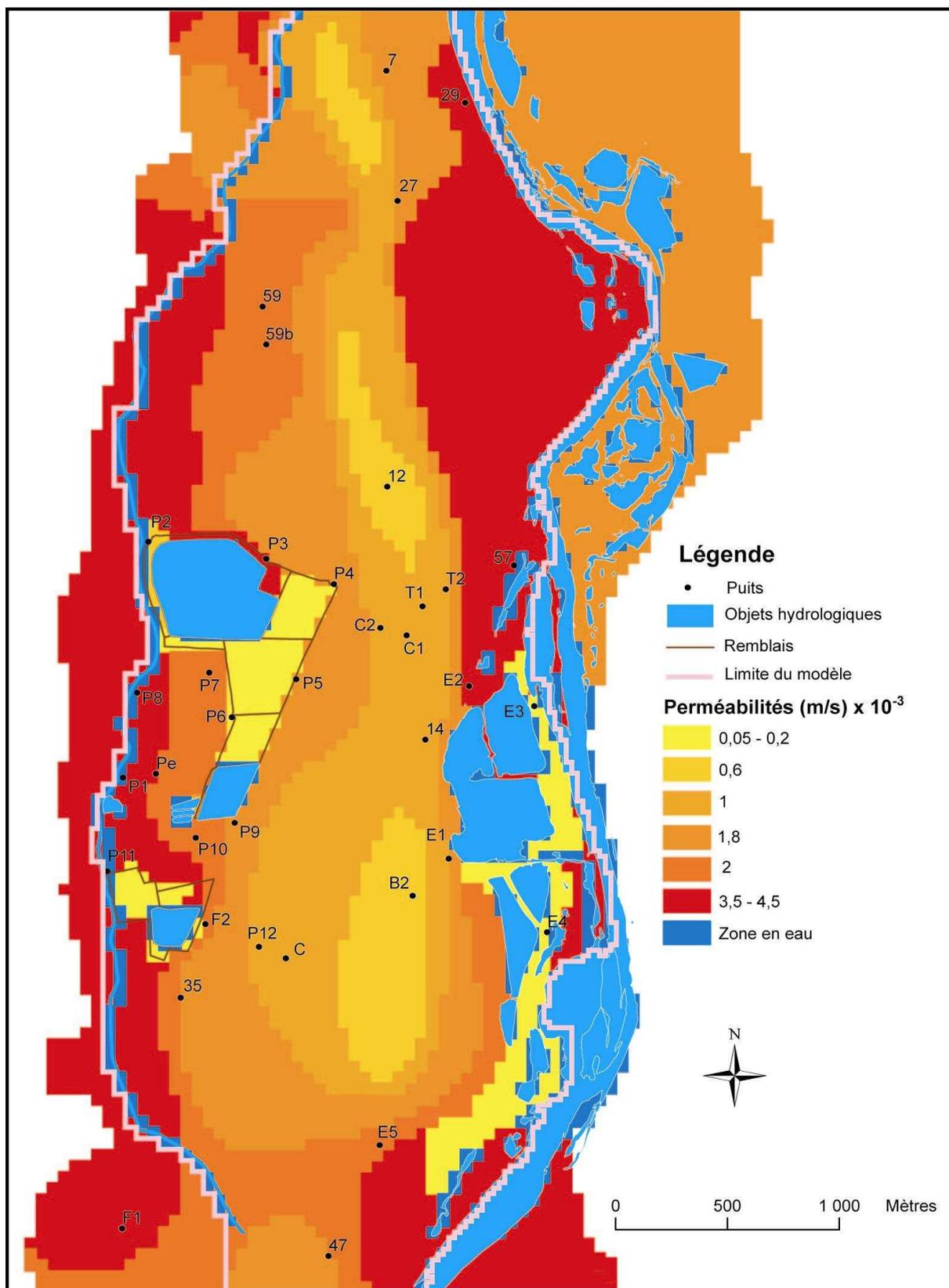
La perméabilité est une valeur intrinsèque à l'aquifère. Elle caractérise la facilité avec laquelle les alluvions se laissent traverser par l'écoulement souterrain. Nous constatons que les perméabilités de l'aquifère (Carte 9.) diminuent depuis l'Aillot vers le milieu du secteur, puis augmentent à nouveau vers la Loire. La perméabilité maximale atteint $4,5 \cdot 10^{-3} \text{m/s}$ aux abords de l'Aillot et de la Loire. La perméabilité minimale, quant à elle, atteint $0,05 \cdot 10^{-3} \text{m/s}$ en lit majeur dans les secteurs des gravières remblayées et en lit mineur dans des secteurs qui peuvent correspondre soit à des remblais sauvages, soit à des zones de tassement dues aux passages d'engins lourds, soit à d'anciens chenaux du fleuve riche en argile. Dans la zone centrale du secteur, la perméabilité est faible et varie de $0,6 \cdot 10^{-3}$ à $1 \cdot 10^{-3} \text{m/s}$. L'ensemble de ces valeurs est obtenue après calibrage du modèle.

Ici, pour représenter cette variable hydrogéologique, nous avons opté pour un dégradé du jaune au rouge : du rouge pour les perméabilités les plus importantes, vers du jaune pour les plus faibles. Les cellules bleu foncé correspondent à des mailles en eau où la perméabilité est fixée à 1m/s . C'est le cas partout où l'on est en présence d'eau superficielle (bassins, Aillot, Loire). Le tracé des cours d'eau et des bassins dont les contours sont représentés par des segments rectilignes perpendiculaires reflètent le maillage du modèle constitué d'éléments carrés.

Il est notable que les gravières se situent en général dans les zones où les perméabilités sont les plus fortes, car c'est dans ces endroits que l'on trouve la meilleure qualité de granulats. Les classes de perméabilités de l'aquifère sont ici calquées sur une carte des résistivités réalisée par CPGF (1978) dans le cadre d'une prospection géophysique du secteur⁹⁸. L'interprétation de cette carte indique que les alluvions des bords de Loire sont caractérisés par des résistivités supérieures à $200 \Omega\text{m}$ et qu'elles sont de bonne qualité pour l'extraction.

⁹⁷ Epaisseur de sol à décapier avant d'atteindre le gisement de sables, graviers et galets.

⁹⁸ Prospection réalisée sur 189 sondages électriques répartis sur 23 profils transversaux. A titre indicatif, l'interprétation des valeurs de résistivités (R) est la suivante : $R < 100 \Omega\text{m}$ (couverture argilo-limoneuse), $100 < R < 150 \Omega\text{m}$ (peu perméable), $150 < R < 200 \Omega\text{m}$ (moyennement perméable), $200 < R < 300 \Omega\text{m}$ (perméable), $R > 300 \Omega\text{m}$ (très perméable).



Carte 9. Les perméabilités de l'aquifère après calibrage du modèle

[Code couleur : un dégradé du jaune au rouge représente cette variable hydrogéologique, d'un rouge pour les perméabilités les plus importantes, vers un jaune pour les plus faibles. Les cellules bleu foncé correspondent à des mailles en eau où la perméabilité est fixée à 1m/s]

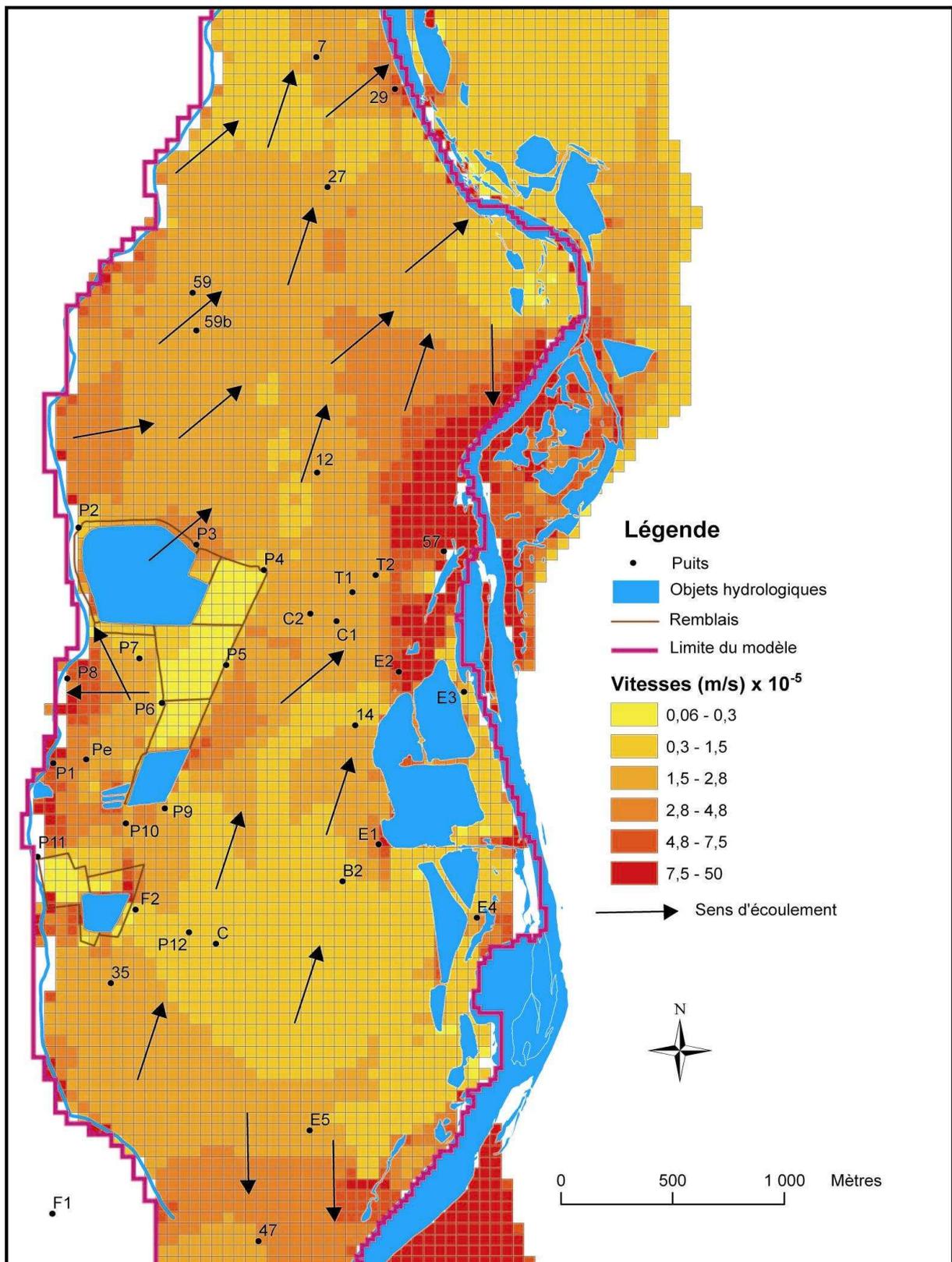
La zone centrale, quant à elle, montre de basses résistivités (environ $150\Omega\text{m}$) sur une bande de 200 à 800 mètres de large traduisant la présence de lentilles argileuses de peu d'intérêt pour l'exploitation. Enfin, au niveau de la bordure du versant, le long de l'Aillot, les résistivités interprétées, variant de 200 à plus de $400\Omega\text{m}$, montrent l'existence d'un axe surcreusé comblé d'alluvions relativement hétérogènes (Mimoun, 2004). Les zones à fortes perméabilités sont plus vulnérables à la pollution car celle-ci pourra s'étendre plus facilement à travers les alluvions.

- *Visualisation des vitesses et sens d'écoulement : le gradient de l'aquifère*

Le gradient représente la pente selon laquelle l'aquifère s'écoule à travers les sédiments. Le gradient hydraulique est orienté selon une direction affectée d'un sens qualifiant l'orientation de l'écoulement. Ici, les vitesses d'écoulement (Carte 10.) sont corrélées aux perméabilités ($r=0,77$, $n=28$, $p<0,05$). Les vitesses les plus fortes (5.10^{-5} à 12.10^{-5}m/s) sont enregistrées dans les zones à fortes perméabilités. Les vitesses les plus faibles ($0,06. 10^{-5}$ à $0,3. 10^{-5}\text{m/s}$) dans les zones à faibles perméabilités, notamment dans les remblais. Le sens général des écoulements correspond approximativement à celui présenté sur la Carte 6. compte-tenu de la globalisation générée par l'attribution de seulement six classes d'angles (Annexe IV.3.). Toutefois, si l'on regarde plus précisément la Carte 10., on observe que le sens des écoulements calculés par le modèle a tendance à s'effectuer du sud vers le nord, c'est-à-dire de manière plus parallèle à la Loire que sur la Carte 6., où l'écoulement est orienté sud-ouest nord-est (oblique par rapport à la Loire). Ceci tend à montrer que la position drainante de la Loire est parfois perturbée par des secteurs à faibles perméabilités, proches du fleuve, déviant le flux vers un passage plus central. Ces secteurs, autour des gravières de l'Ecopôle, peuvent correspondre à des zones de remblaiement sauvage (avant la législation) ou à des zones tassées par le passage répété d'engins lourds. On observe aussi, en trois endroits, des sens d'écoulement calculés (Carte 10.) nettement discordant par rapport à ceux interprétés avec les isopièzes (Carte 6.).

Ici, pour représenter cette variable hydrogéologique, nous avons opté pour un dégradé du jaune au rouge : un rouge pour les vitesses les plus importantes, vers un jaune pour les plus faibles. Les flèches indiquent le sens général de l'écoulement de l'aquifère.

On constate ici que les gravières remblayées peuvent perturber fortement l'aquifère en transformant les secteurs à fortes perméabilités en secteurs à faibles perméabilités avec de faibles vitesses d'écoulement. Il est donc impératif de surveiller la nature des matériaux de remblaiement. Les secteurs présentant de fortes vitesses d'écoulement sont plus vulnérables à la pollution car celle-ci se propagera plus rapidement. Les gradients hydrauliques de l'aquifère jouent sur la vitesse de renouvellement et le temps de séjour de l'eau dans les bassins. Si un fort taux de renouvellement peut *épurer* l'eau des bassins (dilution des polluants, évacuation rapide des polluants...), il peut aussi être source de pollution. Ce paramètre est donc d'importance lors du choix de la réhabilitation de la gravière, notamment si ce choix porte sur une zone de loisirs nautiques où la qualité de l'eau de baignade est paramètre très surveillé.



Carte 10. Les vitesses d'écoulement de l'aquifère en janvier 2003

[Code couleur : un dégradé du jaune au rouge représente cette variable hydrogéologique, d'un rouge pour les vitesses les plus importantes, vers un jaune pour les plus faibles. Les flèches indiquent le sens général de l'écoulement de l'aquifère calculé par le modèle]

IV.1.3. Discussion : validité des résultats

Les résultats proposés ci-avant permettent de se faire une bonne idée du fonctionnement hydrologique du secteur grâce aux représentations cartographiques qui spatialisent les principaux attributs hydrogéologiques (épaisseurs mouillées, épaisseurs non-saturées, champs de perméabilités, champs de vitesses, sens de l'écoulement) à condition de disposer de cartes lisibles aux légendes compréhensibles. Il eut été possible aussi de représenter les champs de transmissivités, les champs de résistivités électriques, les altitudes respectives du substratum imperméable et du niveau du sol, ainsi que les épaisseurs de la couverture limoneuse (Annexe IV.4.) et de graves sableuses (Annexe IV.5.). Toutefois, ces dernières n'apportent pas d'informations à forte valeur ajoutée pour la compréhension des échanges hydrologiques. Dans cette partie, est présentée et discutée la validité des résultats en comparant valeurs calculées par le modèle et valeurs mesurées.

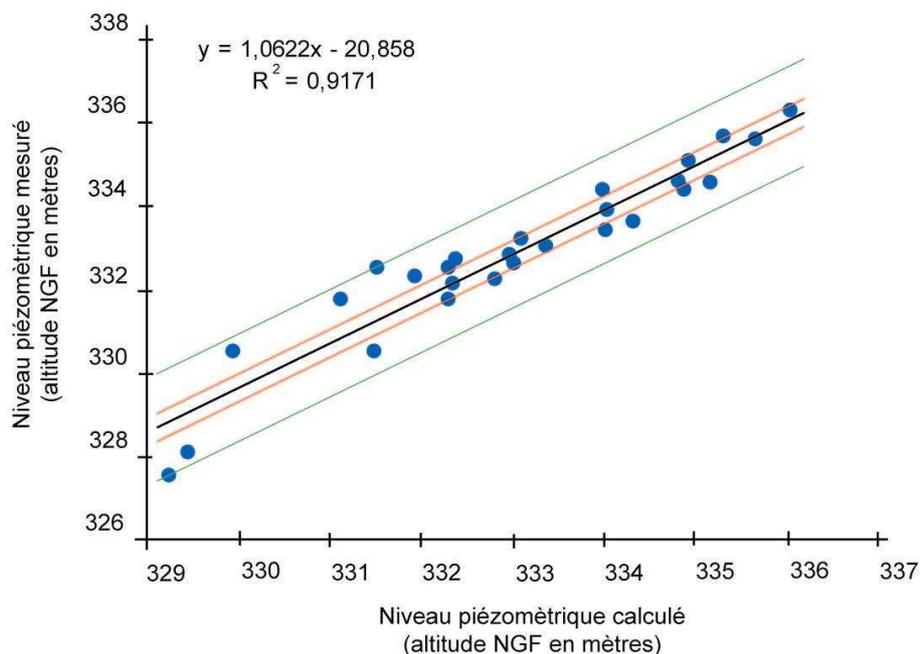


Figure 11. Comparaison des niveaux d'eau (niveaux piézométriques) calculés et des niveaux d'eau (niveaux piézométriques) mesurés de la nappe phréatique pour janvier 2003 (n=28)

[Ce graphique présente : en noir la droite de régression (avec son équation et le coefficient de détermination R^2), en rouge l'intervalle de confiance (95%) et en vert l'intervalle de prédiction (95%)]

Malgré la quantité d'informations que nous apportent les modèles mathématiques d'écoulement, ceux-ci restent difficiles à calibrer à cause de l'hétérogénéité résiduelle du milieu et les résultats sont parfois discutables. En effet, le champ de perméabilité est déduit du champ de résistivité à l'aide de cinq essais de pompage, ce qui n'est pas entièrement représentatif du secteur étudié. Le champ de perméabilité est de toute première importance car c'est celui-ci qui est ajusté lors du calibrage du modèle afin d'obtenir des piézométries mesurées et calculées similaires en situation d'étiage. Ici, le modèle a été bien calibré car on observe une forte corrélation ($r=0,96$, $n=28$, $p<0,05$) entre les altitudes mesurées dans les puits du niveau de la nappe phréatique en janvier 2003 et celles calculées par le modèle (Figure 11.). Toutefois, on peut se demander dans quelle mesure la perméabilité ajustée pour le calibrage est représentative de celle de l'aquifère ? Il plane en effet quelques zones d'ombre au niveau des perméabilités attribuées aux remblais et aux berges des gravières.

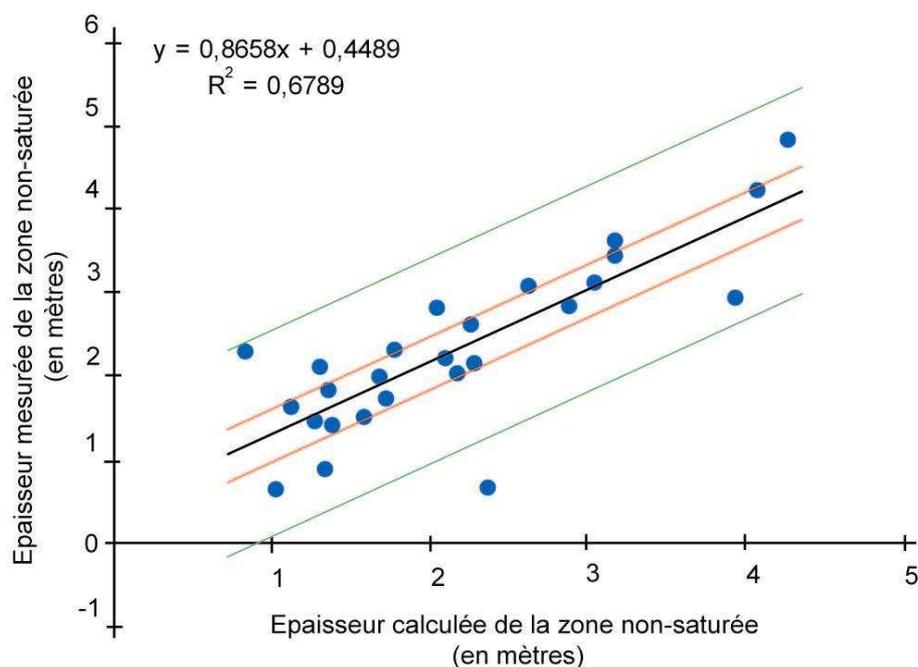


Figure 12. Comparaison des épaisseurs non-saturées calculées et des épaisseurs non-saturées mesurées pour Janvier 2003 (n=28)

[Ce graphique présente : en noir la droite de régression (avec son équation et le coefficient de détermination R^2), en rouge l'intervalle de confiance (95%) et en vert l'intervalle de prédiction (95%)]

En ce qui concerne l'épaisseur de la zone non-saturée, la situation est moins bonne. On observe une corrélation plus faible ($r=0,82$, $n=28$, $p<0,05$) entre épaisseurs non-saturées calculées et épaisseurs non-saturées mesurées⁹⁹ en janvier 2003 (Figure 12.). Ceci peut être dû à différentes causes :

- à une mesure erronée de l'altitude NGF des puits ;
- à une mesure erronée du niveau piézométrique ;
- à une situation particulière dans le puits, comme un fort ruissellement superficiel ;
- à la taille de la maille du modèle proposant une altitude du sol moyenne pour 2500m².

Pour les hauteurs mouillées, nous ne disposons pas de valeurs mesurées car si nous connaissons la profondeur de tous les puits du secteur, nous ne connaissons pas exactement le niveau du substratum imperméable. Ainsi, nous ne savons pas à quel niveau se situe le fond des puits par rapport au substratum. La comparaison entre valeurs mesurées et valeurs calculées n'est donc pas toujours possible. Toutefois, l'altitude de ce substratum étant interpolée à partir de quelques points connus, il doit exister une certaine marge d'erreur sur les hauteurs mouillées calculées.

Malgré ces incertitudes, la concordance des valeurs de terrains et des valeurs calculées par le modèle restent acceptables eu égard aux erreurs de mesures. Les simulations réalisées, par exemple, sur l'implantation de gravières fictives restent très instructives et permettent de dicter plusieurs recommandations ou préconisations pour la recherche de nouveaux gisements qui restent pertinentes dans le cadre d'une négociation. Les cartes de résultats présentent, par exemple, dans quelle mesure l'implantation d'une nouvelle gravière va modifier les niveaux

⁹⁹ L'épaisseur non-saturée mesurée correspond à la hauteur relevée dans les puits à l'aide d'une sonde piézométrique.

de la nappe phréatique. Ces simulations ont été réalisées comme support pour simuler la négociation dans la recherche de nouveaux gisements (Chapitre VI.).

Si les représentations cartographiques des attributs hydrogéologiques sont parlantes pour des acteurs familiers à ce type de méthodes (experts hydrogéologues, experts géomorphologues, services administratifs de l'Etat, bureaux d'étude), celles-ci peuvent demeurer complètement hermétiques pour des acteurs de terrains. En effet, ces représentations sont contraintes par des formules mathématiques, un maillage arbitraire et un vocabulaire très technique, et les résultats peuvent sembler tout droit sortis d'une *boîte noire* et explicités à l'aide d'un vocabulaire abscons. Ce type de modèle, contraint par un maillage, conduit à une approximation sur la forme des objets hydrologiques lors des représentations cartographiques. Il existe d'autres méthodes de modélisation mathématique des écoulements avec lesquelles on peut tenter d'améliorer les représentations cartographiques. Parmi elles, on peut citer les modèles mathématiques aux différences finies avec un maillage irrégulier épousant mieux la forme des objets hydrologiques (Mimoun, 2004), et des modèles mathématiques par éléments analytiques représentant mieux la forme des objets hydrologiques et la réalité de terrain (Dauvergne & al., 2003).

Pour compléter les explications ou argumentaires à partir de ce type de modèles, d'autres dimensions doivent être prises en compte. La dimension biologique, par exemple, qui peut-être confrontée à la dimension hydraulique.

IV.2. Dimension biologique

L'étude de cette dimension n'aurait pu se faire sans le soutien de Janine Gibert¹⁰⁰ et son équipe, notamment Florian Malard et Thibaut Datry, sans Jacques Mathieu¹⁰⁰ (identification des cyclopoïdes), Michel Lafont¹⁰¹ (identification des oligochètes), Diana Galassi¹⁰² (identification des harpacticoïdes et du genre *Parastenoscaris*), Pierre Marmonier¹⁰³ (identification des ostracodes) et René Ginet¹⁰⁰ (identification du genre *Niphargus*) pour l'identification des animaux. L'étude des macrophytes des gravières quant à elle a été réalisée en collaboration avec Gudrun Bornette¹⁰⁰ et Corinne Massé¹⁰⁰.

Cette partie présente, tant pour les invertébrés souterrains que pour les macrophytes, la méthode employée pour leur échantillonnage et leur étude, et les principaux résultats. Ceux-ci sont ensuite discutés au regard de la littérature scientifique.

IV.2.1. A l'interface nappe phréatique / gravières avec les macrophytes

La notion d'hydrosystème fluvial élaborée par Amoros & Pelt (1993) englobe l'ensemble des écosystèmes épigés et hypogés, aquatiques, semi-aquatiques ou terrestres de la plaine alluviale en relation avec le fleuve. Un hydrosystème est donc un écosystème complexe qui regroupe divers écosystèmes interactifs. Une telle notion met l'accent sur les échanges et les flux entre les différents compartiments qui le composent, et accorde une grande importance à l'espace et au temps. Les flux sont essentiellement véhiculés par l'eau dans 3 dimensions : longitudinale¹⁰⁴, transversale¹⁰⁵ et verticale¹⁰⁶. Bravard (1998) insiste d'ailleurs sur l'importance des échelles spatio-temporelles auxquelles ces flux interviennent. Ces échelles se réfèrent à la fréquence des inondations et à leur impact sur le milieu alluvial. Les crues créent, par l'action de l'eau, des perturbations et occasionnent un stress qui sont des moteurs de modifications et de successions végétales. Entre les différents compartiments d'un hydrosystème, il existe des secteurs que l'on nomme écotones, c'est-à-dire des zones frontières entre deux types très différents d'écosystème, par exemple entre milieu terrestre et milieu aquatique ou entre milieu superficiel et milieu souterrain. Cette frontière se caractérise par d'actives interactions entre ces deux types de milieu. Les écotones sont généralement très productifs et présentent une biodiversité plus importante (Amoros & Pelt, 1993). Néanmoins, les écotones souterrains/superficiels présentent une biodiversité intermédiaire car la densité du vivant est habituellement plus élevée dans les eaux superficielles que dans les eaux souterraines. De tels écotones sont plutôt des éléments stabilisateurs du paysage (Gibert, 1991b). L'étude de la végétation des hydrosystèmes fluviaux est souvent l'objet d'approches phytoécologiques (Cornier, 2002 ; Wisskirchen & al., 1998 ; Castella & Amoros, 1986) qui travaillent sur les communautés végétales. Une fois ces communautés identifiées, elles peuvent être caractérisées en fonction des conditions abiotiques et des gradients écologiques liés, par exemple, à la durée/fréquence de submersion, à la profondeur de la nappe phréatique,

¹⁰⁰ Université Claude Bernard Lyon 1, UMR CNRS 5023, Ecologie des Hydrosystèmes Fluviaux, Bâtiment Forel, 43 Boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne cedex, France.

¹⁰¹ UR Hydrobiologie, CEMAGREF, 3bis, Quai Chauveau, CP. 220, 69336 Lyon, France.

¹⁰² Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di L'Aquila, Via Vetoio, Coppito, I-67100 L'Aquila, Italy.

¹⁰³ Université de Rennes 1, UMR CNRS 6553, Ecobio, Campus de Beaulieu, Bâtiment 14A, 263, Avenue du Général Leclerc, CS 74205, 35042 Rennes, France.

¹⁰⁴ Dimension amont-aval (voire aval-amont) par laquelle s'effectue le transit des éléments liquides et solides et des flux énergétiques.

¹⁰⁵ Dimension bidirectionnelle où s'expriment les échanges entre chenal principal et marge de la plaine alluviale, entre différents compartiments de l'hydrosystème et entre structures géomorphologiques.

¹⁰⁶ Dimension liée à la topographie et à l'hydrologie, aux fluctuations de la nappe phréatique, aux remontées d'eau capillaires...

aux processus morphologiques et sédimentaires, et aux phénomènes de colonisation et de compétition biotiques. Il est aussi possible de mettre en évidence les actions anthropiques qui influent sur ces communautés. Selon Haury (1994), les macrophytes regroupent les grandes plantes aquatiques visibles à l'œil nu incluant les algues filamenteuses, les bryophytes, les ptéridophytes et les spermaphytes. Ces plantes vivent dans les masses d'eau (cours d'eau, plan d'eau) dont elles colonisent aussi bien la zone en eau que la zone supra-aquatique¹⁰⁷. Ainsi, elles forment des mosaïques dans la masse d'eau, à proximité ou sur les berges. La structure des communautés macrophytiques peut indiquer les particularités morpho-physiques, hydrodynamiques des stations où elles vivent, ainsi que la qualité de l'eau. Selon Amoros & al. (2000), de telles communautés peuvent révéler l'origine de l'alimentation préférentielle en eau (eau souterraine ou eau superficielle), le niveau trophique des masses d'eau (oligotrophe, mésotrophe ou eutrophe), l'effet des perturbations dues aux crues (fréquence d'inondation, durée de submersion) et les processus de terrestrialisation.

Sur le secteur de l'Ecozone du Forez, les macrophytes qui nous intéressent vivent à la frontière entre milieu terrestre et aquatique, en aval de la frontière entre milieu superficiel et souterrain. Il s'agit de l'interface nappe phréatique/gravière.

Si les plantes patrimoniales, c'est-à-dire celles bénéficiant de mesures de protection, font généralement l'objet de recensement, il n'en va pas de même pour les plantes plus communes. Celles-ci sont la plupart du temps sous-inventoriées comme les plantes des milieux terrestres, voire oubliées comme les plantes des milieux aquatiques et notamment les macrophytes des gravières. De plus, qu'il s'agisse de plantes patrimoniales ou de plantes communes, les inventaires dont elles font l'objet s'apparentent le plus souvent à de la *balade botanique* et non à un échantillonnage systématique. Ne disposant pas de données fiables sur les macrophytes des gravières sur le site de l'Ecozone du Forez, il convient donc de les étudier avec un protocole d'échantillonnage adapté.

La collecte de ces données stationnelles devait permettre de discriminer l'influence des caractéristiques propres au milieu de l'influence des échanges nappe/bassin sur les macrophytes. Malheureusement, le traitement des données de terrain n'a pas pu faire l'objet d'analyses statistiques compte-tenu du trop faible nombre d'espèces contactées. Il n'a donc pas été possible de mettre en évidence des *tâches de végétation* des communautés macrophytiques significativement différentes sur les berges amont et sur les berges aval des bassins.

IV.2.2. Au cœur de la nappe phréatique avec les invertébrés souterrains

L'écologie souterraine est une discipline récente et peu connue de l'écologie qui s'intéresse aussi bien aux organismes vivants dans les milieux karstiques (massifs calcaires), hyporhéiques (sous-écoulements souterrains des rivières et fleuves) et phréatiques (nappes souterraines des milieux poreux). Si les milieux karstiques et hyporhéiques sont relativement bien étudiés, ce n'est pas le cas pour les milieux phréatiques pour lesquels les recherches sont plus rares. Ce n'est que récemment que les écologues qui travaillent sur le monde phréatique se sont intéressés aux relations entre assemblages d'invertébrés souterrains et gradients environnementaux dans les eaux souterraines.

Les principaux facteurs qui conditionnent potentiellement la biodiversité des eaux souterraines à différentes échelles spatio-temporelles ont été décrits par Gibert & al. (1994). Ces auteurs distinguent de manière conceptuelle quatre niveaux structurels étroitement imbriqués. Il est évident que les frontières de ces quatre niveaux structurels sont arbitraires et que les processus qui s'y déroulent peuvent les franchir.

¹⁰⁷ Zone submergée pendant au moins 40% de l'année.

Le niveau le plus global, appelé *meegascale*, travaille sur des unités allant du continent à des entités plus régionales comme les bassins hydrogéographiques (ex : bassin Loire-Bretagne) tels qu'ils sont définis par les Lois sur l'eau Françaises (Loi sur l'eau 1964 & Loi sur l'eau 1992). A cette échelle, ce sont les événements géologiques générés par la tectonique des plaques, les changements climatiques (glaciation quaternaire) et les variations du niveau des mers qui ont influencé la colonisation des eaux souterraines par le vivant.

Le deuxième niveau, plus local, appelé *macroscale*, travaille sur des unités plus réduites délimitées par des critères naturels comme les hydroécotémoins (ex : Plaine du Forez) telles qu'elles ont été définies par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE eau, 2000). A cette échelle, l'écotémoins est constituée d'une mosaïque d'aquifères. Ce sont des processus hydrogéologiques et géomorphologiques qui déterminent les propriétés des aquifères (couverture du sol, taille des pores, perméabilité) et donc leur habitabilité.

Le troisième niveau, appelé *mesoscale*, travaille à l'échelle de l'aquifère (ex : Rive gauche de l'Ecozone du Forez), tel que l'on peut le définir en modélisation mathématique à l'aide de conditions limites précises. A cette échelle, un aquifère est une entité spatiale distincte et délimitée, par exemple en fonction du degré de connectivité avec la surface. Ce sont des perturbations dynamiques conditionnées par les attributs hydrogéologiques de l'aquifère, telles la perméabilité, la recharge de l'aquifère, l'épaisseur de la zone non-saturée qui influencent les flux de matières et d'énergie, et qui contrôlent la biodiversité (Datry & al., in press). Si nombre de ces perturbations n'ont pas d'effet à long terme, les impacts humains, quant à eux peuvent, être très importants (Gibert & al., 1994). En effet, les activités humaines comme le pompage d'eau phréatique, l'extraction de granulat, la pollution, sont une source probable d'hétérogénéité biotique à l'échelle de l'aquifère car elles peuvent générer une mosaïque de *patches* faunistiques (Mösslacher & Notenboom, 1999). Ainsi, modifications anthropiques et processus naturels concourent potentiellement à l'établissement de patrons de biodiversité complexes.

Le dernier niveau, appelé *microscale*, travaille à l'échelle de l'habitat (ex : lentilles de sédiments fins). A cette échelle, ce sont des contraintes locales comme les vitesses d'écoulements de l'eau, la taille des grains et des pores, les ressources disponibles qui génèrent par exemple des assemblages de courte durée de vie et permettent la colonisation par des animaux épiogés.

Au final, les principaux facteurs d'organisation des écosystèmes souterrains sont les suivants : géologiques, climatiques, hydrologiques, hydrogéologiques, géomorphologiques, hydrodynamiques et facteurs biotiques. La structuration des peuplements de l'aquifère est le reflet des conditions d'expression de ces facteurs et par exemple de la disponibilité en ressources énergétiques (nutriments, matière organique), de la teneur en oxygène dissous et de la nature des sédiments (Dumas, 2000). On peut souligner ici l'importance potentielle de la compétition inter-spécifique, notamment pour la nourriture. Si la stabilité environnementale des milieux aquatiques souterrains est relativement plus forte qu'en surface, les perturbations (remaniement des alluvions, variations des niveaux piézométriques, modifications physico-chimiques des eaux) jouent un rôle majeur sur la structuration du milieu et donc des peuplements (Gibert & al., 1994).

Les variations de la composition des assemblages faunistiques dans les aquifères karstiques ont été étudiées à de nombreuses reprises (Rouch & al., 1993 ; Gibert, 1986 ; Culver & al., 1994 ; Poulson, 1992). Ce n'est que récemment que les écologues ont commencé à explorer les relations entre composition des assemblages d'invertébrés et gradients environnementaux dans les nappes des sédiments non-consolidés (Danielopol, 1989 ; Mauclair & Gibert, 2001 ; Dumas & al., 2001).

Dans ce contexte, l'objectif de notre travail consiste à étudier les relations entre la composition des assemblages d'invertébrés souterrains et les gradients hydrogéologiques et physico-chimiques d'un aquifère de sédiments non-consolidés et dont la chimie de l'eau est fortement altérée par l'extraction de granulats, le remblaiement et les activités agricoles. Nous espérons comprendre si la distribution des patrons faunistiques est contrôlée principalement par les paramètres hydrogéologiques de l'aquifère (perméabilité, épaisseur mouillée) ou par les variations de la qualité des eaux souterraines induites par l'extraction de granulats et le remblaiement avec des matériaux de démolition (plâtres, béton, asphalte).

La finalité de cette étude consiste à confronter les résultats biologiques aux modélisations mathématiques. Ainsi, appliquée à une zone de gravière, le diagnostic écologique basé sur les communautés (assemblages) d'invertébrés souterrains devrait nous permettre :

1. D'estimer la biodiversité souterraine du secteur de la Plaine du Forez ;
2. De préciser les conditions physico-chimiques et hydrogéologiques des secteurs soumis à l'influence des gravières ;
3. De préciser les conditions physico-chimiques et hydrogéologiques des secteurs remblayés.

Les informations physico-chimiques et biologiques apportées par l'étude de la nappe sur la dynamique d'écoulement physique devraient permettre de confirmer, de valider et de compléter les résultats des simulations mathématiques.

IV.2.2.1 Matériels et méthodes : des variables hydrogéologiques, physico-chimiques et faunistiques

L'élaboration du protocole d'échantillonnage a été réalisée en collaboration avec le laboratoire Hydrobiologie et écologie souterraines (Université Lyon 1) d'après le manuel d'échantillonnage (Malard & al., 2002) rédigé dans le cadre du projet Européen Pascalis (Protocols for Assessment and Conservation of Aquatic Life In the Subsurface) dont l'un des objectifs vise à évaluer la biodiversité des eaux souterraines en Europe.

Contrairement au protocole macrophytes, l'échantillonnage des invertébrés souterrains n'est possible que lorsque qu'un accès à la nappe phréatique existe préalablement (piézomètre, puits, forage), ou lorsque le niveau de l'aquifère ne se trouve pas à plus de 2 mètres sous la surface du sol. Dans le premier cas, l'échantillonnage est effectué à l'aide d'une pompe Bou-Rouch munie d'un tuyau flexible. Cette technique permet de prélever les organismes dans les puits et d'obtenir théoriquement une bonne estimation de la biodiversité. Dans le second cas, l'échantillonnage est effectué à l'aide d'une pompe Bou-Rouch munie d'une sonde métallique (Bou, 1974, d'après Malard & al., 2002) (Annexe IV.6.). Cette technique permet de prélever les organismes *in situ*, c'est-à-dire à l'intérieur même du sédiment. Il existe par ailleurs d'autres méthodes de prélèvement plus ou moins sophistiquées qui permettent selon le cas des prélèvements à plus grandes profondeurs : filet phréatobiologique Cvetkov, *pompe air-lift*, pompe à piston pneumatique (Malard & al., 2002). La méthode d'échantillonnage sélectionnée dans le cadre de notre recherche (pompe Bou-Rouch) constitue un bon rapport coût/efficacité (Dumas & Fontanini, 2001).

C'est sur la base de la typologie présentée au chapitre III. (§III.2.2.1.), des couvertures SIG (carte piézométrique, carte des gradients hydriques, carte de perméabilité, carte de l'hydrosystème) et des premiers résultats fournis par le modèle mathématique que 29 points d'accès à la nappe ont été sélectionnés : 13 piézomètres, 3 forages et 13 puits représentatifs de la zone (Tableau 7. et Carte 11).

Puits	Lieu dit	Commune	Géologie	Résistivité ohm.m	Nature	Usage	Diamètre cm	Profondeur m	Coordonnées		
									X	Y	Z
P1	Randan	Chambéon	FZ1	350	Piézomètre	Suivi	6	6,17	743 539	2 078 154	335,84
P6	Randan	Chambéon	FZ1	200	Piézomètre	Suivi	6	5,84	744 027	2 078 426	335,79
P7	Randan	Chambéon	FZ1	250	Piézomètre	Suivi	6	5,93	743 926	2 078 628	335,79
P8	Randan	Chambéon	FZ1	350	Piézomètre	Suivi	6	6,39	743 603	2 078 537	335,54
P9	Randan	Chambéon	FZ1	175	Piézomètre	Suivi	6	4,91	744 040	2 077 949	336,87
P10	Randan	Chambéon	FZ1	250	Piézomètre	Suivi	6	7,00	743 865	2 077 881	336,05
P5	Randan	Chambéon	FZ1	175	Piézomètre	Suivi	6	5,72	744 316	2 078 598	335,92
P2	Randan	Chambéon	FZ1	350	Piézomètre	Suivi	6	6,28	743 653	2 079 220	334,65
P3	Randan	Chambéon	FZ1	175	Piézomètre	Suivi	6	5,13	744 181	2 079 142	334,60
P4	Randan	Chambéon	FZ1	175	Piézomètre	Suivi	6	6,48	744 484	2 079 028	335,18
E1	Ecopôle (entrée)	Chambéon	FZ2	150	Piézomètre	Suivi	6	8,94	744 998	2 077 787	336,40
Pe	Randan	Chambéon	FZ1	300	Puits béton	Abreuvement	100	5,00	743 687	2 078 170	335,25
35	Les Chalinats	Magneux haute Rive	FZ1	200	Puits béton	Sans usage	80	2,60	743 798	2 077 158	337,20
F2	Les Chalinats	Magneux haute Rive	FZ1	250	Forage	Abreuvement	40	6,90	743 909	2 077 491	337,10
C	Les Chalinats	Magneux haute Rive	FZ1	125	Forage	Abreuvement	20	3,41	744 269	2 077 336	336,40
B2	Turagneux	Chambéon	FZ1	50	Puits béton	Irrigation	100	8,20	744 837	2 077 619	337,20
47	Les Vorzes	Magneux haute Rive	FZ1	200	Puits pierre	Sans usage	100	3,81	744 460	2 075 991	337,60
F1	Les Vorzes	Magneux haute Rive	FZ1	350	Forage	Sans usage	40	6,36	743 536	2 076 116	339,20
14	Le Port	Chambéon	FZ1	100	Puits pierre	Domestique	100	5,11	744 894	2 078 325	336,30
57	Villeneuve	Chambéon	FZ1	250	Puits pierre	Domestique	100	5,19	745 291	2 079 112	336,00
T1	Villeneuve	Chambéon	FZ1	125	Puits béton	Irrigation	100	7,04	744 881	2 078 927	334,40
C2	Garassut	Chambéon	FZ1	125	Puits béton	Irrigation	100	5,90	744 692	2 078 830	335,00
12	Les Ouches	Chambéon	FZ1	50	Puits béton	Domestique	100	4,42	744 723	2 079 469	333,70
27	La Grande Motte	Feurs	FZ1	150	Puits béton	Domestique	90	4,30	744 770	2 080 760	333,40
29	La Grande Motte	Feurs	FZ1	250	Puits béton	Abreuvement	110	6,80	745 072	2 081 204	332,40
E2	Ecopôle (mouton)	Chambéon	FZ2	200	Piézomètre	Suivi	6	5,32	745 089	2 078 567	335,30
E3	Ecopôle (brochet)	Chambéon	FZ2	250	Piézomètre	Suivi	6	7,33	745 382	2 078 476	333,60
7	La Grande Motte	Feurs	FZ1	175	Puits béton	Abreuvement	140	6,15	744 719	2 081 348	331,80
59b	Les Reynauds	Chambéon	FZ1	250	Puits béton	Irrigation	120	5,95	744 181	2 080 111	334,70

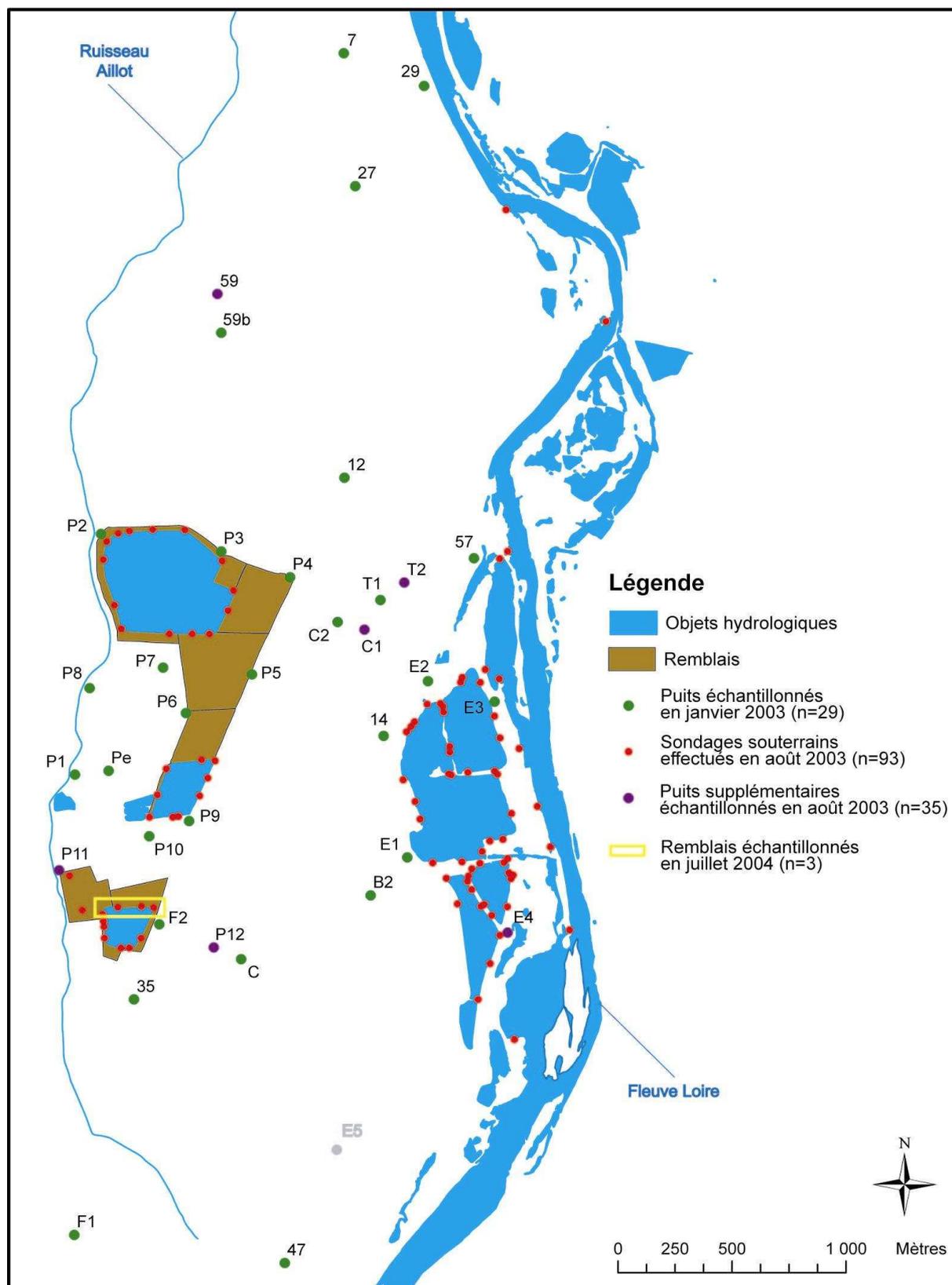
Tableau 7. Caractéristiques techniques et nature des 29 puits échantillonnés en janvier 2003
[Coordonnées : Lambert II étendu]

- *Etude de la physico-chimie de l'eau phréatique*

L'étude physico-chimique de l'eau phréatique s'est déroulée en 3 temps et chronologiquement : 1) en janvier 2003 dans 29 puits ; 2) en août 2003 dans 35 puits et une centaine de sondages ; et 3) en juillet 2004 dans 3 sondages (Carte 11.) :

1. La qualité de l'eau souterraine a été analysée dans 29 puits en janvier 2003. L'eau a été extraite des puits à l'aide d'une pompe Bou-Rouch dont le débit est d'environ 10 litres par minutes (Bou & Rouch, 1967). Les 50 premiers litres d'eau souterraine pompés ont servi à l'échantillonnage des invertébrés souterrains. Ensuite, un échantillon d'eau de 1 litre a été prélevé dans une bouteille en polypropylène pour une analyse de la silice (SiO₂) et des ions majeurs : bicarbonates (HCO₃⁻), calcium (Ca²⁺), magnésium (Mg²⁺), chlorures (Cl⁻), sulfates (SO₄²⁻), phosphates (PO₄³⁻), nitrates (NO₃⁻), ammonium (NH₄⁺). Un autre échantillon de 250ml, prélevé dans une bouteille en verre dépoli brûlé, a été utilisé pour analyser le carbone organique dissous (COD). Les échantillons ont été stockés à 4°C et filtrés au laboratoire sur une membrane de 0,45µm dans un délai de 4 heures. Certaines analyses ont été réalisées selon une méthode standard (Clesceri & al., 1998) par nos soins, d'autres sous-traitées par un laboratoire agréé¹⁰⁸. Pour terminer, la température, la teneur en oxygène dissous (WTW OXI 330), la conductivité (WTW LF 330) et le pH (WTW pH 330) ont été mesurés directement sur le terrain.

¹⁰⁸ Les analyses des sulfates, chlorures, ammonium, silice et carbone organique dissous ont été réalisées par le laboratoire Santé Environnement Hygiène de Lyon ; celles du calcium, du magnésium, des nitrates et des phosphates par nos soins.



Carte 11. Localisation des puits et des sondages échantillonnés

2. Nous avons effectué un deuxième échantillonnage d'eau phréatique en août 2003 dans 35 puits (dont les 29 précédemment échantillonnés) à l'aide d'une pompe Bou-Rouch et dans 93 sondages réalisés à 1 mètre de profondeur et à 1 mètre des berges des gravières à l'aide

d'une sonde métallique et d'une pompe péristaltique. Nous avons mesuré sur le terrain la température, la teneur en oxygène dissous, la conductivité et le pH dans les échantillons d'eau.

3. Pour finir, nous avons effectué un troisième échantillonnage en juillet 2004 pour analyser la qualité de l'eau souterraine dans un secteur remblayé près de la gravière Chalinat. Nous avons prélevé 3 échantillons d'eau (à l'aide d'une sonde métallique et d'une pompe péristaltique) dans lesquels nous avons mesuré la température, la teneur en oxygène dissous, la conductivité et le pH sur le terrain, et réalisé une analyse chimique complète effectuée par un laboratoire agréé¹⁰⁹.

- *Echantillonnage des invertébrés souterrains*

Les données biologiques ont été échantillonnées en janvier 2003 dans les mêmes 29 puits. L'échantillonnage a été réalisé à l'aide d'une pompe Bou-Rouch avec laquelle nous avons prélevé 50 litres d'eau et de sédiments. Les échantillons ont été filtrés à l'aide d'un filet (maille 100µm) sur le terrain. Puis, du formaldéhyde à 4% a été ajouté pour permettre la conservation des animaux.

De retour au laboratoire, les échantillons ont été élutriés de manière à réduire la quantité de sédiment, et conservés dans de l'éthanol à 70% afin de limiter la détérioration des animaux. Le tri des animaux, préalablement colorés à l'éosine (en rose), a été effectué sous une loupe binoculaire (grossissement 20). Après le tri de tous les spécimens, les groupes les plus abondants tels les amphipodes, les copépodes (cyclopoïdes, harpacticoïdes), les ostracodes et les oligochètes ont été identifiés au genre voire à l'espèce quand cela était possible. Les animaux ainsi identifiés ont été classés en deux groupes en fonction de leur degré d'adaptation aux eaux souterraines. On distingue des organismes hypogés qui accomplissent obligatoirement tout leur cycle de vie dans les eaux souterraines : ce sont des invertébrés stygobies (Gibert & al., 1994). Par contre des organismes épigés n'ont pas d'affinité particulière avec l'environnement souterrain, mais ils peuvent s'y retrouver accidentellement ou utiliser les eaux souterraines pour effectuer une partie de leur cycle de vie seulement : ce sont respectivement des organismes stygoxènes et stygophiles (Gibert & al., 1994).

Il est important de noter ici que les données concernant la faune souterraine, notamment celles ayant fait l'objet d'un échantillonnage systématique, sont très rares sur le bassin Loire-Bretagne. Pour la Plaine du Forez, il s'agissait du premier échantillonnage d'invertébrés souterrains.

- *Analyse des données*

Les données recueillies ont été analysées à l'aide du logiciel ADE-4¹¹⁰ (Thioulouse & al., 1997) et plus particulièrement à l'aide d'une analyse OMI (Outlying Mean Index) (Dolédéc & al., 2000) afin d'examiner les réponses des espèces face aux variables hydrogéologiques et physico-chimiques de l'aquifère.

Ce type d'analyse suppose de construire deux tableaux : un tableau de données environnementales et un tableau de données biologiques. Le premier comprend 4 paramètres hydrogéologiques de l'aquifère : hauteur mouillée, épaisseur non-saturée, vitesse d'écoulement et perméabilité ; et 8 variables physico-chimiques : température, oxygène dissous, COD, SiO₂, PO₄³⁻, NO₃⁻, NH₄⁺ et la somme des ions Ca²⁺, Mg²⁺, HCO₃⁻, SO₄²⁻ et Cl⁻ exprimée en meq/l comme indice de minéralisation de l'eau (MIN). Le second contient les

¹⁰⁹ Ces analyses ont été entièrement réalisées par le laboratoire Santé Environnement Hygiène de Lyon.

¹¹⁰ Disponible sur l'Internet à l'adresse suivante : <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/>

données biologiques où les espèces ont été codées en présence ou absence. Deux puits ont été exclus de l'analyse (C et 35, Carte 11.) à cause de leur trop faible profondeur (Tableau 7.).

Fondée sur une méthode d'ordination de ces deux tableaux, l'analyse OMI calcule la marginalité des espèces. Cette marginalité mesure la distance entre les conditions d'habitat moyen d'une espèce et les conditions d'habitat moyen dans l'eau souterraine. Ainsi, l'analyse OMI positionne chaque espèce le long d'un gradient environnemental élaboré par maximisation de leur marginalité moyenne. La signification statistique de la marginalité moyenne et pour chaque espèce est testée avec un test de permutation.

IV.2.2.2. Résultats : un aquifère très altéré mais biologiquement riche

- *Variables environnementales : variables hydrogéologiques*

Les variables hydrogéologiques sont issues de relevés de terrain et de simulations des écoulements souterrains réalisées à l'aide du modèle mathématique. Elles permettent de cerner les principaux attributs hydrogéologiques de l'aquifère. Les résultats des simulations ont été présentés précédemment (IV.1.2.).

Puits	Valeurs calculées par MODFLOW					Valeurs mesurées	
	Perméabilité m/s x 10 ⁻³	Epaisseur non-saturée m	Vitesse m/s x 10 ⁻⁵	Hauteur mouillée m	Niveau piézométrique altitudes NGF en m	Epaisseur non-saturée m	Niveau piézométrique altitudes NGF en m
P1	3,5	1,39	10,36	5,41	334,89	1,44	334,40
P6	2,0	1,30	2,36	2,32	334,32	2,11	333,68
P7	2,0	0,82	1,53	3,00	334,00	2,32	333,47
P8	3,5	1,13	6,72	4,03	334,03	1,63	333,91
P9	2,0	1,72	3,23	2,93	334,93	1,76	335,11
P10	2,0	1,27	2,70	3,17	335,17	1,46	334,59
P5	1,8	2,03	1,44	2,34	333,37	2,86	333,06
P2	0,6	1,68	0,99	4,02	333,02	2,01	332,64
P3	3,5	1,77	3,36	2,80	332,80	2,34	332,26
P4	1,8	2,26	0,67	2,44	332,29	2,62	332,56
E1	1,8	3,05	3,83	2,10	333,10	3,14	333,26
Pe	2,0	1,02	2,43	4,81	334,81	0,65	334,60
35	1,8	1,33	1,85	4,03	336,03	0,90	336,30
F2	1,8	1,58	1,47	4,40	335,65	1,52	335,58
C	1,0	2,37	1,31	3,30	335,30	0,68	335,72
B2	0,6	2,88	1,06	2,98	333,98	2,85	334,35
47	2,0	3,94	2,93	1,80	334,80	2,96	334,64
F1	3,5*	-	5,19**	5,37***	-	0,99	338,21
14	1,0	3,17	1,48	1,98	332,98	3,47	332,83
57	4,5	4,07	6,62	2,12	331,12	4,22	331,78
T1	1,0	2,17	2,12	2,73	331,93	2,06	332,34
C2	1,0	2,09	1,90	2,37	332,37	2,24	332,76
12	0,6	3,04	1,56	3,49	331,49	3,14	330,56
27	1,0	2,89	1,82	3,84	329,93	2,85	330,55
29	4,5	4,27	5,67	4,25	329,25	4,84	327,56
E2	1,8	2,62	3,72	1,42	332,35	3,11	332,19
E3	0,1	1,36	1,55	1,35	332,30	1,83	331,77
7	1,8	3,17	1,70	3,45	329,45	3,64	328,16
59b	2,0	2,27	1,97	3,16	331,52	2,17	332,53
Moyenne	1,9	2,24	2,88	3,15	333,11	2,34	333,15
Ecart type	1,1	0,95	2,17	1,09	1,84	1,02	2,23
Minimum	0,1	0,82	0,67	1,35	329,25	0,65	327,56
Maximum	4,5	4,27	10,36	5,41	336,03	4,84	338,21

Tableau 8. Variables hydrogéologiques des 29 puits échantillonnés en janvier 2003

[Le puits F1 étant en dehors des limites du modèle, nous ne disposons pas de valeurs calculées. La valeur de perméabilité* est obtenue sur la base des champs de résistivité, mais n'est pas calibrée. La vitesse** est calculée selon l'équation de la droite de régression entre vitesse et perméabilité. La hauteur mouillée*** quant à elle est calculée à partir de la profondeur mesurée du puits et du niveau piézométrique mesuré]

Pour mémoire, rappelons que l'épaisseur mouillée de l'aquifère diminue depuis l'Alliot vers la Loire (passant d'environ 6 mètres à moins de 1 mètre), contrairement à l'épaisseur de la zone non-saturée qui augmente de l'Alliot vers la Loire (passant de 1 mètre à plus de 6 mètres). Les valeurs de perméabilité, quant à elles, diminuent depuis l'Alliot jusqu'au milieu

du secteur, puis augmentent à nouveau vers la Loire. Les valeurs des vitesses d'écoulement évoluent sensiblement de la même façon.

Les valeurs observées dans les 29 puits échantillonnés résument bien cette situation (Tableau 8.). Nous nous trouvons dans un aquifère superficiel (l'épaisseur non-saturée moyenne est de $2,24 \pm 0,95\text{m}$; $n=29$) de faible épaisseur (l'épaisseur mouillée moyenne est de $3,15 \pm 1,09\text{m}$; $n=29$). Les perméabilités correspondent à celles d'un aquifère de sédiments non-consolidés (moyenne : $1,9 \cdot 10^{-3} \pm 1,1 \cdot 10^{-3}\text{m/s}$; $n=29$) caractérisé par une forte hétérogénéité ($0,1 \cdot 10^{-3}$ à $4,5 \cdot 10^{-3}\text{m/s}$). Une telle hétérogénéité est issue tant de phénomènes naturels (dépôt des alluvions) que de phénomènes anthropiques (extraction de granulats, remblaiement). Les vitesses d'écoulement (moyenne : $2,88 \cdot 10^{-5} \pm 2,17 \cdot 10^{-5}\text{m/s}$) sont corrélées avec les perméabilités ($r=0,77$, $n=28$, $p<0,05$). Notons que pour l'analyse de données nous avons utilisé les valeurs mesurées de l'épaisseur non-saturée, et non celles calculées, ces dernières ne reflétant pas exactement les valeurs de terrain.

Puits	Température °C	pH	O2 mg/l	O2% %	Conductivité µS/cm à 20 °C	HCO3 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	NO3 mg/l	PO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	NH4 mg/l	SiO2 mg/l	COD mg/l
P1	11,3	6,99	3,0	28,0	421	180,0	17,3	17,9	26,6	0,12	36	11	0,05<	32,0	1,8
P6	10,7	6,85	0,9	9,0	790	436,2	27,7	31,3	1,8	0,90	71	34	0,05<	33,3	2,8
P7	11,8	6,92	3,4	33,0	926	390,4	66,0	67,0	5,3	1,23	76	35	0,05<	39,5	2,4
P8	10,8	6,96	1,3	12,0	382	143,4	24,1	24,9	22,2	0,77	28	9	0,05<	39,8	3,5
P9	7,3	6,88	1,3	11,0	566	198,3	30,1	55,0	10,6	5,70	59	21	0,05<	25,7	11,0
P10	11,3	6,91	2,0	20,0	874	457,5	53,0	32,0	4,9	1,22	79	52	0,05<	39,9	3,2
P5	10,1	6,95	2,3	21,0	506	268,4	21,1	18,6	0,4	0,94	51	23	0,05<	36,8	2,1
P2	11,3	6,42	2,5	24,0	468	100,7	26,9	40,1	64,2	0,63	40	13	0,05<	45,1	1,9
P3	11,4	7,12	0,7	8,0	1014	500,2	28,5	73,0	0,4	0,62	96	41	0,08	23,0	2,8
P4	10,4	6,82	1,1	11,0	448	219,6	25,7	20,9	0,4	0,65	48	17	0,05<	24,8	2,4
E1	9,9	7,85	2,2	23,0	483	277,6	10,8	10,8	0,9	0,06	22	5	0,26	18,5	2,2
Pe	10,6	7,50	2,4	23,0	446	134,2	36,1	33,0	18,2	0,66	41	11	0,05<	35,3	5,1
35	7,0	6,91	1,2	11,0	310	176,9	10,3	3,6	4,0	1,21	40	14	0,36	28,5	16,0
F2	11,3	6,86	1,7	7,0	640	213,5	35,4	55,0	39,9	0,62	61	23	0,05<	40,9	2,3
C	9,7	7,25	0,9	9,0	215	109,8	4,2	11,3	3,5	0,38	21	9	1,57	21,0	6,8
B2	11,4	7,02	4,8	46,0	957	292,8	66,0	85,0	73,1	0,27	100	40	0,05<	29,3	1,7
47	10,6	7,10	3,6	34,0	574	247,1	20,6	12,9	55,4	3,35	50	16	0,05<	37,0	2,9
F1	11,4	6,75	2,2	21,0	586	140,3	31,8	62,0	48,7	1,58	54	17	0,05<	48,1	1,7
14	12,3	6,94	4,6	46,0	899	268,4	50,0	59,0	124,0	0,63	90	37	0,05<	29,0	1,8
57	12,6	6,70	1,5	15,0	505	192,2	25,1	28,9	35,4	0,17	45	15	0,05<	19,6	2,4
T1	11,8	7,00	3,7	36,0	790	271,5	36,7	56,0	70,9	0,46	76	32	0,05<	29,7	1,5
C2	7,0	7,66	2,7	24,0	290	152,5	4,0	15,3	3,1	0,65	38	9	0,05	18,5	11,0
12	11,9	7,13	2,6	27,0	885	341,6	60,0	55,0	48,7	4,05	75	31	0,05<	34,0	3,0
27	10,6	6,83	2,1	20,0	1315	347,7	218,0	79,0	59,8	0,22	91	53	0,05<	30,1	8,3
29	12,2	6,87	2,0	20,0	936	305,0	70,0	80,0	46,5	0,05	88	40	0,05<	29,4	2,3
E2	12,7	7,07	6,4	64,0	965	369,1	47,5	60,0	93,0	0,37	104	39	0,12	30,6	1,8
E3	10,3	7,56	6,8	65,0	841	225,7	225,0	16,0	6,2	0,23	87	20	0,07	13,4	3,4
7	12,5	7,00	1,3	13,0	980	320,3	52,0	71,0	93,0	0,03	103	38	0,15	24,1	1,4
59b	10,7	6,61	2,8	26,3	671	189,1	39,2	56,0	66,9	0,70	64	25	0,04	37,7	1,2
Moyenne	10,8	7,01	2,6	24,4	679	257,6	47,0	42,4	35,5	1,0	63	25	0,09	30,8	3,8
Ecart type	1,5	0,31	1,5	15,3	268	105,8	51,6	24,6	34,5	1,3	25	14	0,30	8,5	3,5
Minimum	7,0	6,42	0,7	7,0	215	100,7	4,0	3,6	0,4	0,0	21	5	0,00	13,4	1,2
Maximum	12,7	7,85	6,8	65,0	1315	500,2	225,0	85,0	124,0	5,7	104	53	1,57	48,1	16,0

Tableau 9. Variables physico-chimiques des 29 puits échantillonnés en janvier 2003

• Variables environnementales : variables physico-chimiques

Janvier 2003

Cette période (20, 21 et 22 janvier 2003) est caractérisée par des températures extérieures se réchauffant, par une fonte de la couverture neigeuse tombée précédemment sur la Plaine du

Forez et par le plus haut niveau de l'aquifère enregistré depuis 3 années de suivi. Le fleuve Loire présente un débit de $85\text{m}^3/\text{s}$. Les analyses d'eau effectuées pour cette période (Tableau 9.) montrent que l'eau souterraine du secteur d'étude présente un pH neutre à légèrement acide, est faiblement oxygénée et fortement minéralisée.

La teneur moyenne en oxygène dissous dans les puits est de $2,6\pm 1,5\text{mg/l}$ ($n=29$). L'eau de la plupart des puits présente des valeurs inférieures à 3mg/l sauf pour les puits P1, P7, B2, 47, 14, T1, E2 et E3 où l'on observe des valeurs supérieures.

La température moyenne de l'eau des puits est de $10,8\pm 1,5^\circ\text{C}$ ($n=29$). La plupart des puits montrent des valeurs supérieures à 10°C , sauf les puits P9, E1, 35, C et C2 où l'on observe des valeurs inférieures. Ces faibles températures peuvent être dues au ruissellement ou à l'infiltration d'eau superficielle provoquée par la fonte des neiges directement dans les puits.

La conductivité moyenne de l'eau des puits est de $679\pm 268\mu\text{S/cm}$ à 20°C ($n=29$). La conductivité dans les puits semble augmenter en suivant le sens de l'écoulement général de l'aquifère (Carte 12.). On observe ici que les sens d'écoulement calculés par le modèle (sens global d'écoulement sud-nord) semblent plus logiques que ceux interprétés selon les isopièzes (sens global d'écoulement sud-ouest nord-est), au regard de la répartition spatiale des valeurs de conductivité. En effet, on constate de fortes valeurs de conductivité dans la zone centrale du secteur (puits B2, 14, E2, T1 et 12) et au nord du secteur (puits 27, 29 et 7). L'écoulement paraît donc dévié dans la zone centrale à cause de la faible perméabilité des sédiments en bords de Loire près des gravières de l'Ecopôle. Ceci a pour effet de concentrer les éléments minéraux dans les puits de ce couloir central, fortes concentrations que l'on retrouve dans les puits situés au nord suivant le sens d'écoulement calculé.

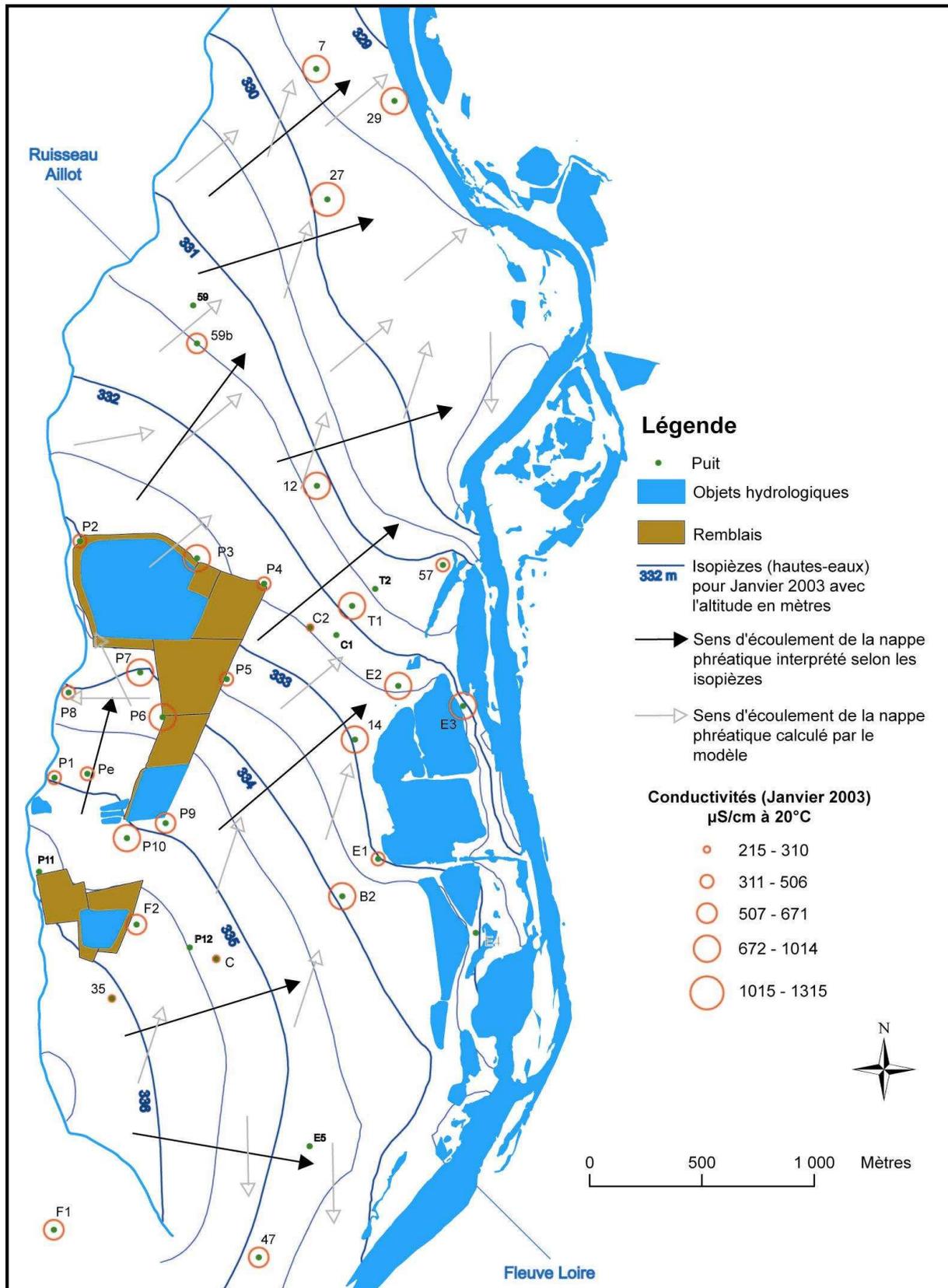
Si l'on regarde la distribution des valeurs de ce paramètre sur le territoire, on peut distinguer 3 groupes de puits distincts :

- un premier groupe constitué par des puits situés pour la plupart en amont du secteur, par rapport à l'écoulement de la nappe phréatique avec des valeurs de conductivité comprises entre 382 et $671\mu\text{S/cm}$ qui peuvent correspondre à la gamme de *conductivité naturelle* de la nappe phréatique ;

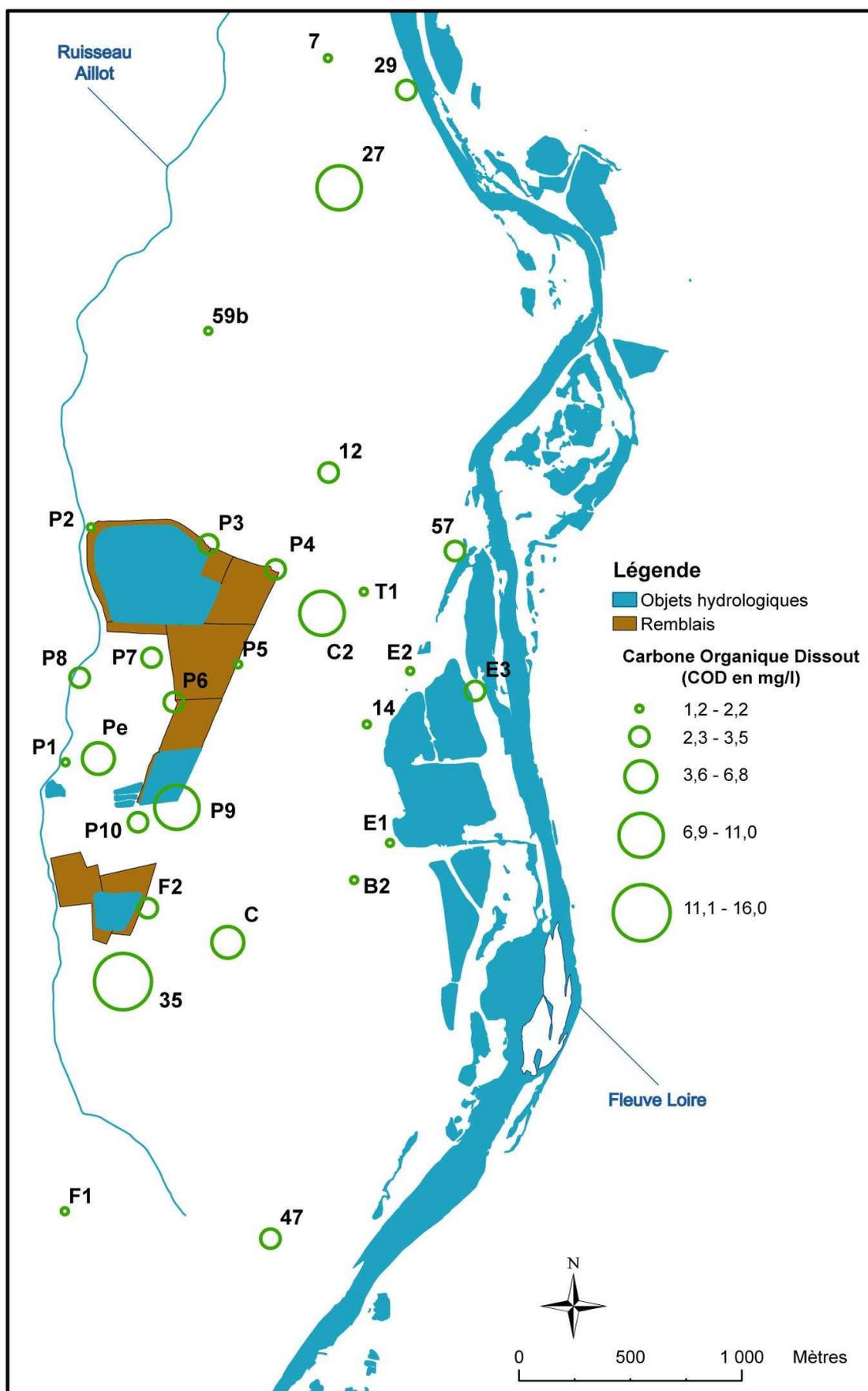
- un deuxième groupe constitué par des puits situés en aval du secteur, avec des valeurs de conductivité comprises entre 790 et $1315\mu\text{S/cm}$ qui peuvent correspondre à une source de contamination ;

- un troisième groupe constitué par des puits (C2, 35 et C) présentant de faibles valeurs de conductivité, comprises entre 215 et $310\mu\text{S/cm}$, qui peuvent correspondre à un mélange des eaux souterraines avec des eaux superficielles issues de la fonte des neiges.

Dans le deuxième groupe les valeurs de conductivité sont supérieures à la valeur seuil, jugée satisfaisante ($700\mu\text{S/cm}$) pour les milieux aquatiques superficiels (Le Pimpec, 2002).



Carte 12. Conductivité de l'aquifère dans les 29 puits échantillonnés en janvier 2003



Carte 13. Teneurs en COD de l'aquifère dans les 29 puits échantillonnés en janvier 2003.

Les teneurs en ammonium sont inférieures à 0,05mg/l dans la plupart des puits (moyenne : 0,09±0,3mg/l, n=29) ou légèrement supérieures (P3, C2). Pour les puits E3, E1, 35, E2, et 7, les concentrations de cet ion sont comprises entre 0,1 et 0,36mg/l, pour atteindre 1,57mg/l dans le puits C. Si l'on se réfère aux valeurs guides impératives fournies par Le Pimpec (2002)¹¹¹, les concentrations de cet ion sont jugées satisfaisantes dans les milieux aquatiques superficiels quand elles sont inférieures à 0,3mg/l. Elles ne doivent toutefois pas dépasser 0,1mg/l pour les cours d'eau salmonicoles et 0,5mg/l pour l'eau potable.

Les teneurs en phosphates dans les puits sont globalement élevées et supérieures à 0,2mg/l sauf pour les puits P1, E1, 57, 29 et 7, où elles sont inférieures (moyenne : 1±1,3mg/l, n=29). En effet, selon Le Pimpec (2002), les concentrations de cet ion ne doivent pas dépasser 0,3mg/l pour satisfaire à la vie dans les milieux aquatiques, 0,2mg/l pour les cours d'eau salmonicoles et 0,1mg/l pour l'eau potable.

La concentration en sulfates dans l'eau phréatique montre des valeurs hétérogènes selon les puits. D'un côté, les puits E1, 35, C et C2 présentent de faibles concentrations (respectivement 10,8 ; 10,3 ; 4,2 et 4mg/l), de l'autre les puits 27 et E3 montrent de très fortes concentrations (respectivement 218 et 225 mg/l). Pour les autres, les concentrations sont comprises entre 17,3 et 70mg/l. La concentration en sulfate doit être inférieure à 100mg/l pour satisfaire à la vie dans les milieux aquatiques et à 250mg/l pour l'eau potable (Le Pimpec, 2002).

La concentration en chlorures dans l'eau phréatique est élevée, avec une teneur moyenne de 42,4±24,6mg/l (n=29). Dans la moitié des puits, les concentrations sont supérieures à 50mg/l, valeur seuil pour satisfaire la vie aquatique (Le Pimpec, 2002).

La teneur en nitrates est élevée dans l'eau phréatique avec une teneur moyenne de 35,5±34,5mg/l (n=29). La majorité des puits, 16 au total, montre des valeurs supérieures à 20mg/l, valeur seuil satisfaisant la vie aquatique (Le Pimpec, 2002), et 9 d'entre eux des valeurs supérieures à 50mg/l, valeur seuil pour l'eau potable. Si l'on considère les valeurs guides fournies par les Agences de l'eau (2000), seule l'eau de 5 puits (P6, P5, P3, P4 et E1) présente une très bonne potentialité biologique avec des teneurs inférieures à 2mg/l, et 6 puits (P7, P10, 35, C, C2 et E3) présentent une bonne potentialité biologique pour ce paramètre avec des teneurs inférieures à 10mg/l. Ces fortes concentrations sont très probablement dues à l'activité agricole intensive pratiquée sur le secteur.

On observe des teneurs en carbone organique dissous (COD) élevées avec une concentration moyenne de 3,8±3,5mg/l (n=29). Les fortes concentrations enregistrées ne sont pas anormales car nous nous trouvons dans un aquifère proche de la surface du sol. Toutefois, 6 puits se distinguent avec des concentrations particulièrement élevées : Pe, C et 27 avec des concentrations respectives de 5,1 ; 6,8 et 8,3mg/l ; et P9, 35 et C2 avec des concentrations respectives de 11 ; 16 et 11mg/l. De plus, il semble que les concentrations en COD diminuent depuis l'Alliot vers la Loire (Carte 13.).

Les teneurs en magnésium de l'eau du secteur sont élevées (moyenne : 25±14mg/l, n=29). Seule l'eau de 4 puits (P8, E1, C, C2) présente des concentrations inférieures à 10mg/l, valeur seuil satisfaisant la vie aquatique. Les teneurs en calcium, quant à elles, sont hétérogènes

¹¹¹ Les valeurs guides fournies pour les Agences de l'Eau dans le SEQ-eau souterraines ne sont pas encore utilisables.

(comprises en 21 et 104mg/l) et ne dépassent pas la valeur seuil fixée à 150mg/l (moyenne : 63 ± 25 mg/l, $n=29$). Pour terminer, les concentrations en silices sont élevées avec une moyenne de $30,8 \pm 8,5$ mg/l pour l'ensemble des 29 puits. Comme pour le COD, la proximité du sol peut expliquer ces fortes teneurs.

On observe de fortes corrélations entre certaines des variables physico-chimiques (Tableau 10.). Premièrement, on constate qu'il existe une forte corrélation négative entre la température et la concentration en COD ($r_{Temp./COD} = -0,85$, $n=29$, $p < 0,05$). Deuxièmement, on observe de fortes corrélations positives entre la conductivité et les concentrations en sulfates ($r_{Cond./SO4} = 0,64$, $n=29$, $p < 0,05$), en chlorures ($r_{Cond./Cl} = 0,79$, $n=29$, $p < 0,05$), en calcium ($r_{Cond./Ca} = 0,92$, $n=29$, $p < 0,05$) et en magnésium ($r_{Cond./Mg} = 0,92$, $n=29$, $p < 0,05$). Troisièmement, il apparaît que les ions précédemment cités sont aussi fortement corrélés entre eux ($r_{Ca/Cl} = 0,77$, $n=29$, $p < 0,05$; $r_{Mg/Cl} = 0,74$, $n=29$, $p < 0,05$; $r_{Ca/Mg} = 0,89$, $n=29$, $p < 0,05$). Pour les ions sulfates, les corrélations sont fortes avec les ions précédemment cités si on exclut les puits E3 et 27, présentant des concentrations en sulfates supérieures à 200mg/l quelque peu hors norme ($r_{SO4/Cond.} = 0,84$, $n=27$, $p < 0,05$; $r_{SO4/Ca} = 0,80$, $n=27$, $p < 0,05$; $r_{SO4/Mg} = 0,79$; $r_{SO4/Cl} = 0,82$, $n=27$, $p < 0,05$).

	Temp	pH	O2	cond	HCO3	SO4	Cl	NO3	PO4	Ca	Mg	NH4	SiO2	COD
Temp.	1													
pH	-0,32	1												
O2	0,26	0,24	1											
Cond.	0,55	-0,16	0,32	1										
HCO3	0,37	0,00	0,05	0,77	1									
SO4	0,16	0,06	0,45	0,64	0,24	1								
Cl	0,52	-0,37	0,12	0,79	0,44	0,32	1							
NO3	0,57	-0,33	0,44	0,46	0,01	0,15	0,57	1						
PO4	-0,34	-0,09	-0,12	-0,07	0,00	-0,14	0,00	-0,11	1					
Ca	0,50	-0,17	0,42	0,92	0,70	0,53	0,77	0,51	-0,07	1				
Mg	0,46	-0,29	0,17	0,92	0,80	0,47	0,74	0,38	-0,07	0,89	1			
NH4	-0,23	0,22	-0,23	-0,37	-0,26	-0,19	-0,31	-0,21	-0,12	-0,35	-0,28	1		
SiO2	0,27	-0,58	-0,09	0,02	-0,05	-0,19	0,22	0,20	0,19	-0,05	0,10	-0,30	1	
COD	-0,85	0,19	-0,28	-0,32	-0,25	-0,01	-0,31	-0,38	0,31	-0,29	-0,21	0,27	-0,28	1

Tableau 10. Corrélations entre variables physico-chimiques

Les paramètres hydrogéologiques et les analyses physico-chimiques permettent de cerner les principales caractéristiques physiques et chimiques de l'aquifère. Nous pouvons d'ores et déjà faire ressortir les points suivant :

1. Les variables hydrogéologiques indiquent que l'aquifère est peu profond, peu épais et très hétérogène au regard des champs de perméabilité et de vitesse. C'est un aquifère vulnérable aux pollutions d'origines humaines.

2. Les teneurs en carbone organique dissous (COD) sont élevées, ce qui est normal dans un contexte d'aquifère superficiel. Comme le montre l'analyse des corrélations, les concentrations en COD sont d'autant plus importantes que les températures de l'aquifère sont faibles. Ces plus faibles températures indiquent une plus forte infiltration d'eau superficielle (plus froide dans un contexte de fonte des neiges) et donc un apport plus important de COD dans la nappe phréatique en provenance du sol. Les concentrations en COD diminuent depuis le ruisseau Alliot vers le fleuve Loire.

3. Les fortes teneurs en COD permettent une forte activité bactérienne consommatrice d'oxygène dissous par le biais de la respiration. Quand l'oxygène vient à manquer, les bactéries utilisent les nitrates pour la respiration, leur réduction produisant de l'ammonium. De plus, dans des eaux phréatiques pauvres en oxygène, il y a mise en solution des phosphates. Ces processus peuvent expliquer les fortes teneurs en ammonium et en phosphates observées dans certains puits.

4. L'aquifère est pollué par les activités agricoles intensives comme le montrent les fortes concentrations en nitrates.

5. Les concentrations en sulfates, chlorures, calcium et magnésium sont fortement corrélées entre elles et à la conductivité de l'eau. D'une manière générale, les conductivités augmentent depuis le ruisseau Alliot vers la Loire en suivant le sens d'écoulement de la nappe phréatique et mettent en avant la pertinence des sens d'écoulement calculés par le modèle. A ce stade, nous supposons que cette augmentation concomitante d'ions différents et que les variations spatiales de la qualité de l'eau souterraine sont conditionnées par les matériaux de démolitions enterrés pour combler les gravières. En effet, l'enfouissement de plâtres par exemple provoque une augmentation de la conductivité, des concentrations en sulfates et en calcium lorsqu'ils sont dissous dans les eaux souterraines (Agences de l'eau, 1996 ; DRIRE Franche-Comté, 2004). D'autres types de matériaux enfouis pourraient expliquer l'augmentation des chlorures et du magnésium.

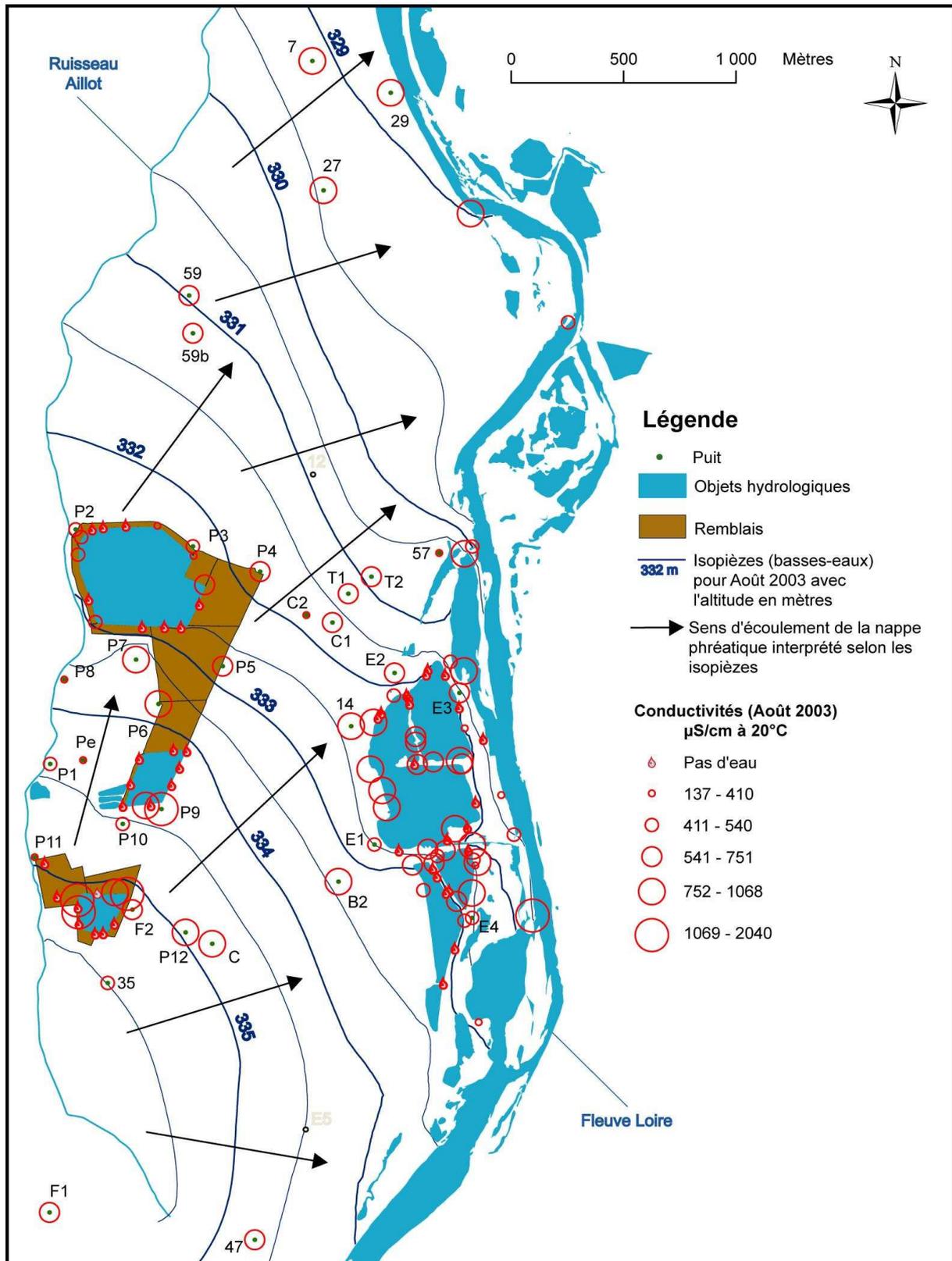
Globalement, au vue des points précédents, l'eau de cette nappe phréatique est impropre à la consommation humaine.

Août 2003

Cette période (28, 29, 30, 31 juillet et 1 août) est caractérisée par de fortes températures estivales sur fond de canicule. Malgré les violents orages ayant éclaté 15 jours auparavant sur le secteur, on observe lors de l'échantillonnage le plus faible niveau de l'aquifère observé en 3 années de suivi. Le débit du fleuve Loire est à son niveau d'étiage et de l'ordre de $7\text{m}^3/\text{s}$. L'objectif est ici d'obtenir une meilleure couverture de la conductivité en échantillonnant les 35 puits situés sur le secteur et en effectuant des sondages (93 au total) à 1m de profondeur et à environ 1m du bord des bassins ou des cours d'eau. De plus, la conductivité de l'eau des bassins et des cours d'eau a été mesurée à titre comparatif. La carte 14. expose les résultats pour la conductivité de cette campagne d'échantillonnage, les résultats complets sont présentés en annexes IV.7., IV.8. et IV.9.

Comme en janvier, la conductivité dans les puits augmente depuis l'Alliot vers la Loire. Les puits C2 et P9 se distinguent, l'un par une valeur très basse de la conductivité ($137\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C) et l'autre par une valeur très forte ($1198\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C). La conductivité moyenne des puits ($648\pm 222\mu\text{S}/\text{cm}$; $n=35$) est proche de celle de janvier ($679\pm 268\mu\text{S}/\text{cm}$; $n=29$).

Pour les bassins, on observe de fortes concentrations moyennes en oxygène dissous (de $8,3\pm 2,4\text{mg}/\text{l}$ à $16,2\pm 0,5\text{mg}/\text{l}$) et de fortes valeurs moyennes de pH (de $8,5\pm 0,3$ à $9,9\pm 0,1$). Ceci est dû, bien entendu, à la forte activité photosynthétique ayant lieu en cette période de canicule dans les bassins. La conductivité moyenne des gravières est comprise entre 241 ± 7 et $507\pm 1\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C , respectivement pour les bassins Morillon et Chalinat. Une forte activité photosynthétique provoque une diminution de la conductivité de l'eau : d'une part les organismes consomment des nutriments, et d'autre part un fort pH fait précipiter les éléments chimiques. Pour les autres bassins, on observe des valeurs moyennes situées à environ $400\mu\text{S}/\text{cm}$. A l'entrée du système, dans l'Alliot, on observe une valeur moyenne de $307\pm 70\mu\text{S}/\text{cm}$, et en sortie dans la Loire, de $351\pm 18\mu\text{S}/\text{cm}$.



Carte 14. Conductivité de l'aquifère en Août 2003

Les conductivités des sondages sont plus hétérogènes. Sur les 93 sondages pratiqués, seuls 47 contenaient suffisamment d'eau pour effectuer des mesures. On observe ainsi des secteurs particulièrement colmatés : entre Bihoreau et Balbuzard, entre Morillon et la Loire, la berge

nord de Morillon, la berge est de Balbuzard, les berges de la Bâche à eau, la berge sud du Grand plan d'eau et les berges ouest et sud de Chalinat.

Dans les autres sondages, la conductivité reflète globalement celle des puits environnants. On observe toutefois de fortes valeurs ponctuelles pour certains sondages réalisés aux bords de Morillon et de la Loire avec des valeurs supérieures à 1000 μ S/cm. On sait que ce secteur a fait l'objet de remblaiements sauvages. La prospection en bordure de fleuve nous a donné l'occasion de découvrir (au même niveau que le puits 27) un écoulement de la nappe phréatique au-dessus du niveau du fleuve (798 μ S/cm). La surprise vient de la prospection réalisée sur les berges de Chalinat, et notamment la berge ouest, et l'angle de la berge nord avec la berge est. On observe ici des valeurs de conductivité dépassant 2000 μ S/cm à 20°C. Ce secteur est fraîchement remblayé. Des mesures de conductivité réalisées dans les flaques au pied des gravats en attente d'être enfouis indiquent des valeurs comprises entre 1530 et 2360 μ S/cm.

Cette nouvelle campagne d'échantillonnage fait ressortir les points suivants :

1. Les variations spatiales de la qualité de l'eau souterraine sont conditionnées par la dissolution des matériaux de démolition enterrés pour combler les gravières. Le centre de contamination, faisant augmenter la conductivité, semble être situé dans les remblais récents, autour de la gravière Chalinat, où l'on observe de fortes valeurs de la conductivité du bassin et surtout de l'aquifère. La contamination semble suivre le flux général de l'aquifère.

2. Les remblais semblent très hétérogènes au niveau de leur perméabilité, tantôt complètement colmatés au point qu'il est impossible de pomper la moindre goutte d'eau, tantôt très perméables.

3. Les remblais semblent très hétérogènes au niveau de leur composition au regard des variations de conductivité.

Mai 2004 (26 mai)

L'objectif de cette dernière campagne est d'obtenir une analyse complète de l'eau phréatique circulant dans les remblais. Nous avons sondé à 15 reprises (à 1m de profondeur et à 2m du bord du bassin) sur toute la longueur de la berge nord de la gravière Chalinat (environ 200m), secteur soupçonné d'être le centre de contamination de l'aquifère et responsable de l'augmentation des valeurs de conductivité. Sur ces 15 sondages, nous n'avons pu pomper de l'eau que 4 fois, et seulement par 3 fois en quantité suffisante pour une analyse physico-chimique (Tableau 11.).

Sondages	Temp. °C	pH	O2 mg/l	O2 %	Conductivité. μ S/cm à 20°C	TAC °F	HCO3 mg/l	N mg/l	NH4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 mg/l	NO2 mg/l	PO4 mg/l	SiO2 mg/l	COD mg/l
1	15,8	7,45	6,11	64,3	1728	29,35	358	1,0	0,49	313	33,0	58,0	10,4	54	637	0,1	0,02	0,03	20,7	9,3
2	14,7	7,62	1,67	16,4	1155	30,45	371	2,9	2,00	129	16,3	94	15,3	66	202	0,1	0,02	0,96	20,0	15
3	16,5	7,53	1,86	19,7	780	30,25	369	1,0	0,16	90	15,4	53,0	9,6	45,9	45,9	0,1	0,02	0,23	31,2	8,0

Tableau 11. Physico-chimie de l'aquifère dans les remblais

Les analyses montrent que cette eau est riche en carbone organique dissous (moyenne : 10,8 \pm 3,7mg/l), qu'elle présente des conductivités fortes (moyenne : 1221 \pm 477 μ S/cm), des concentrations en sulfates (moyenne : 295 \pm 306mg/l) et en ammonium (moyenne : 0,88 \pm 0,98m/l) importantes. On observe aussi de très faibles teneurs en nitrates (NO₃<0,1mg/l) au regard des concentrations relevées dans les puits environnants (moyenne : 35,5 \pm 34,5mg/l). Ces résultats indiquent que la physico-chimie de cette eau est conditionnée par un processus anoxique de dénitrification, comme le montrent les très faibles concentrations en nitrates.

Ainsi, les teneurs en oxygène dissous (moyenne : $3,2m \pm 2,5mg/l$) mesurées ne reflètent pas la réalité et se révèlent trop élevées. Ceci est dû à la technique d'échantillonnage et à la faible quantité d'eau dans les sondages, notamment le sondage numéro 1. En effet, la pompe péristaltique provoque une oxygénation de l'eau par bullage, oxygénation augmentée quand la quantité d'eau à pomper est insuffisante.

Ces résultats sont sans équivoque. Premièrement, ils montrent clairement la forte influence des remblais sur la minéralisation de l'aquifère au regard des fortes conductivités (maximum : $1728\mu S/cm$) et des fortes concentrations enregistrées, notamment pour les sulfates (maximum : $637mg/l$) et le calcium (maximum : $313mg/l$). De plus, sur ces trois points la corrélation sulfate-conductivité est forte ($r_{S04/Cond.}=0,99$, $n=3$, $p<0,05$).

Deuxièmement, ils montrent l'influence potentielle des remblais sur les concentrations en nutriments dans les eaux souterraines, au regard des fortes concentrations enregistrées notamment pour les phosphates (maximum : $0,96mg/l$) et le carbone organique dissous (maximum : $15mg/l$).

Troisièmement, ces résultats confirment l'hétérogénéité potentielle de la composition des remblais. Par exemple, la conductivité varie d'un facteur 2,2 entre le sondage 3 et le sondage 1. Les concentrations en sulfates varient d'un facteur 14, celles du calcium d'un facteur 3,5. Quant à celles des phosphates, elles varient d'un facteur 32. Reste à savoir si nous n'avons pas pompé de l'eau des gravières, compte-tenu de leur proximité.

Quatrièmement, ces résultats confirment l'hétérogénéité quant à la perméabilité des remblais. Dans leur ensemble, les remblais semblent très imperméables. En ce sens, ils forment une barrière presque impénétrable au niveau de l'aquifère. Par ailleurs, il existe au contraire des secteurs très perméables et très localisés, formant des zones d'écoulement préférentielles. Rappelons que sur la berge nord de cette gravière, seuls 3 sondages parmi 15 ont permis de pomper de l'eau : ces 3 sondages s'étalent sur une quinzaine de mètres à l'extrémité est de la berge.

- *Variables biologiques*

Après 3 journées passées à pomper et à filtrer les 1445 litres d'eau et le sédiment des 29 puits formant notre échantillon, le plus dur était encore à faire : le tri consistant à séparer les animaux du sédiment qui les contient. Au total, 50 journées auront été nécessaires pour trier tous les invertébrés, soit au total 21303 individus. Nous avons donc en moyenne 735 ± 1452 animaux par puits, soit 14,7 individus par litre d'eau.

Le tri n'est pas une opération difficile, mais c'est un travail long, minutieux et fastidieux. Cette tâche a été compliquée, pour nos échantillons, par la présence de paillettes de mica fortement réfléchissantes, rendant les heures passées sous la loupe d'autant plus fatigantes pour les yeux, et par la présence (dans 11 échantillons) d'animaux morts (squelettes de micro-mammifères, d'oiseaux et de reptiles) tombés accidentellement dans les puits, dont les poils ou les plumes avaient la fâcheuse tendance à *emberlificoter* les invertébrés comme dans les mailles d'un filet. Le tri révèle des formes variées aussi bien terrestres qu'aquatiques, dont certaines sont souterraines. Nous avons donc exclu pour l'analyse : les animaux typiquement terrestres (insectes dont lépidoptères et diptères adultes, arachnides, crustacés essentiellement des cloportes, myriapodes et mollusques), les animaux de la faune du sol (collembolles), les animaux des eaux superficielles (larve de diptères dont chironomes, larve de trichoptères), les animaux dont la présence est anecdotique (rotifères), les formes *Nauplius* des crustacés, les groupes qui n'ont pas été déterminés à l'espèce ou au genre (nématodes, mollusques, hydracariens, tardigrades) et dont la présence pourraient parasiter l'analyse des données. Nous avons aussi exclu les individus mâles et les formes copépodites non identifiables ainsi que les individus non-identifiés au genre appartenant à la famille des Cyclopidae (cyclopoïdes).

Puits	Syncarida	Cyclopoida	Harpacticoida	Ostracoda	Cladocera	Amphipoda	Oligochaeta	Aphanoneura	Total
P1	8	246	5	0	0	14	0	0	273
P6	107	100	0	0	0	0	12	0	219
P7	372	18	20	0	0	0	22	0	432
P8	18	10	21	0	0	0	49	2	100
P9	2	320	13	60	0	4	146	0	545
P10	7	11	0	3	0	0	0	0	21
P5	787	2	6882	0	0	0	1	0	7672
P2	5	0	8	0	0	0	0	0	13
P3	0	16	0	159	5	0	5	0	185
P4	164	190	1135	0	0	0	17	0	1506
E1	1	0	1	0	0	0	2	0	4
Pe	0	21	1	71	6	0	262	0	361
35	1	49	0	0	7	0	154	0	211
F2	7	202	2	0	1	0	104	0	316
C	75	55	4	0	26	0	11	0	171
B2	4	0	10	0	0	4	5	0	23
47	0	640	0	1	0	0	30	0	671
F1	0	138	0	133	0	24	6	0	301
14	9	14	0	0	0	6	74	0	103
57	0	5	0	0	0	6	30	0	41
T1	1	0	0	0	0	9	3	0	13
C2	0	36	0	0	0	0	56	80	172
12	1	10	0	0	0	0	33	1	45
27	5	195	0	20	0	0	7	0	227
29	0	77	7	0	0	19	7	0	110
E2	129	0	1	0	17	0	70	0	217
E3	1	0	0	1	2	0	0	0	4
7	0	8	0	7	0	0	2	0	17
59b	0	20	148	0	0	0	1	0	169
Total	1704	2383	8258	455	64	86	1109	83	14142
Abondance %	12,05	16,85	58,39	3,22	0,45	0,61	7,84	0,59	
Occurrence %	68,97	79,31	51,72	31,03	24,14	27,59	86,21	10,34	

Tableau 12. Liste du nombre d'individus par grands groupes échantillonnés dans les 29 puits

Au final, nous avons travaillé sur 5 groupes de crustacés totalisant 12950 animaux (Syncarida, Cyclopoida, Harpacticoida, Ostracoda, Cladocera et Amphipoda) et 2 groupes d'annélides totalisant 1192 animaux (Oligochaeta et Aphanoneura) : soit un total de 14142 individus pour une densité moyenne par puits de 488 ± 1413 individus, soit 9,8 individus par litre d'eau (Tableau 12.). La carte 15. représente la richesse spécifique pour chacun des puits du secteur. On constate que les microcrustacés sont les plus abondants (78,46% des individus), suivis des macrocrustacés (13,11% des individus) et des annélides (8,43% des individus). Les annexes IV.10. et IV.11. présentent respectivement pour chacune des espèces de crustacés et d'annélides leur nombre total, leur abondance et leur occurrence dans les puits.

La liste des invertébrés de ces 5 groupes est caractérisée par une forte densité moyenne et une forte variabilité, ainsi que par un nombre important (52 taxons) de taxons identifiés (Tableau 13.). Cette liste met à jour une grande majorité de taxons épigés pour seulement 15 taxons hypogés (stygoxies) : 4 parmi 14 pour les cyclopoïdes (*Diacyclops zschokkei*, *Graeteriella unisetigera*, *Graeteriella* sp., *Speocyclops* sp.), 3 parmi 7 pour les harpacticoides (*Elaphoidella leruthi leruthi*, *Parastenocaris fontanalis fontanalis* et *Parastenocaris* sp.1), 1 parmi 5 pour les ostracodes (*Schellencandona belgica*), les 2 amphipodes (*Niphargus aquilex*, *Niphargus plateaui*) et 4 parmi 20 pour les oligochètes (*Haber turquini*, *Lumbriculus variegatus*, *Rhyacodrilus subterraneus*, *Spiridion phreaticola*). On note au passage une nouvelle espèce pour la faune de France : *Stygodrilus mirus* (oligochète). Actuellement, l'identification de deux autres groupes est en cours : les cladocères contenant a priori des espèces épigées et les syncarides contenant des espèces hypogées uniquement. Pour les

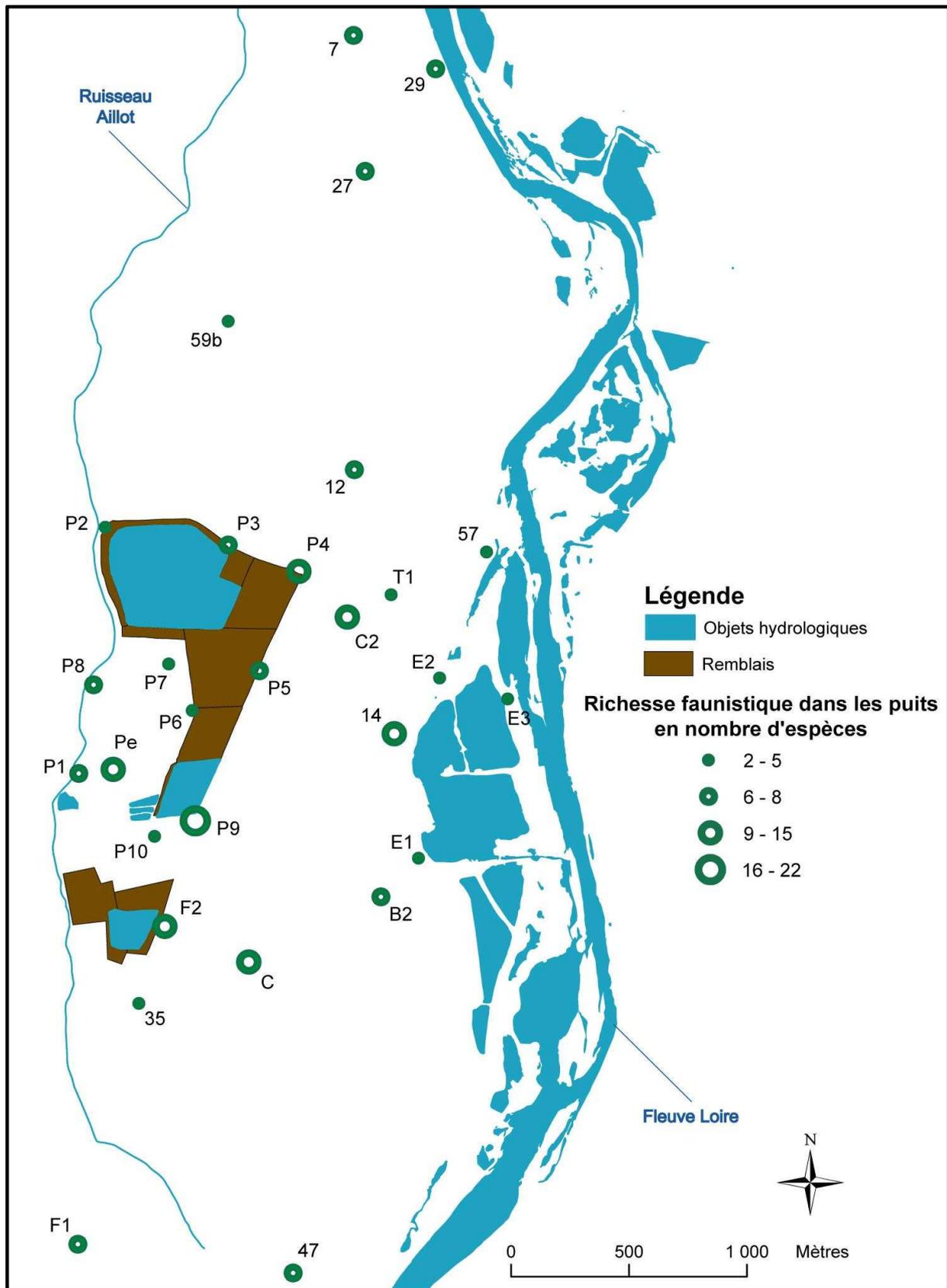
nématodes, mollusques, hydracariens, les tardigrades et les diptères, les animaux n'ont pas été identifiés à l'espèce.

Taxa	Codes	Taxa	Codes
Nematoda		Copepoda Cyclopoida	
Mollusca		<i>Acanthocyclops robustus</i> (Sars, 1863)	Acro
Aphanoneura	Aphan	<i>Acanthocyclops venustus</i> (Norman & Scott, 1906)	
Oligochaeta		<i>Diacyclops bicuspidatus bicuspidatus</i> (Claus, 1857)	
<i>Achaeta</i> sp.	Acoo	<i>Diacyclops bicuspidatus lubbocki</i> (Brady, 1869)	
<i>Cernosvitoviella</i> sp.	Ceoo	<i>Diacyclops bisetosus</i> (Rehberg, 1880)	Dibs
<i>Dero</i> sp.	Deoo	<i>Diacyclops languidus languidus</i> (Sars, 1863)	Dila
Enchytraeidae sp gr.1		<i>Diacyclops zschokkei</i> (Graeter, 1910) *	Dizs
Enchytraeidae sp. gr.5	Enc5	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	Euse
<i>Enchytraeus buchholzi</i> Vejdovský, 1878	Enbu	<i>Graeteriella (Graeteriella) unisetigera</i> (Graeter, 1908) *	Grun
<i>Fridericia galba</i> Hoffmeister, 1843	Frga	<i>Graeteriella</i> sp. *	
<i>Haber</i> sp.2	Hboo	<i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine, 1820)	Maal
<i>Haber turquini</i> Juget & Lafont, 1979 *	Hbtu	<i>Megacyclops gigas</i> (Claus, 1857)	Megi
<i>Haplotaxis gordioides</i> Hartmann, 1821	Hapg	<i>Megacyclops viridis viridis</i> (Jurine, 1820)	Mevi
<i>Lumbriculus variegatus</i> Müller, 1774 *	Luva	<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	Pafi
<i>Marionina argentea</i> Michaelsen, 1889	Maar	<i>Speocyclops</i> sp. *	Speo
<i>Nais communis</i> Pignet, 1906	Naco	Copepoda Harpaticoida	
<i>Pristina jenkiniae</i> (Stephenson, 1932)	Prje	<i>Bryocamptus (Rheocamptus) pygmaeus</i> (Sars, 1863)	Brpy
<i>Rhyacodrilus falciformis</i> Bretscher, 1901	Rhfa	<i>Canthocamptus staphylinus</i> (Jurine, 1820)	
<i>Rhyacodrilus subterraneus</i> Hrabe, 1963 *	Rhsu	<i>Elaphoidella leruthi leruthi</i> Chappuis, 1937 *	Eill
<i>Spiridion phreaticola</i> (Juget, 1987) *	Spph	<i>Epactophanes richardi</i> Mrázek, 1893	Epri
<i>Stylodrilus mirus</i> (Cekanovskaya, 1956)	Stmi	<i>Nitokra hibernica</i> (Brady, 1880)	Nihi
<i>Stylodrilus</i> sp.	Stoo	<i>Parastenocaris fontinalis fontinalis</i> Schnitter & Chappuis, 1914 *	Paff
<i>Tubifex tubifex</i> Müller, 1774	Tbtu	<i>Parastenocaris</i> sp.1 *	Pas1
Tardigrada		Syncharida *	Synca
Cladocera	Clado	Amphipoda	
Ostracoda		<i>Niphargus aquilex</i> Schiödte, 1855 *	Niph
<i>Cyprina ophthalmica</i> Jurine, 1820	Cyop	<i>Niphargus plateaui</i> Chevreux, 1901 *	Niph
<i>Fabaeformiscandona</i> sp. Fasp	Fasp	Hydracarina	
<i>Pseudocandona albicans</i> Brady, 1864	Psal	Diptera	
<i>Schellencandona belgica</i> Klie, 1937 *	Scbe		
<i>Schellencandona</i> sp. Scsp	Scsp		

Tableau 13. Liste des taxons échantillonnés dans les 29 puits de la rive gauche de l'Ecozone du Forez (Paran & al., 2004).

[Les espèces hypogées (stygobies) sont indiquées par un astérisque, les autres sont des espèces épigées (stygophiles ou stygoxènes). Le code indiqué est celui utilisé dans l'analyse OMI. L'exclusion des puits 35 et C conduit à travailler sur 47 taxons.]

Les 5 groupes de crustacés et les 2 groupes d'annélides totalisent donc 52 taxons et 14142 individus. Parmi eux, on observe que 79% des individus (11177) sont hypogés pour seulement 31% des taxons (15). De plus, on constate que des espèces stygobies sont présentes dans tous les puits.



Carte 15. Richesse spécifique dans les puits

• Analyse OMI

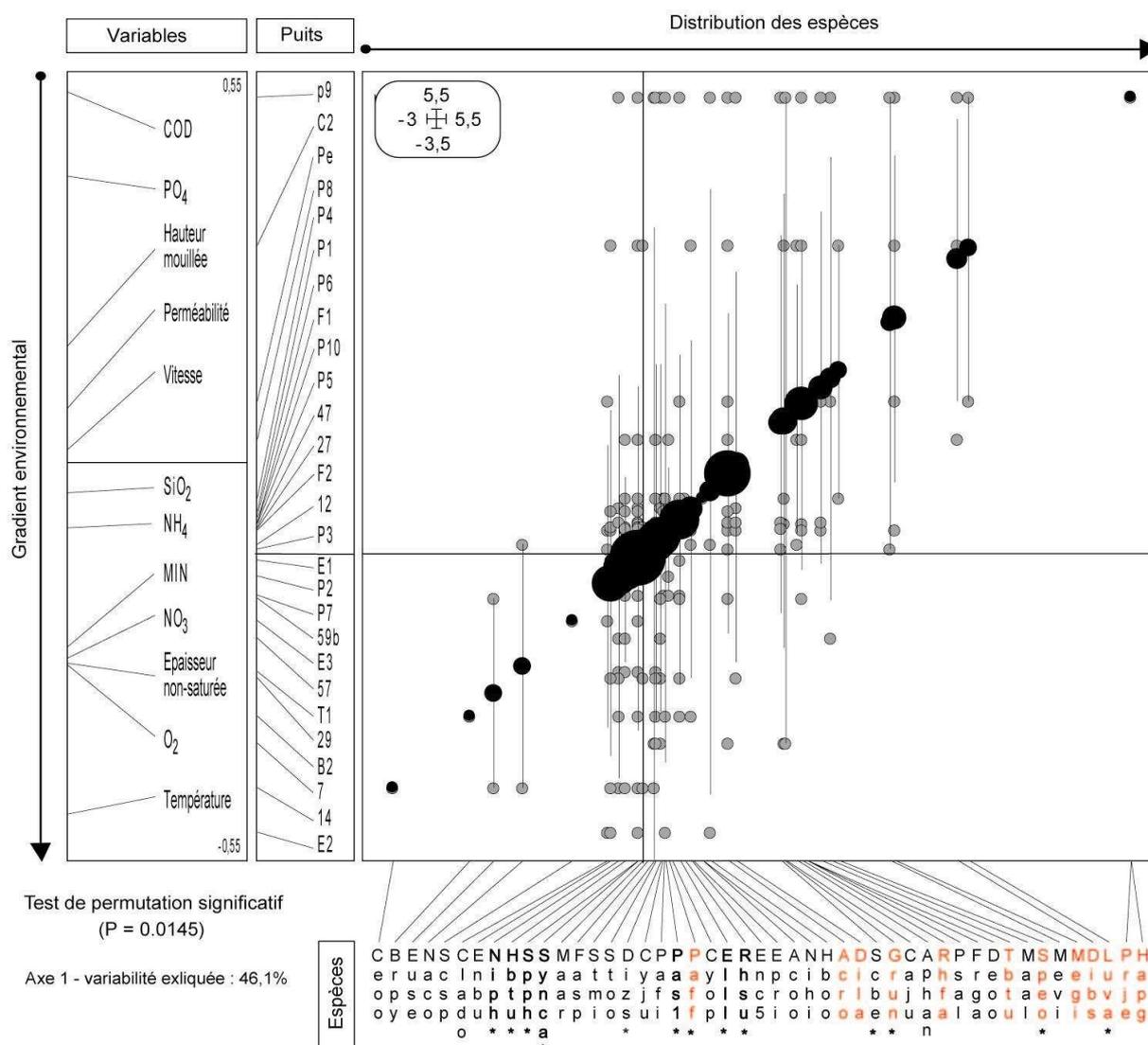


Figure 13. Analyse Outlying mean index (OMI) des assemblages d'invertébrés souterrains : axe 1 [Les résultats graphiques de l'analyse OMI des relations espèces-environnement sont exposés dans les figures 15. et 16. de la façon suivante : 1) dans le panneau de gauche on trouve les variables environnementales rangées selon leur poids canonique, c'est le gradient environnemental (MIN : somme des concentrations des ions calcium, magnésium, carbonate, sulfate et chlorure exprimées en meq/l ; COD : carbone organique dissous) ; 2) dans le panneau du milieu on trouve les puits classés selon les poids des variables environnementales ; 3) dans le panneau de droite la distribution des espèces le long du gradient environnemental en fonction de leur poids moyen dans les puits : les petits cercles gris montrent la distribution des espèces rangées selon les puits dans lesquelles elles apparaissent, les cercles noirs quant à eux résument la distribution des espèces par la moyenne (proportionnelle à la taille du cercle) et l'écart type (proportionnelle à la taille de la barre verticale) ; et 4) dans le panneau du bas, les codes espèces ordonnés selon le poids canonique des taxons : les taxons marqués d'un astérisque indiquent des espèces hypogées et ceux de couleur rouge les espèces significativement marginales par rapport à une distribution uniforme (Prje : *Pristina jenkiniae*, Hapg : *Haplotaxis gordioides*, Dibs : *Diacyclops bisetosus*, Megi : *Megacyclops gigas*, Rhfa : *Rhyacodrilus falciformis*, Acro : *Acanthocyclops robustus*, Tbtu : *Tubifex tubifex*, Grun : *Graeteriella unisetigera*, Luva : *Lumbriculus variegatus*, Dila : *Diacyclops languidus*, Speo : *Speocyclops* sp., Paff : *Parastenocaris fontinalis fontinalis*). Caju et Cyju : Juvéniles de Candoninae et Cyprinidae, Ostracoda]

L'axe 1 de l'analyse OMI explique 46,1% de la variabilité et classe les puits (Figure 13.) selon un gradient (du bas vers le haut) marqué par une augmentation de la teneur en carbone

Le recoupement des deux axes exprime un double gradient environnemental (Figure 15.). Premièrement, l'axe 1 est conditionné par une augmentation des concentrations en COD et une diminution de la température de l'eau (de la gauche vers la droite). Deuxièmement, l'axe 2 est dicté par l'augmentation de la puissance de l'aquifère (hauteur mouillée, perméabilité, vitesse) et la diminution de l'épaisseur non-saturée (du bas vers le haut). Troisièmement, les variables comme la minéralisation (MIN) et les concentrations en oxygène, nitrates, phosphates et silices jouent un rôle secondaire dans l'analyse.

Ainsi, on observe que les puits les plus riches en COD se situent plutôt à proximité de l'Alliot, à l'entrée du système, ou à proximité des remblais (Carte Annexe IV.12.). On constate aussi que les puits caractérisés par la puissance de l'aquifère se situent à l'entrée du système, proches de l'Alliot, ou à la sortie du système, proches du fleuve Loire (Carte Annexe IV.13.).

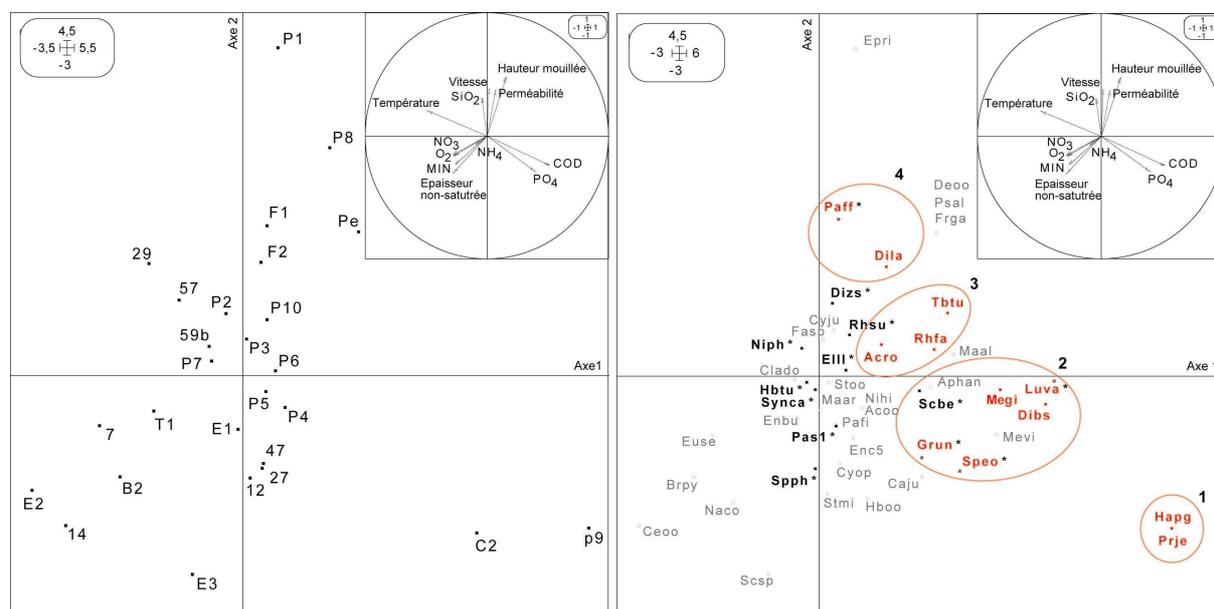


Figure 15. (à gauche) Carte factorielle de la position des puits sur les deux axes de l'analyse OMI

Figure 16. (à droite) Carte factorielle de la position des espèces sur les deux axes de l'analyse OMI

[Les espèces stygobies sont marquées d'une étoile et les espèces marginales sont en rouge. Ces deux figures sont obtenues d'après la méthode de Dodélec & al., 2000]

Il n'existe pas de corrélation significative entre paramètres hydrogéologiques et physico-chimiques ($p > 0,1$, $n = 27$). Néanmoins, on observe une influence significative des variables physico-chimiques et hydrogéologiques sur la distribution des taxons ($P = 0,0145$, test de permutation Monte-Carlo). Il apparaît que 12 des 47 taxons, dont 4 hypogés, montrent une marginalité significative ($p < 0,1$) pour un habitat préférentiel, par rapport à une distribution uniforme. La figure 16. montre la carte factorielle des espèces projetées sur les axes 1 et 2 de l'analyse OMI. Sur l'axe 1, l'ensemble des espèces non-uniformément distribuées se trouve du côté du gradient où les concentrations en COD sont les plus fortes et où les températures sont les plus faibles. Les espèces stygobies, quant à elles, prennent place essentiellement au milieu du gradient. Sur l'axe 2, les espèces marginales se répartissent tout le long d'un gradient dicté par les variables hydrogéologiques. Les espèces stygobies montrent une position plus centrale.

Ainsi, on distingue 4 groupes (Figure 16.) : 1) 2 espèces d'oligochètes (*Haplotaxis gordioides* et *Pristina jenkinsae*) situées préférentiellement dans des secteurs où les

concentrations en COD sont les plus fortes et où la puissance de l'aquifère est la plus faible ; 2) 4 espèces de cyclopoïdes (*Diacyclops bisetosus*, *Megacyclops gigas*, *Speocyclops* sp., *Graeteriella unisetigera*) et 1 espèce d'oligochètes (*Lumbriculus variegatus*) situées dans des secteurs où la concentration en COD est intermédiaire et où la puissance de l'aquifère est faible ; 3) 2 espèces d'oligochètes (*Rhyacodrilus falciformis* et *Tubifex tubifex*) et une espèce de cyclopoïdes (*Acanthocyclops robustus*) situées préférentiellement dans des secteurs où les concentrations en COD sont intermédiaires et où la puissance de l'aquifère est plus forte ; et 4) 1 espèce de cyclopoïdes (*Diacyclops languidus*) et 1 espèce d'harpacticoïdes (*Parastenocaris fontinalis fontinalis*) situées préférentiellement dans des secteurs où les concentrations en COD sont relativement plus faibles et où la puissance de l'aquifère est relativement plus forte.

En somme, le gradient est fait de deux composantes essentielles : la teneur des eaux souterraines en COD et la puissance de l'aquifère. Ainsi, si l'on retrouve les oligochètes dans les 3 premiers groupes (1,2,3), les cyclopoïdes quant à eux se retrouvent dans les 3 derniers (2, 3, 4).

En termes de représentations, la dimension biologique propose des cartes physico-chimiques de la nappe phréatique axées sur les paramètres les plus explicatifs (conductivité : Cartes 12. et 14., COD : Carte 13.), des cartes biologiques (richesse spécifique des puits : Carte 15.), des figures associant paramètres environnementaux et biologiques (distribution des espèces selon l'analyse OMI : Figures 13. et 14. ; cartes factorielles de la position des puits (Figure 15.) et des espèces (Figure 16.) selon l'analyse OMI. Les annexes proposent deux autres types de représentation des résultats : cartes des coordonnées factorielles des puits sur les axes 1 (Annexe IV.12.) et 2 (Annexe IV.13.) et représentations de la fréquence des espèces dans les puits (Annexe IV.14.).

IV.2.2.3. Discussion : des communautés animales conditionnées par les paramètres hydrogéologiques

Cette étude est la première réalisée sur la composition des assemblages d'invertébrés souterrains sur un aquifère du bassin hydrogéographique de la Loire (Ferreira & al., in press). En dépit de sévères altérations physiques et physico-chimiques, cet aquifère recèle une faune souterraine riche comprenant 15 taxons hypogés. D'une manière générale, la densité d'invertébrés souterrains est forte et révèle principalement des crustacés et des espèces épigées. La faune hypogée mondiale, composée de près de 7000 espèces, est elle aussi dominée par les crustacés¹¹² (2870 espèces), notamment les copépodes¹¹³ (997 espèces). Les protozoaires avec 1015 espèces, les arachnides avec 590, les annélides avec 510 et les mollusques avec 456 espèces, forment les groupes les plus diversifiés de la faune souterraine (Gibert & Deharveng, 2002). A un niveau plus local, on observe souvent la dominance des crustacés. A titre comparatif, on observe des densités moyennes plus fortes dans la Plaine du Forez que dans l'aquifère alluvial de l'Ariège (Dumas & Fontanini, 2001) et dans l'aquifère fluvio-glaciaire de Lyon (Datry & al, in press). Dans le premier aquifère, un échantillonnage réalisé par pompage de 2m³ d'eau permet d'observer des densités d'invertébrés moyennes (exprimées en individus par litre d'eau) de 3,2±0,69 pour les microcrustacés¹¹⁴ et de 1,87±0,78 pour les macrocrustacés¹¹⁵ (n=15 puits). Dans le second aquifère, on observe des densités de 44±117 invertébrés pour 50 litres d'eau pompée (n=24 puits). Pour ces deux cas,

¹¹² La faune terrestre est dominée par les insectes (751000 espèces), dont seulement 24 sont hypogées, et montre un total de 39000 espèces de crustacés.

¹¹³ Les cladocères regroupent 5 espèces, les ostracodes 309, les syncarides 154 et les amphipodes 664.

¹¹⁴ Exemples : harpacticoïdes, cyclopoïdes.

¹¹⁵ Exemples : amphipodes, syncarides.

la faune souterraine est dominée par des espèces stygobies. Au contraire, l'aquifère de la rive gauche de l'Ecozone du Forez montre de fortes densités faunistiques et un grand nombre d'espèces d'invertébrés épigés qui traduit un fort apport de nourriture.

Il est montré qu'une faible épaisseur de la zone non-saturée d'un aquifère augmente la quantité de DOC transférable du sol vers les eaux souterraines (Pabich & al., 2001). En effet, l'infiltration d'eaux pluviales véhicule les matières organiques contenues dans le sol vers les niveaux supérieurs de la nappe d'autant plus rapidement que l'épaisseur de la zone non-saturée est faible, sans que celles-ci aient le temps d'être dégradées par les micro-organismes (bactéries). Ainsi, l'infiltration d'eaux pluviales peut enrichir les aquifères superficielles peu profonds en COD, ce qui peut conduire à une désoxygénation de l'eau. De tels apports se font par des chemins d'écoulement préférentiels selon le degré de colmatage. Ce processus augmente la variabilité spatio-temporelle de la physico-chimie de l'eau dans les horizons supérieurs de la nappe phréatique (Datry, 2003). Dans l'aquifère de la plaine du Forez, on observe des concentrations en COD sept fois supérieures à l'aquifère fluvio-glaciaire lyonnais (Datry & al., in press). Il est probable que de forts apports en COD dans une nappe phréatique stimule la production bactérienne, bactéries (biofilms bactériens) qui fournissent une nourriture potentielle à la faune. Il est en effet montré que les écosystèmes souterrains sont hétérotrophes. Ils présentent des chaînes alimentaires courtes, où les communautés animales sont essentiellement détritivores ou microphages et dépendantes des apports extérieurs (Creuzé des Châteliers & al., 1991). Seuls quelques gros organismes sont polyphages, comme le genre *Niphargus*, et potentiellement prédateurs. En conséquence, le COD peut être considéré comme un facteur limitant. Datry (2003) a montré qu'une augmentation des teneurs en COD augmentait la biodiversité souterraine.

Le remblaiement des gravières avec des matériaux de démolition a fortement affecté la nature physique¹¹⁶ de l'aquifère et sa physico-chimie. La dissolution des matériaux enfouis comme le plâtre, le béton ou l'asphalte augmente considérablement les concentrations des ions majeurs de l'eau et plus particulièrement les sulfates, le calcium et les chlorures (Agences de l'eau, 1996 ; DRIRE Franche-Comté, 2004). Une telle augmentation est perceptible à une distance considérable des secteurs remblayés, ce qui signifie que la dissolution des matériaux de démolition affecte de manière globale la physico-chimie de cet aquifère, et donc la qualité de son eau. L'influence des remblais sur la qualité de l'eau dépend d'une part de la perméabilité des matériaux de démolition et d'autre part de la perméabilité de l'aquifère (Peffer, 1982). En effet, si ceux-ci sont très peu perméables, comme c'est le cas sur notre secteur, le flux de l'aquifère a tendance à contourner ces zones de remblais de faibles perméabilités et ainsi à réduire leurs impacts sur la minéralisation de la nappe phréatique. Dans les remblais, les fortes concentrations en COD ainsi que les faibles teneurs en oxygène dissous et en nitrates indiquent que les matériaux de démolition enfouis dans l'aquifère sont le siège de processus de réduction potentiellement source de carbone organique dissous (dégradation de la matière organique) et de dénitrification. Quand elles manquent d'oxygène, les bactéries utilisent les nitrates pour leur respiration et produisent de l'ammonium et de l'azote atmosphérique.

Néanmoins, des études complémentaires seraient nécessaires pour déterminer le potentiel réel de contamination de l'aquifère par dissolution et de mise en circulation des métaux lourds et des composés organiques. En effet, en amont du secteur (près de l'Aillot), on observe de faibles valeurs de conductivité. Ces valeurs reflètent l'état supposé naturel de l'aquifère.

¹¹⁶ L'extraction de granulats, et notamment le remblaiement ont sévèrement affecté la nature physique de l'aquifère dans le sens où les secteurs à fortes perméabilités (zone où l'on trouve la meilleure qualité de granulats) ont été remplacés par des secteurs à faibles perméabilités à cause du remblaiement.

Toutefois, l'effet des gravières remblayées est peut-être masqué par la forte épaisseur mouillée, les fortes vitesses et les fortes perméabilités de l'aquifère permettant une meilleure évacuation des éléments dissous¹¹⁷. Les gravières et les secteurs remblayés constituent une perte sèche d'habitats pour la faune inféodée au milieu souterrain et limitent leur possibilité de dispersion quand les remblais diminuent la perméabilité.

L'analyse des relations espèces-environnement dans cet aquifère gravement altéré suggère que la variation spatiale de la physico-chimie de l'eau souterraine, causée par la dissolution de matériaux de démolition, n'est pas la cause principale contrôlant la distribution des assemblages faunistiques. En revanche, les espèces semblent se répartir le long d'un gradient environnemental défini par les variables hydrogéologiques, et notamment la hauteur mouillée, la perméabilité et l'épaisseur de la zone non-saturée.

Il est reconnu que la puissance et la dynamique d'un aquifère influence la structure des peuplements souterrains interstitiels ou hyporhéiques¹¹⁸. Une étude comparative, menée sur 3 secteurs hyporhéiques (Brégnier-Cordon au contact du Bugey, Miribel-Jonage à l'est de l'agglomération lyonnaise et Donzère-Mondragon au pied du Vivarais), a montré que la diversité faunistique augmentait quand la puissance, la dynamique des aquifères environnants, les relations hydrauliques et/ou hydrodynamique augmentaient, car elles assurent par exemple une meilleure oxygénation de l'eau (Creuzé des Châteliers & Poinart, 1991). Dans le domaine phréatique, Dumas & Lescher-Moutoué (2000) et Dumas & al. (2001) ont montré que la distribution de macrocrustacés de l'aquifère alluvial de l'Ariège est influencée principalement par des paramètres hydrogéologiques telles la transmissivité, plutôt que par les pollutions d'origine agricoles. Ainsi, bon nombre d'études récentes mettent en évidence l'importance des variables hydrogéologiques comme facteur essentiel de compréhension de la distribution des assemblages d'invertébrés souterrains dans des aquifères de sédiments non-consolidés (Mösslacher, 1998 ; Mauclair & Gibert, 2001 ; Datry & al., in press). La perméabilité caractérise le degré d'inter-connectivité entre les pores d'un aquifère. Elle a une influence directe sur la faune car elle circonscrit l'extension spatiale des habitats disponibles. En effet, des pores peu connectés augmentent l'énergie dépensée par les animaux pour explorer leur environnement dans le but de se nourrir et de se reproduire (Gibert & al., 1994). Les variables hydrogéologiques ont aussi une influence indirecte sur la faune et les patrons de biodiversité car elles influencent les flux de nutriments, de matière organique et les flux thermiques depuis la surface. Datry & al. (in press) ont démontré que le principal facteur déterminant la biodiversité dans les eaux souterraines de l'agglomération lyonnaise est l'épaisseur de la zone non-saturée. En effet, celle-ci contrôle les apports de COD de la surface vers le milieu souterrain. Il existe donc un lien entre variables hydrogéologiques et flux de matière organique, lien dont résulte la complexité des patrons de biodiversité dans les eaux souterraines. De plus, des flux importants de matière organique dans l'aquifère superficiel et perméable de la Plaine du Forez, notamment en période de fonte des neiges, facilite la colonisation des invertébrés épigés. Ceux-ci sont en compétition avec les invertébrés stygobies qui sont repoussés vers des secteurs moins riches en matière organique, ces derniers étant probablement moins compétitifs. Ce modèle d'organisation des communautés animales sous-tend une hypothèse de travail pour de futures études dans cet aquifère alluvial.

¹¹⁷ Au contraire, des perméabilités et des vitesses plus faibles augmentent le temps de séjour de l'eau dans les sédiments ou les remblais et augmentent la dissolution des ions.

¹¹⁸ Milieu hyporhéique : sous-écoulement souterrain des rivières et fleuves.

Pour conclure, nos résultats soulignent l'importance d'intégrer des paramètres hydrogéologiques (obtenus grâce à un modèle mathématique) dans le cadre d'études écologiques pour comprendre la distribution des assemblages d'invertébrés dans les eaux souterraines : variables physiques et variables biologiques permettent de disposer de deux types d'*argumentaires spatiaux* de différentes natures, mais complémentaires. Une telle compréhension permet de mieux connaître et de mieux prendre en compte les *acteurs absents* que sont les animaux souterrains. Ceux-ci jouent un rôle majeur à l'échelle des aquifères. Comme le soulignent Creuzé des Châteliers & al. (1991), ces animaux sont à la fois *témoins* du fonctionnement des aquifères, *acteurs* dans le développement des substances organiques et minérales et *victimes* des activités humaines :

– *témoins* car ils sont intégrateurs des conditions mésologiques et bioindicateurs pour certains d'entre eux de l'origine des eaux souterraines, du régime hydrologique, de la stabilité physique du milieu et de conditions mésologiques locales (teneurs en oxygène dissous, en carbone organique dissous) ;

– *acteurs* car ils sont épurateurs, la faune participant au processus d'autoépuration des aquifères à travers les phénomènes de bioturbation¹¹⁹, biotransformation¹²⁰ et de bioaccumulation¹²¹ ;

– *victimes* car ils sont récepteurs des polluants qui peuvent entraîner leur mort ou altérer leur morphologie et leur patrimoine génétique, et ainsi changer les structures des communautés.

Si les eucaryotes participent à ce triptyque, les procaryotes, autrement dit les bactéries souterraines, ne sont pas en reste. Gounot (1991) souligne l'importance des bactéries souterraines dans les processus de minéralisation de la matière organique, de nitrification, de dénitrification et d'oxydoréduction. Elles sont capables par exemple de réduire les nitrates et de dégrader des polluants organiques. Ainsi, si la physico-chimie contrôle l'expression des activités bactériennes, les bactéries influencent en retour la physico-chimie de l'eau.

IV.2.3. Déroulement et apports de la campagne macrophytes

Il est reconnu que les végétaux aquatiques sont de bons indicateurs des conditions trophiques et des perturbations hydrauliques des milieux où ils vivent. Toutefois, le faible nombre d'espèces de macrophytes contactées dans les bassins de gravière étudiés rend difficile l'analyse et l'interprétation des résultats.

IV.2.3.1 Matériels et méthodes : des variables floristiques

Le protocole d'échantillonnage a été élaboré en collaboration avec le laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Fluviaux (Université Lyon 1) selon la méthode de *diagnostic écologique* (Amoros & al., 2000), sur la base de couvertures SIG et des premiers résultats fournis par le modèle mathématique (carte piézométrique, carte des gradients hydriques, carte de perméabilité, carte de l'hydrosystème). L'échantillonnage proprement dit a eu lieu le 7 août 2002, sous la direction des chercheurs de ce même laboratoire.

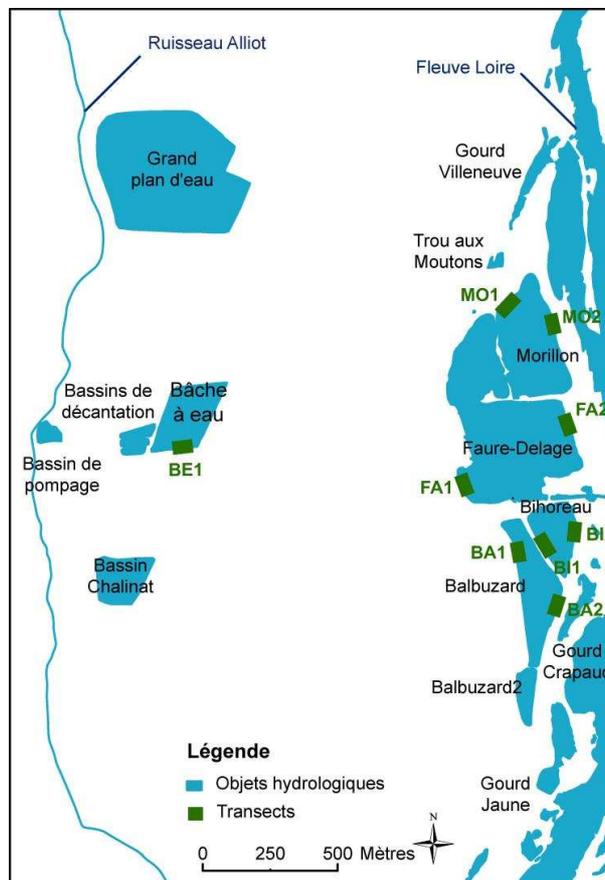
¹¹⁹ Creusement, transport et agitation de sédiments par l'activité des organismes qui jouent sur les processus de stockage et de relargage des éléments organiques et minéraux (vers, crustacés).

¹²⁰ Capacité de la faune à métaboliser, à transformer certains polluants en produits non toxiques (essentiellement bactéries et dans une moindre mesure invertébrés).

¹²¹ Accumulation et concentration de polluants dans les organismes suite à une adsorption sur les parois, une absorption à travers les téguments ou surfaces respiratoires, ingestion (concerne peu les invertébrés souterrains).

Le protocole employé est fondé sur un échantillonnage stratifié sur différents secteurs représentatifs des bassins de gravière étudiés. Sur chaque secteur sélectionné, un transect parallèle à la berge comprenant 30 quadrats de 1m² (longueur totale : 60 mètres) a été positionné pour échantillonner les communautés de macrophytes. Le transect est placé à 1 mètre de la berge, et chaque quadrat est espacé de 1 mètre. Dans chaque quadrat (n=270) ont été relevées d'une part des données biologiques – espèces de macrophytes présentes et taux de recouvrement ; et d'autre part des données environnementales – profondeur d'eau, transparence de l'eau¹²², granulométrie du sédiment¹²³, conductivité, oxygène dissous et pH de l'eau. Les espèces végétales hors quadrats ont été notées en présence-absence.

C'est sur la base de la typologie présentée au Chapitre III. (§III.2.2.1.) que les bassins de gravière ont été sélectionnés : 1 bassin de gravière en lit majeur (Bâche à eau codée BE) et 4 en lit mineur (Faure-Delage codé FA, Morillon codé MO, Balbuzard codé BA et Bihoreau codé BI). Sur chaque bassin, l'échantillonnage a porté sur 2 transects, l'un situé sur la berge amont par rapport à l'écoulement phréatique (codé 1), et l'autre sur la berge aval (codé 2). La position des transects échantillonnés est présentée sur la Carte 16.



Carte 16. Localisation des transects (n=9) échantillonnés pour les macrophytes

L'objectif de départ affiché pour cette partie de l'étude est double : d'une part décrire les échanges nappe phréatique-gravières et gravières-fleuve à l'aide des communautés de macrophytes, et d'autre part confronter les résultats biologiques aux simulations

¹²² La transparence de l'eau a été mesurée à l'aide d'une règle. Nous avons mesuré la distance entre la surface de l'eau et la disparition des graduations sur la règle. La profondeur de l'eau a été mesurée avec la même règle.

¹²³ La granulométrie du sédiment a été estimée à la vue et au toucher.

mathématiques. En d'autres termes, ce diagnostic écologique, basé sur les communautés de macrophytes, devait nous permettre :

1. De connaître l'origine de l'alimentation en eau des bassins (nappe phréatique ou fleuve) ;
2. De préciser les zones d'alimentation préférentielles des bassins (zones colmatées ou non) ;
3. De préciser les effets des perturbations provoquées par les inondations en fonction de leur fréquence de retour.

IV.2.3.2. Résultats : une très faible biodiversité végétale

Afin de simplifier la présentation des résultats et compte tenu de leur apport limité, les données sont ici traitées par transect (n=9). En effet, l'homogénéité des variables relevées dans les quadrats pour un même transect permet de travailler sur des moyennes représentatives de chacun d'entre eux.

- *Variables environnementales*

Le sédiment des gravières, restant ou apporté par les crues, est constitué majoritairement de gravier ou de sable selon les bassins, et de vase dans une moindre mesure. On ne distingue pas de différence de granulométrie du sédiment différent entre les transects amont et aval. La granulométrie des transects est hétérogène, ce qui ne permet pas de définir une typologie particulière par bassin.

D'une manière générale, l'ensemble des bassins présente une eau turbide (transparence moyenne : $18,3 \pm 14,7$ cm ; Min-Max : 5-10 ; n=9) et de faible profondeur à proximité des berges (moyenne : $36,5 \pm 17,9$ cm ; Min-Max : 14-70 ; n=9). L'analyse du rapport profondeur sur transparence ne permet pas non plus de définir une typologie particulière. On constate simplement que sur les transects amont des bassins Balbuzard, Bihoreau et Bâche à eau, la transparence est suffisante pour apercevoir le fond. Les teneurs en oxygène dissous (moyenne : $9,8 \pm 2,5$ mg/l ; Min-Max : 5,9-12,5 ; n=9) et le pH sont élevés (moyenne : $9,2 \pm 0,6$; Min-Max : 8,4-10,2 ; n=9). Ceci est dû à la forte activité photosynthétique des bassins. Les valeurs de conductivité des bassins, quant à elles, sont comprises dans le même ordre de grandeur (moyenne : 361 ± 63 μ S/cm à 20°C ; Min-Max : 278-457 ; n=9). Seul le bassin Morillon présente des valeurs plus faibles.

- *Variables biologiques*

La figure 17. présente 4 tableaux synthétisant de manière simple les relevés floristiques effectués dans les gravières lors de cette campagne d'échantillonnage.

Les relevés biologiques d'espèces de macrophytes révèlent une faible richesse floristique dans les bassins. Au total, on ne recense que 8 espèces implantées, toutes hydrophytes sur l'ensemble des bassins, et seulement de 1 à 4 espèces par bassin (moyenne : $1,9 \pm 1,8$; n=9). Le seul fait marquant de cette campagne d'échantillonnage est la découverte d'une nouvelle espèce de la famille de Najaïadacée pour le secteur de l'Ecozone du Forez : *Najas minor* (petite naïade).

1. Espèces hydrophytes implantées

Transects	Cede	Lemi	Mysp	Nama	Nami	Posp	Rasp	Sppo
FA1								
FA2								
MO1								
MO2				1				
BA1	71,2		3,4					
BA2	2,2		1,5	8,7	7,1			
BI1	22,6	14,5	36,6					1
BI2	3,4		27,3					
BE1			5	17,9		27,5	12,6	

2. Espèces hydrophytes non implantées

Transects	Elca	Juar	Lemi	Lupa	Meaq	Nama	Poam	Pocr	Rasc	Sppo
FA1						*	*	*		
FA2					*	*	*	*	*	
MO1				*		*				
MO2						*				
BA1	*				*	*				
BA2			*	*	*	*				
BI1		*	*	*		*		*	*	*
BI2		*	*	*		*		*	*	*
BE1					*					

3. Espèces héliophytes contactées hors quadrat

Transects	Alpa	Caps	Elpa	Juco	Juef	Lyeu	Lysa	Mysc	Nuvu	Phar	Sodu	Vean
FA1												
FA2				*	*	*			*			
MO1		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
MO2				*	*	*			*	*	*	*
BA1		*										
BA2		*										
BI1	*		*									*
BI2	*		*									*
BE1												

4. Listes des espèces contactées

Espèces	Type	Code
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Hydrophyte	Cede
<i>Elodea canadensis</i> Michaux	Hydrophyte	Elca
<i>Juncus articulatus</i> L.	Hydrophyte	Juar
<i>Lemna minor</i> L.	Hydrophyte	Lemi
<i>Ludwigia palustris</i> (L.) Elliott	Hydrophyte	Lupa
<i>Mentha aquatica</i> L.	Hydrophyte	Meaq
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Hydrophyte	Mysp
<i>Najas marina</i> L.	Hydrophyte	Nama
<i>Najas minor</i> All.	Hydrophyte	Nami
<i>Polygonum amphibium</i> L.	Hydrophyte	Poam
<i>Potamogeton crispus</i> L.	Hydrophyte	Pocr
<i>Potamogeton</i> sp.	Hydrophyte	Posp
<i>Ranunculus</i> sp.	Hydrophyte	Rasp
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleiden	Hydrophyte	Sppo
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Héliophyte	Alpa
<i>Carex pseudo-cyperus</i> L.	Héliophyte	Caps
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roemer & Schultes	Héliophyte	Elpa
<i>Juncus conglomeratus</i> L.	Héliophyte	Juco
<i>Juncus effusus</i> L.	Héliophyte	Juef
<i>Lycopus europaeus</i> L.	Héliophyte	Lyeu
<i>Lythrum salicaria</i> L.	Héliophyte	Lysa
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	Héliophyte	Mysc
<i>Numularia vulgaris</i> L.	Héliophyte	Nuvu
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	Héliophyte	Phar
<i>Ranunculus scleratus</i> L.	Héliophyte	Rasc
<i>Solanum dulcamara</i> L.	Héliophyte	Sodu
<i>Veronica anagalis-aquatica</i> L.	Héliophyte	Vean

Figure 17. Tableaux de synthèse des relevés floristiques dans les gravières

[1. liste des espèces hydrophytes par bassin implantées sur chacun des transects avec leur taux de recouvrement (%), 2. liste des espèces hydrophytes par bassin non implantées et contactées hors quadrat, souvent sous forme de débris flottant, en présence(*)-absence, 3. liste des espèces héliophytes contactées hors quadrat souvent sur les berges, en présence(*)-absence, 4. liste de l'ensemble des espèces contactées avec leur type hydrologique et leur codage. Les espèces implantées sont indiquées en grisé. Les espèces non implantées, qu'elles soient hydrophytes ou héliophytes, sont données à titre indicatif car elles n'ont pas fait l'objet d'un échantillonnage systématique du fait de leur caractère erratique]

Comme pour les variables environnementales, il est difficile d'établir une différence nette entre transects amont et aval. On constate que la différence inter-bassins est forte. En effet, si pour les bassins Faure et Morillon le recouvrement est nul ou quasiment nul, il est nettement plus important pour les bassins Balbuzard, Bihoreau et Bâche à eau. Même sur ces derniers, le nombre d'espèces contactées reste faible.

Ainsi, le faible nombre d'espèces rencontrées ne permet pas de réaliser une analyse sérieuse des données échantillonnées. Néanmoins, les travaux d'Amoros & al. (2000) donnent pour chacune des espèces contactées une idée de ses préférences écologiques (Annexe IV.15.). Cette campagne révèle donc le caractère eutrophe des bassins du secteur. L'alimentation phréatique des bassins, quant à elles, ne peut être mise en évidence. Seules quelques espèces (*Mentha aquatica*, *Elodea canadensis*, *Juncus articulatus*), absentes des quadrats pourraient indiquer une alimentation phréatique. Toutefois, dans un contexte comme le nôtre, il semble exclu que l'alimentation phréatique des bassins génère des conditions oligotrophes propices à l'implantation de ces espèces. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, l'analyse physico-chimique des eaux souterraines révèle une nappe très minéralisée et très polluée.

Les perturbations hydrauliques et la granulométrie du substrat ne peuvent être clairement définies à l'aide des espèces disponibles, faiblement indicatrices de ces deux facteurs environnementaux.

IV.2.3.3. Discussion : des gravières peu propices à la végétation aquatique

Sur la base de ces résultats, une discussion est difficile à construire, du fait du petit nombre d'espèces implantées dans les bassins de gravière. Malgré les années et les aménagements réalisés, la colonisation des bassins par les macrophytes reste très faible. Ceci souligne la difficulté du travail lorsqu'il s'agit de réhabiliter des sites modifiés par les activités industrielles.

D'après Massé (communication personnelle), la richesse spécifique des communautés végétales des gravières reste faible, quel que soit leur âge. Dans la vallée de la Moselle, les moyennes sont de l'ordre de 5 ± 2 espèces, ce qui représente plus du double de ce que l'on observe à l'Ecozone du Forez. A titre comparatif, on observe des richesses floristiques nettement plus élevées (moyenne : $22,7 \pm 5,3$ espèces) dans certains bras morts de la Saône (Godreau & al., 1999). Dans les gravières, la revégétalisation est freinée par des phénomènes naturels et d'origine anthropiques. D'une part, ces milieux aquatiques créés par l'homme sont très différents des autres écosystèmes des plaines alluviales. Ils présentent premièrement un volume d'eau important et stagnant caractérisé par un faible taux de renouvellement et une désoxygénation marquée à l'interface eau/sédiment. De plus, ils sont faiblement connectés entre eux et aux autres zones humides, via les flux hydriques, et même lors des crues on observe une faible exportation de matière organique, de nutriments et un faible dépôt de limon. D'autre part, on observe que la dispersion des diaspores des végétaux aquatiques par hydrochorie semble inadaptée pour les gravières. Les conditions trophiques des gravières sont très exigeantes (anoxie) et il semble qu'il existe peu d'espèces réellement adaptées pour supplanter la végétation en place (compétition, allélopathie, ombrage). En revanche, sur le site de l'Ecozone, la richesse de l'avifaune est en augmentation constante. On observe par ailleurs un nombre important de mammifères aquatiques herbivores tels que les ragondins et les rats musqués. Ce succès concernant notamment les oiseaux d'eau et les rongeurs consommateurs de la végétation aquatique peut freiner la colonisation des bassins par les macrophytes (Amoros & Bornette, 1999).

La richesse spécifique des gravières varie en fonction de leur position dans la plaine alluviale (Bornette, 2003 ; Bornette & Amoros, 1991). Si l'on observe un gradient de productivité potentielle croissant des gravières situées hors du champ d'inondation vers les gravières situées dans le lit du fleuve, la plus forte richesse spécifique et la présence d'espèces rares sont observées dans les gravières attenantes au lit mineur situées en zone inondable. Ces gravières présentent en effet un taux de recrutement d'espèces plus important (hydrochorie, anémochorie, zoochorie) et pourraient constituer un refuge pour la biodiversité. Une telle structuration de la biodiversité n'est pas observée sur le secteur de l'Ecozone du Forez.

Les perturbations hydrauliques causées par les crues ainsi que l'alimentation phréatique ont un effet de rajeunissement des milieux (Amoros & al., 2000) : les crues en remaniant les sédiments, en empêchant le colmatage des berges par des fines ou de la matière organique, et les apports d'eau phréatique en diminuant localement la température ou le niveau trophique, par exemple (Henry & al., 2002). Ces perturbations peuvent faciliter la colonisation par les macrophytes en maintenant des espaces ouverts et par apports de végétaux et de diaspores. Les secteurs concernés par ces effets devraient présenter des cortèges floristiques différents issus de successions végétales régressives. Il ne semble pas que ce soit le cas sur le site de l'Ecozone du Forez. Les perturbations ne semblent pas assez importantes pour permettre l'implantation des espèces apportées par hydrochorie, anémochorie ou zoochorie. En revanche, les perturbations causées par l'homme semblent bien plus *efficaces*. Sur les berges

graveleuses ou vaseuses, nues, obtenues suite à l'exploitation des gravières, on observe classiquement l'implantation de macrophytes et d'espèces typiques des milieux remaniés dont certaines disposent d'un statut de protection (Limoselle aquatique : *Limosella aquatica* L. ; Pulicaire vulgaire : *Pulicaria vulgaris* Gaertn. ; Souchet de Micheli : *Cyperus michelianus* (L.) Link ; Renoncule scélérate : *Ranunculus sceleratus* L.). On observe aussi la nidification d'oiseaux des berges graveleuses comme le Petit Gravelot ou l'Echasse blanche. Les berges colonisées par les macrophytes jouent un rôle important dans les processus de transformation des nutriments (notamment les nitrates) et de rétention de sédiments, mais constituent aussi des zones d'accueil privilégiées de l'avifaune nicheuse et migratrice (Vought & al., 1995). Au fil du temps, ces milieux ouverts ont tendance à se fermer, ce qui conduit à la disparition des espèces citées précédemment. Dès lors, l'intervention humaine permet de rajeunir artificiellement ces milieux fermés et un retour de ces espèces.

Comme le souligne Cornier (2002), les milieux alluviaux sont très riches en espèces végétales : ceux du fleuve Loire ne font pas exception. On recense en effet 1340 espèces de plantes vasculaires de la Plaine du Forez à l'estuaire. Les familles les plus importantes en nombre d'espèces sont les astéracées, les poacées et les fabacées. Le lit vif du fleuve est pauvre en plantes aquatiques supérieures à cause de la mobilité des sédiments, ou de la mauvaise qualité de l'eau. On les trouve davantage dans les milieux d'eau stagnante ou peu courante à l'écart du chenal principal. Ainsi entre Saint-Etienne et Saint-Nazaire, Cornier (2002) recense 84 hydrophytes et 64 héliophytes. A l'échelle européenne, Montegut (1987) recense 96 espèces d'hydrophytes et 156 espèces d'héliophytes. Dans le département de la Loire, on trouve 22 espèces d'hydrophytes et 29 d'héliophytes présentes dans le lit mineur du fleuve (Cornier, 2002). Selon l'auteur, ce faible nombre relatif d'espèces est à mettre en lien avec le manque de données disponibles¹²⁴. Par ailleurs, les étangs du Forez situés à quelques dizaines de kilomètres du fleuve sont réputés pour leur richesse floristique. A titre d'exemple, on observait, en 1997, 14 hydrophytes et 15 héliophytes sur la réserve de Biterne sur 3 étangs, dont deux très récemment *reconstruits* et remis en eau, d'une surface totale cumulée de 18 hectares (Paran & al., 1997). Sur le secteur de l'Ecozone, pour 5 bassins couvrant une surface en eau de 39 hectares, on observe 14 espèces d'hydrophytes (8 espèces implantées et contactées dans les quadrats, moyenne : $1,9 \pm 1,8$ espèces par bassin) et 13 espèces d'héliophytes. On constate donc que la flore des bassins de l'Ecozone est assez faible au regard du pool d'espèces régionales disponibles¹²⁵. Par ailleurs, au vu des résultats, on observe que les espèces aquatiques ont du mal à s'implanter dans les bassins.

Malgré le manque de données disponibles dans le département de la Loire, la pauvreté floristique des bassins de gravière de l'Ecozone ne peut être expliquée par un pool d'espèces régionales faible : le fleuve Loire et les étangs du Forez montrent une certaine richesse. Par ailleurs, ces gravières sont dans une zone favorable (attenante au lit mineur) à un recrutement spécifique par hydrochorie, anémochorie ou zoochorie (des étangs et du fleuve vers les gravières) : les voies de dispersion ne sont pas à mettre en cause. L'explication semble plutôt venir des conditions d'habitat défavorables. Comme nous l'avons vu précédemment, les conditions trophiques des gravières sont exigeantes. De plus, les apports phréatiques ne permettent pas une amélioration de la qualité de l'eau. En effet, la nappe est très minéralisée (fortes concentrations en nitrates, chlorures, sulfates) et son écoulement est perturbé et ralenti

¹²⁴ A titre comparatif Cornier (2002) recense 60 hydrophytes et 54 héliophytes pour la région Bourgogne, 67 et 56 pour la région Centre, 82 et 64 pour les Pays de Loire sur le cours du fleuve. Le département de la Haute-Loire où les données sont incomplètes compte 29 hydrophytes et 40 héliophytes sur le cours du fleuve.

¹²⁵ La présence d'espèces non implantées dans les gravières peut être due aux crues. Ces espèces pourront vivre une saison dans les gravières, puis faute de conditions favorables ne pourront ni s'implanter, ni voir leurs graines germer.

par le tassement des berges et les remblais sauvages au niveau des gravières. Une circulation lente des eaux souterraines crée des conditions anoxiques favorables à la migration des phosphates. Sur le secteur, la nappe phréatique qui alimente les gravières est donc riche en nitrates, phosphates et pauvre en oxygène. Par ailleurs, la forte incision du lit ne permet pas une alimentation en eau des bassins par le fleuve. La nature eutrophe des bassins de gravière, aggravée par l'alimentation phréatique et doublée d'une forte prédation (oiseaux d'eau, rongeurs) créent donc des conditions d'habitats défavorables pour l'implantation des macrophytes. Pour améliorer la situation, la solution consisterait en un apport d'eau fraîche. Celui-ci est difficilement envisageable avec l'eau du fleuve dont le débit est faible en été et dont la qualité est mauvaise¹²⁶.

Compte-tenu des difficultés rencontrées avec les macrophytes des gravières, il aurait été sans doute plus judicieux de s'intéresser aux invertébrés benthiques vivant sur le fond des plans d'eau, ou aux invertébrés souterrains vivant dans l'épaisseur du sédiment, de ces mêmes plans d'eau, quand il existe. Ces deux groupes d'invertébrés auraient sans doute été, avec le recul, des indicateurs plus pertinents pour ce type de milieu, notamment pour détecter les arrivées d'eau souterraine au niveau des berges des gravières. Néanmoins, l'indice macrophytes reste adéquat car il marque bien l'eutrophisation (Carbiener & al., 1990 ; Schnitzler & al., 1996) mieux que les IBGN, les invertébrés quant à eux marquant mieux l'anoxie et le colmatage des fonds (Haury, 1994). Si les macrophytes ne sont pas de bons témoins d'alerte, ils permettent un suivi à long terme de l'évolution du milieu physique et de la qualité de l'eau. Ils sont facilement cartographiables et leur échantillonnage n'impose pas la destruction des individus, contrairement aux invertébrés.

¹²⁶ On observe de forts pics de pollution (ammonium, nitrites, nitrates, phosphates, chlorures) sur le fleuve entre Andrézieux-Bouthéon et Feurs (Cornier, 2002).

IV.3. Dimension humaine¹²⁷

Le deuxième chapitre de ce mémoire a explicité le contexte théorique dans lequel se place cette étude, et plus particulièrement du point de vue de la dimension humaine. Malgré tout, il est bon de rappeler brièvement les éléments qui ont prévalu à l'analyse du *jeu d'acteurs* et à l'élaboration d'un modèle de représentation des acteurs en 4 dimensions.

« Classiquement, les sciences humaines en général et la sociologie en particulier, ont été amenées à trop autonomiser leur objet d'étude qui s'est alors trouvé réduit à l'étude des seuls liens sociaux entre humains contemporains » (Micoud, 2000). Dans le cadre d'études territoriales, cette démarche peut conduire les sociologues à dissocier l'homme de son environnement. Ils cherchent à relier l'état du milieu naturel d'un côté à l'organisation sociale de l'autre, sans en faire une analyse systémique. Les sciences sociales s'intéressent encore le plus souvent à l'acteur d'un système en tant qu'*acteur social* uniquement et privilégient l'étude des seuls *rappports sociaux* pour comprendre le fonctionnement d'un territoire. Quant aux sociologues théoriciens, ils restent finalement assez rigides et redoutent l'interdisciplinarité pour comprendre les problèmes environnementaux (Jollivet & Pena-Vega, 2002 ; Leroy, 2001). Parallèlement, les études préliminaires à l'élaboration d'un projet territorial, fondées sur la prospective stratégique¹²⁸, tiennent essentiellement compte des préoccupations de nos sociétés modernes. En effet, on s'intéresse surtout aux convergences et divergences d'objectifs entre acteurs ainsi qu'à leurs rapports de force sur un territoire (Godet, 2000 ; Thomas, 1998), en occultant parfois les implications environnementales. Dans ce contexte, le leitmotiv d'un projet territorial repose avant tout sur la résolution de conflits entre acteurs pour un objectif final : la recherche d'un consensus. *Les acteurs auront alors trouvé un terrain d'entente, mais qu'en est-il des conséquences sur le milieu naturel ?* A l'opposé, les projets de protection de l'environnement centrent leurs efforts sur la nature, parfois au détriment des acteurs. Les politiques de conservation de l'environnement reposent souvent sur des instruments économiques, sociaux ou politiques (Weber, 1999) qui visent à réglementer les pratiques environnementales par des taxes ou des normes (Bontemps & Rotillon, 1998). Par exemple, les *bonnes pratiques* peuvent être légitimées par des normes et les *mauvaises* rendues illégitimes par des taxes, des réglementations. Dans le même ordre d'idées, les géographes s'intéressent essentiellement aux relations entre nature et culture, et semblent occulter les rapports entre êtres humains (Ferrier, 1999). *La nature est alors épargnée, mais qu'en est-il des conséquences sur les acteurs du système ?*

Cette étude est donc structurée par la recherche du consensus et la protection de la nature. L'objectif de ce travail consiste à regarder les interactions *acteur/ complexe multi-acteurs* et *acteurs/territoire* et d'en fournir des représentations à l'aide d'une approche sociologique visant à la compréhension, à la connaissance des instruments sociaux. Le *modèle d'inspiration sociologique* élaboré propose une *radiographie*, une *algorithmisation* des acteurs. Un tel outil, l'*acteur en 4 dimensions*, représente un diagnostic du *jeu d'acteurs* qui permet de qualifier les groupes de façon neutre, à travers l'*empreinte territoriale*, en fabriquant des types abstraits purement descriptifs et en montrant la posture d'un groupe à travers une personne. C'est un outil miroir qui renvoie un cadre où vont se situer les acteurs. L'*acteur en 4 dimensions*, mobilisé dans une *négociation territoriale*, se doit de proposer un

¹²⁷ Ce travail a été réalisé en étroite collaboration avec Léa Sébastien, doctorante à l'École des Mines de Saint-Etienne et grâce aux conseils d'André Micoud du Centre de Recherche et d'Études Sociologiques Appliquées de la Loire (CRESAL), Laboratoire de sociologie associé au CNRS, Université Jean Monnet, Saint-Etienne.

¹²⁸ Concept des années 1990 où l'anticipation de la prospective est mise au service de l'action stratégique et du projet d'entreprise.

cadre collectif, par empilement des *empreintes territoriales*, pour répondre à la question suivante : *Qu'est-ce qu'un fonctionnement collectif (les acteurs étant considérés en tant que groupes constitués) laisse de côté ?* Notre travail ne s'intéresse pas à un projet territorial en particulier, mais bien à un territoire biophysique considéré sans projet. Un tel a priori permet de réfléchir à la manière dont notre outil peut poser les bases d'un projet, susciter du collectif par le biais d'une analyse du *jeu d'acteurs* sous l'angle *socio-patrimonial*.

La méthodologie proposée est fondée sur 4 hypothèses de départ (Chapitre II. et III.). Ces hypothèses renvoient au champ de la psychosociologie.

Hypothèse 1 : les relations humaines s'expliquent aussi par le rapport patrimonial. Il existe des convergences et des divergences de *valeurs morales* associées à des objets du territoire qui ont des effets sur les relations entre humains. Il en découle des questions éthiques. Par exemple, certains considèrent le fleuve comme un emblème et se sentent agressés par ceux qui l'appréhendent comme un risque. Il en découle deux morales conflictuelles d'aménagement du fleuve.

Hypothèse 2 : les pratiques environnementales s'expliquent aussi par un rapport social. Il existe des relations sociales (conflit de positions ou affinités, convergence ou divergence d'intérêts) qui ont une importance dans le rapport au territoire. Par exemple, une pression sociale d'un *acteur fort* sur un *acteur faible*, une pression financière, peuvent amener un groupe à dégrader un objet du territoire.

Hypothèse 3 : un consensus peut aboutir à la dégradation d'un bien environnemental. Il existe des objectifs sur lesquels les acteurs d'un territoire peuvent s'entendre, objectifs qui tiennent compte ou non des *acteurs absents*. Si aucun *acteur contemporain* n'en tient compte, de manière délibérée ou non, un consensus peut alors se faire aux dépens des *acteurs absents*. Les *acteurs absents* existent seulement si quelqu'un en parle.

Hypothèse 4 : les pratiques conservacionnistes peuvent créer des conflits. Les actions proposées par un acteur peuvent être considérées comme légitimes ou illégitimes par les autres. Par exemple, la mise en place d'une réserve naturelle sans tenir compte des activités locales peut amener de nombreux conflits. Dans ce cas, ce sont souvent des *acteurs faibles* qui se trouvent lésés. Les *acteurs faibles* sont ceux qui ne parlent pas la même *langue*, le même *langage* que les autres. Ce sont des acteurs d'ordre symbolique : *has been* (dépassés) ou *émergents* (en devenir), mais qui de toute façon sont en marge du *jeu d'acteurs*.

Cette partie propose une méthodologie d'étude du *jeu d'acteurs* d'un territoire biophysique: la Plaine du Forez. Notre territoire n'est donc pas organisé par un pouvoir politique (ex : communautés de communes, zones Natura 2000). Il est ici appréhendé comme un territoire vécu, un milieu où vivent des ensembles humains, un espace constitué d'une mosaïque d'organisations politiques et administratives (Micoud, 2005). Si notre travail n'est pas centré sur un projet en particulier, il se focalise sur la ressource en eau. Après avoir décrit les fondements méthodologiques de l'*acteur en 4 dimensions*, cette partie présente les principaux résultats en insistant sur les moyens de représenter les acteurs (groupes individuels), le *jeu d'acteurs* (groupe collectif) et sur la place des hypothèses de travail sur le territoire. Par ailleurs, les résultats insistent aussi sur les *rappports homme-homme-nature*, les rapports à l'hydrosystème et les apports de l'outil dans une *négociation territoriale*. Pour finir, la discussion porte tant sur les résultats que sur l'outil lui-même et sur la potentialité de construction d'un collectif.

IV.3.1. Matériels et méthodes d'approche du jeu d'acteurs

L'*acteur en 4 dimensions* a été élaboré et testé sur le territoire de la Plaine du Forez. Il est issu tant d'apports théoriques (théorie de l'*acteur social*, concept de *patrimonialisation*) que des rencontres avec les acteurs de terrain (n=13). Les données ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire structurel orienté sur le territoire et d'un entretien semi-directif ouvert mais ciblé sur les activités des acteurs et la ressource en eau. Deux grilles d'analyse ont permis de trier et d'organiser les réponses et les discours afin de renseigner le modèle de l'*acteur en 4 dimensions* et de distinguer les représentations des acteurs.

IV.3.1.1. Identification des acteurs pertinents sur un territoire

L'accent est mis sur l'organisation du *rapport social et patrimonial* entre groupes d'acteurs organisés, c'est-à-dire constitués en associations, syndicats, industries, communes, administrations. Ainsi, les acteurs individuels ne sont pas pris en compte. Cette étude est centrée sur les relations inter-organisationnelles. Il s'agit a priori du niveau d'analyse adapté à l'étude de la négociation à l'échelle territoriale locale (Charles, 2001). Le *jeu d'acteurs* (Godet, 2000), le *système multi-acteurs* (Thomas, 1998) ou le *complexe multi-acteurs* est caractérisé par les relations, les interactions des groupes organisés sur un territoire donné.

Comme nous l'avons vu dans le Chapitre III. (§III.2.2.3.), ce travail porte sur le territoire circonscrit par la Plaine du Forez et plus particulièrement sur la ressource en eau. La liste des acteurs à rencontrer a été établie à l'aide d'un travail de recherche bibliographique (Oieau, 2000 ; Rouyrre, 2003 ; Agences de l'eau, 1999 & 2000) et des entretiens avec les acteurs à qui nous demandions : *Qui nous conseilleriez-vous d'aller rencontrer pour notre étude ?* Au final, nous avons rencontré 13 acteurs¹²⁹ (A1 à A13) appartenant à 8 mondes distincts : *Monde des administrations* – 1 acteur rencontré (A9), *Monde des collectivités territoriales* – 3 acteurs rencontrés (A2, A3 et A4), *Monde des établissements publics* – 1 acteur (A13), *Monde de la protection de la nature et du cadre de vie* – 2 acteurs (A5 et A11), *Monde de l'industrie* – 2 acteurs (A7 et A12), *Monde de la chasse* – 1 acteur (A6), *Monde de la pêche* – 1 acteur (A1), *Monde de l'agriculture* – 2 acteurs (A8, A10).

IV.3.1.2. Prise de contact, lettre de présentation et questionnaire structurel

La prise de contact avec les acteurs sélectionnés a été réalisée par téléphone. Afin de préparer l'entretien oral, chacun des acteurs disposés à nous rencontrer a reçu une lettre de présentation (Annexe IV.16.) et un bref questionnaire structurel (Annexe IV.17.) à remplir et à restituer le jour de l'entretien (De Singly, 2001). La lettre présente le contexte scientifique, l'objet d'étude et l'équipe de recherche. Celle-ci reste volontairement imprécise sur les objectifs du travail de recherche, afin de ne pas influencer l'acteur quand il complète le questionnaire structurel et lors des deux premières parties de l'entretien (§IV.3.1.3.). Seule l'idée de *relations homme-territoire* est abordée dans la lettre : il n'est ni question de la ressource en eau, ni des problèmes liés aux conflits entre acteurs. Aucun positionnement n'est affiché. Se présenter simplement en tant qu'étudiant s'intéressant aux *relations homme-territoire* place l'acteur dans une situation confortable et ouverte. Le questionnaire structurel représente un court recueil d'informations sur l'organisme interrogé. Dans le même sentiment que la lettre de présentation, il reste très général et peut apparaître comme naïf. L'objectif de ce questionnaire est d'abord de recueillir quelques informations structurelles (ex : nombre de personnes concernées par l'activité, type d'organisme) pour éviter d'alourdir l'entretien.

¹²⁹ Au départ, il était prévu de rencontrer 15 acteurs, 2 d'entre eux ont refusé de nous rencontrer. Ceux-ci appartenaient au monde de la pêche (pisciculture) et au monde des collectivités territoriales (communauté de communes).

Ensuite, il permet de cerner les thèmes que l'acteur aborde spontanément et volontairement lorsqu'on parle du territoire et donne ainsi une première version de la vision qu'a l'acteur de son territoire, version papier et donc réfléchi : on note, par exemple, si les enjeux liés à la ressource en eau sont exprimés spontanément ou non.

IV.3.1.3. Du guide d'entretien semi-directif à la rencontre

Afin de réunir des informations aussi délicates que celles traitant des perceptions ou des rapports de force entre acteurs, il apparaît nécessaire de réaliser une série d'entretiens confidentiels avec chacun des acteurs. Un guide d'entretien (Annexe IV.18.) ouvert et approfondi, mais néanmoins ciblé, a été élaboré en s'inspirant des méthodes d'entretien (Blanchet & Gotman, 2000) et de la *stratégie patrimoniale* d'Ollagon (1989). Il est structuré selon les hypothèses de travail et divisé en quatre grandes parties :

– *paroles d'introduction* lors desquelles il y a restitution du questionnaire structurel et présentations réciproques des enquêteurs¹³⁰ et de l'enquêté.

– *paroles d'activité* lors desquelles l'enquêté explique ses responsabilités et ses activités sur le territoire. Cette partie est fondée sur un jeu de questions-réponses très ouvert.

– *paroles d'eau* lors desquelles l'entretien devient semi-directif et adapté à la problématique de l'eau. Dans cette partie, 7 grands thèmes sont abordés : *qualités émergentes de l'hydrosystème, qualités émergentes du complexe multi-acteurs, actions personnelles engagées au niveau local, actions engagées au niveau global, prospective, stratégies d'action et associations de protection de la nature* (Ollagon, 1989).

– *paroles de conclusion* lors desquelles une série de questions rituelles sont posées. Elles permettent un retour sur l'entretien pour le conclure.

Dans tous les cas, les acteurs enquêtés ont choisi le lieu de l'entretien (préférentiellement leur lieu de travail). Chaque entretien a été enregistré sur un mini-disc, avec l'autorisation de l'enquêté, et a duré environ 2 heures : 1 heure pour les deux premières parties (*Paroles d'introduction* et *Paroles d'activité*) et 1 heure pour les deux dernières (*Paroles d'eau* et *Paroles de conclusion*). L'emploi de l'enregistrement permet de se concentrer complètement sur l'entretien et de pouvoir procéder, par la suite, à une analyse de discours fouillée, de dégager des thèmes phares et d'analyser les *représentations sociales*.

IV.3.1.4. Organisation des données pour analyse

Les données issues du questionnaire structurel ont été rassemblées dans un tableau à double entrée (QS) avec en colonnes les acteurs (A1 à A13) et en lignes les réponses aux questions. Les enregistrements des entretiens, quant à eux, ont été retranscrits. De telles retranscriptions représentent des données brutes qualitatives à trier et à organiser préalablement à l'analyse. Pour ce faire, nous nous appuyons sur deux grilles de classement :

- *Une grille générale (GG)*

Cette première grille, composée de 22 rubriques, isole une série d'informations de bases, mais d'importance, tirées du discours. Chaque rubrique est renseignée avec les mots de l'acteur en question. Une fois complété pour tous les acteurs rencontrés, le tableau résultant donne un aperçu général, trace les grandes lignes du *jeu d'acteurs*. Ce tableau contient des informations concernant :

- les problématiques territoriales repérées par les acteurs (problèmes globaux, problèmes du territoire, conflits, problèmes du groupe) ;
- les points essentiels du discours des acteurs (répétitions, points importants) ;

¹³⁰ Les entretiens ont été réalisés en duo avec Léa Sébastien.

- le thème de l'eau (points abordés spontanément, points abordés suite à des questions) ;
- les liens des acteurs avec le *complexe multi-acteurs* (affinités, animosités, projets appréciés, projets critiqués négativement, liens professionnels, image de l'acteur, avis sur les autres) ;
- les particularités des acteurs (objectifs, actions engagées, actions projetées, atouts de l'acteur, atouts des autres demandés par l'acteur).

Une autre rubrique contient les groupes que les acteurs nous conseillent de rencontrer.

- *Une grille des pratiques-préférences-savoirs (PPS)*

Cette seconde grille trie et organise le discours des acteurs de manière plus fine en trois ensembles : *pratiques, préférences et savoirs* (Donnadieu, 2001) des acteurs se rapportant au territoire, à l'hydrosystème, au *complexe multi-acteurs* et à leur groupe d'appartenance. A titre d'exemple, le sous-ensemble *préférence-hydrosystème* contient des rubriques indiquant pour chaque acteur les enjeux et les problèmes de l'hydrosystème repérés. *Qui selon eux dégrade le plus l'hydrosystème ? Quel est leur regard sur les objets hydrologiques ? Quelle valeur accordent-ils à l'eau ?* Ces différentes rubriques sont élaborées tant sur la base du questionnaire que sur les réponses des acteurs.

Au final, les éléments contenus dans le questionnaire structurel (QS), la grille générale (GG) et la grille des pratiques-préférences-savoirs (PPS) permettent de renseigner le modèle de *l'acteur en 4 dimensions*. Ils permettent aussi de réaliser une analyse du discours pour accéder aux représentations des acteurs.

IV.3.1.5. Modèle de l'Acteur en 4 dimensions (A4D)

- *Bases théoriques : théorie de l'acteur social et patrimonialisation*

La *théorie de l'acteur social* (Crozier & Friedberg, 1977) est utilisée ici pour étudier le *rapport social* sur un territoire. « L'*acteur social* est défini par la nature du *rapport social* dans lequel il est engagé. Cet acteur peut être individuel ou collectif. Dans tous les cas, un *rapport social* se présente comme une *coopération conflictuelle* d'acteurs qui coopèrent à une production mais qui entrent inévitablement en conflit en raison de leurs positions inégales dans la coopération ou, ce qui revient au même, de leur emprise inégale sur les enjeux de leur coopération » (Quivy & Van Campenhoudt, 1995). Pour un acteur donné, il s'agit donc de le situer par rapport aux autres sur un plan de *coopération conflictuelle*, c'est-à-dire d'évaluer le potentiel de l'acteur à coopérer ou à entrer en conflit. Au final, le *rapport social* peut faire l'objet d'une représentation graphique grâce à un indice de coopération (0 à 1) et de conflit (0 à 1), calculé pour chaque acteur sur la base d'indicateurs. Une telle représentation en plan peut paraître simpliste, mais, permet néanmoins de situer un acteur dans un espace défini par les deux dimensions du *rapport social*. On peut ensuite comparer les acteurs entre eux, mesurer leurs différences et comment se positionnent les *acteurs faibles* du territoire.

L'homme contemporain, considéré à travers la théorie de l'*acteur social*, a ainsi été construit seulement social et seulement actuel. Deux aspects fondamentaux ont été dissociés de son étude et lui sont pourtant intimement et intrinsèquement reliés (Micoud, 2000) : la nature (patrimoine naturel : milieux naturels et vivant biologique) et la tradition (patrimoine culturel : générations futures et passées). C'est en intégrant ces deux valeurs, étudiées à travers le *rapport patrimonial*, que le concept d'*acteur en 4 dimensions* prend tout son sens. L'acteur est abordé sous l'angle du rapport social mais aussi selon les liens qu'il a tissés avec différents objets qui composent le territoire, d'un point de vue naturel ou culturel.

Il s'agit également de découvrir les *acteurs absents* du territoire, ceux dont personne ne parle. Pour chaque acteur, on mesure sa volonté à cohabiter (dimension *cohabitation*) avec

son territoire ou à le dominer (dimension *domination*), grâce à une série d'indicateurs. Grossièrement, un acteur aura tendance à cohabiter avec son territoire s'il tient compte des générations futures et des autres êtres vivants dans ses projets ; un acteur aura tendance à dominer son territoire s'il ne tient compte que de ses intérêts propres. La relation de *cohabitation dominatrice* entre les acteurs peut être représentée graphiquement.

- 4 dimensions, 8 sous-dimensions, 32 composantes pour une empreinte territoriale

L'*empreinte territoriale*, représentation graphique du modèle de l'*acteur en 4 dimensions* est composée d'un *plan social* (2D), représentant le *rapport social* et la relation de *coopération conflictuelle*, et d'un *plan patrimonial* (2D), représentant le *rapport patrimonial* et la relation de *cohabitation dominatrice*. Au final, l'*empreinte territoriale* constitue un *espace socio-patrimonial* (4D).

Le *rapport social* est construit d'après les travaux de Quivy & Van Campenhout (1995) d'après la théorie de l'*acteur social* (Crozier & Friedberg, 1977). Il se scinde en deux dimensions : *coopération* qui mesure le potentiel, la tendance à la coopération de l'acteur avec le *complexe multi-acteurs*, et *conflit* qui mesure le potentiel, la tendance conflictuelle de l'acteur dans le *complexe multi-acteurs*. A l'origine, ce modèle n'est pas destiné à une utilisation territoriale. Ainsi, le *rapport patrimonial* est inexistant. Par ailleurs, les composantes renseignant les deux dimensions sociales ne sont pas très dynamiques et laissent de côté la question du *biais cognitif* : c'est-à-dire qu'elles tiennent peu compte des autres acteurs du *complexe multi-acteurs* et des perceptions lors de la notation. Pour remédier à cette faiblesse, nous avons scindé chaque dimension en deux sous-dimensions et ajouté des composantes tenant compte des perceptions. Ainsi, la dimension *coopération* comprend une sous-dimension *estime*, qui mesure la tendance d'un acteur à s'intéresser, à apprécier, à aller vers les autres, et une sous-dimension *estimé* qui mesure la tendance d'un acteur à intéresser, à être apprécié, à attirer les autres. De la même façon, la dimension *conflit* comprend une sous-dimension *critique* qui mesure la tendance de l'acteur à se positionner contre les autres, et une sous-dimension *critiqué* qui mesure la tendance de l'acteur à générer l'animosité. *Estime* et *critique* marquent donc l'action de l'acteur sur le *complexe multi-acteurs*, *estimé* et *critiqué* marquent l'action du *complexe multi-acteurs* vers l'acteur.

Le *rapport patrimonial* est construit en référence au *rapport social* d'après le concept de *patrimonialisation* (Micoud, 2000) et d'éléments de psychologie de l'espace (Moles, 1995). Il se scinde en 2 dimensions : *cohabitation* qui mesure le potentiel de l'acteur à vivre en harmonie avec son territoire, et *domination* qui mesure le potentiel de l'acteur à maîtriser son territoire. La dimension *cohabitation* comprend une sous-dimension *préserve* qui mesure la tendance d'un acteur à réaliser des actions de conservation, de préservation du territoire, et une sous-dimension *attaché* qui mesure l'ancrage de l'acteur dans le territoire. La dimension *domination* comprend une sous-dimension *dégrade* qui mesure le potentiel d'un acteur à exploiter, détruire, se protéger du territoire et une sous-dimension *éloigné* qui mesure la distance qui peut exister entre l'acteur et le territoire. *Préserve* et *dégrade* marquent l'action de l'acteur sur le territoire, *attaché* et *éloigné* marquent l'action du territoire sur l'acteur.

Chacune des 8 sous-dimensions est scindée en 4 composantes, soit 32 au total, renseignées par des indicateurs (n=111). Chaque indicateur est évalué par une note allant de 0 à 3. La notation, inspirée de la méthode Mactor (Godet, 2000), peut être relative à des critères qualitatifs ou quantitatifs selon le cas. La liste des indicateurs est donnée en Annexe IV.19. Ceux-ci découlent tant du travail bibliographique que de l'analyse des entretiens. Au final, chaque dimension, sous-dimension et composante sont évaluées par une note allant de 0 à 1.

La sous-dimension *Estime*

Les 4 composantes de cette sous-dimension posent les questions suivantes : *L'acteur est-il inséré socialement ? L'acteur s'intéresse-t-il aux autres ?* Les 3 premières composantes reflètent l'image générale que se fait l'acteur du *complexe multi-acteurs* : *Regard sur les autres* (Kuty, 1988 ; Bourque & Thuderoz, 2002)¹³¹ mesure l'intérêt qu'il porte aux autres, à leurs projets et sa connaissance des acteurs du *complexe multi-acteurs* ; *Respect des institutions* (Quivy & Van Campenhoudt, 1995) mesure son sentiment envers les lois, les organismes d'Etat, les grands programmes institutionnels ; *Regard sur l'action commune* (Roche, 2002 ; Fisher & Ury, 1983 ; Godet, 2000) la façon dont il envisage la concertation, ses partenaires et s'il repère des objectifs communs. La dernière composante ; *Degré d'implication* (Quivy & Van Campenhoudt, 1995 ; Godet, 2000), estime la façon dont l'acteur s'engage dans l'action commune avec les autres à travers les moyens qu'il utilise, ses motivations, ses attitudes et sa tendance à aller vers les autres.

La sous-dimension *Estimé*

Les 4 composantes de cette sous-dimension posent les questions suivantes : *L'acteur est-il socialement intéressant ? Les autres s'intéressent-ils à l'acteur ? De quoi dispose l'acteur pour se rendre attirant ?* La première, *Potentiel d'attraction* (Quivy & Van Campenhoudt, 1995) propose un état de fait, un constat des atouts dont dispose l'acteur, qui peuvent pousser les autres à aller vers lui. Il peut s'agir de connaissances, de compétences, d'emprise foncière, d'emprise humaine, de partenaires ou de moyens financiers. Les deux suivantes relativisent l'importance des atouts dans le *jeu d'acteurs*, ce qui souligne leur intérêt réel dans le jeu d'acteurs au regard des autres : *Pertinence* (Quivy & Van Campenhoudt, 1995) évalue l'intérêt, la rareté et la disponibilité des atouts ; *Reconnaissance* (Quivy & Van Campenhoudt, 1995) explicite si les atouts sont jugés intéressants et demandés par le *complexe multi-acteurs*. Quant à la dernière, *Regard des autres* (Kuty, 1988 ; Bourque & Thuderoz, 2002), elle propose une indication générale sur la manière dont est perçu l'acteur dans le *complexe multi-acteurs* à travers le sentiment général des autres envers lui et ses projets.

La sous-dimension *Critique*

Les 4 composantes de cette sous-dimension posent les questions suivantes : *L'acteur est-il conscient des problématiques conflictuelles du jeu d'acteurs ? L'acteur est-il positionné par rapport à ces problématiques ?* Les 3 premières composantes font apparaître les valeurs sociales de l'acteur : *Regard sur les autres* (Kuty, 1988 ; Bourque & Thuderoz, 2002) mesure le sentiment général de l'acteur envers les autres et leurs projets ; *Non respect des institutions* (Quivy & Van Campenhoudt, 1995) évalue la capacité critique et le degré de désaccord de l'acteur envers les lois, les normes, les organismes d'Etat et les grands programmes institutionnels ; *Regard sur les enjeux sociaux* (Quivy & Van Campenhoudt, 1995 ; Godet, 2000) mesure la capacité de l'acteur à se positionner dans le jeu social en repérant des acteurs antagonistes, des problèmes et des objectifs divergents. La dernière, *Marge de liberté* (Quivy & Van Campenhoudt, 1995 ; Bourque & Thuderoz, 2002), met en relief la *force de frappe* de l'acteur en question à travers la manière dont il exprime ses désaccords, dont il utilise sa marge de liberté, et son expérience du conflit.

¹³¹ Les références citées derrière chaque composante indiquent les auteurs ayant conduit à la construction de celle-ci et des indicateurs s'y rapportant. Quand il s'agit de Quivy & Van Campenhoudt (1995), la composante est directement tirée de leurs travaux. Néanmoins, les indicateurs ont parfois dû être adaptés à notre contexte d'étude.

La sous-dimension *Critiqué*

Les 4 composantes de cette sous-dimension posent les questions suivantes : *L'acteur est-il source de problématiques conflictuelles dans le jeu d'acteurs ? L'acteur est-il perçu comme conflictuel ?* Les 3 premières composantes font apparaître l'implication de l'acteur dans les litiges du territoire : *Potentiel de litige* (Quivy & Van Campenhoudt, 1995) estime le potentiel conflictuel intrinsèque de l'acteur à travers le potentiel de ses atouts et de ses propos à susciter le conflit ; *Litiges en cours* (Roche, 2002 ; Conan, 1994) évalue les litiges dans lesquels l'acteur est réellement engagé, que ce soit des conflits de personne, d'usage, d'intérêt ou de valeurs morales ; *Importance des litiges* (Godet, 2000 ; Villeneuve & Huybens, 2002) mesure si ses litiges sont médiatisés, s'ils sont d'envergure sur le territoire et si l'acteur est emblématique des dits litiges. La dernière, *Regard des autres* (Kuty, 1988 ; Bourque & Thuderoz, 2002), propose une indication générale sur la manière dont est perçu l'acteur dans le *complexe multi-acteurs* à travers le sentiment général des autres envers lui et ses projets.

La sous-dimension *Préserve*

Les 4 composantes de cette sous-dimension posent les questions suivantes : *L'acteur est-il engagé dans la préservation, la conservation du territoire et plus particulièrement de la nature ? Est-il perçu comme tel ?* La première composante, *Regard sur les enjeux environnementaux* (Ollagnon, 1989 ; Lévêque, 2001), évalue la capacité de l'acteur à repérer, à connaître les problématiques environnementales globales et territoriales, à les analyser et à se positionner sur l'idée de conservation idéale. Les deux suivantes évaluent le regard que porte l'acteur sur ses actions de préservation et le regard que porte le *complexe multi-acteurs* sur ces actions : *Regard de l'acteur sur lui-même* (Ollagnon, 1989) estime le positionnement de l'acteur par rapport au milieu naturel, la nature de ses actions de préservation et ses motivations, ainsi que leur place dans son activité ; *Regard des autres* (Kuty, 1988 ; Bourque & Thuderoz, 2002) évalue la reconnaissance du *complexe multi-acteurs* envers ces actions de préservations, leur importance et leur pertinence. La dernière, *Echelle de préservation* (Micoud, 2000 ; Lévêque, 2001), donne une image globale des actions de préservation de l'acteur à travers le type d'entités préservées, leur importance spatio-temporelle et l'efficacité des moyens engagés.

La sous-dimension *Attaché*

Les 4 composantes de cette sous-dimension posent les questions suivantes : *Existe-t-il un lien privilégié entre l'acteur et le territoire ? Ce lien le rapproche-t-il des ensembles humains et du vivant biologique ?* Les deux premières composantes mesurent ce que l'acteur aime sur le territoire et comment : *Entités aimées* (Moles, 1995) recense le nombre d'entités aimées par l'acteur, leur rareté, les connaissances et l'information dont dispose l'acteur par rapport à celles-ci et la façon dont il en parle ; *Degré d'attachement aux entités* (Moles, 1995 ; banque Mondiale, 2001 ; Godet, 2000) mesure la force du lien qui unit un acteur aux entités aimées à travers la spontanéité du discours, le sentiment et la valeur accordés aux entités et la prise de risque consentie pour les protéger. Les deux dernières composantes évaluent si l'attachement à des entités ne va pas à l'encontre du territoire : *lien identitaire* (Micoud, 2000 ; Deverre, 1998) mesure si l'attachement à des entités rapproche l'acteur des ensembles humains à travers sa réaction face aux menaces humaines pesant sur les entités, la notion de transmission, la reconnaissance de l'entité par le *complexe multi-acteurs* et le lien culture-nature ; *lien différentiel* (Micoud, 2000 ; Lévêque, 2001 ; Deverre, 1998) estime si l'attachement à des entités rapproche l'acteur du vivant biologique à travers sa réaction face aux menaces naturelles pesant sur les entités, la notion de transmission, la place écologique de l'entité et le lien nature-culture.

La sous-dimension *Dégrade*

Les 4 composantes de cette sous-dimension posent les questions suivantes : *L'acteur est-il engagé dans la maîtrise, la dégradation, la destruction du territoire et plus particulièrement des éléments naturels ? Est-il perçu comme tel ?* La première composante, *Regard sur le rapport homme-nature* (Banque Mondiale, 2001 ; Lévêque, 2001 ; Ollagnon, 1989), mesure la perception de la relation qui unit l'homme à son environnement naturel à travers la valeur que l'acteur accorde à la nature, sa perception des menaces que fait peser l'homme sur la nature et réciproquement, et sa perception des responsabilités des dégradations environnementales. Les deux suivantes évaluent le regard que porte l'acteur sur ses actions de dégradation et le regard que porte le *complexe multi-acteurs* sur ces actions : *Regard de l'acteur sur lui-même* (Ollagnon, 1989) estime la manière dont l'acteur perçoit ses dégradations par rapport au *complexe multi-acteurs* et par rapport à la nature, et comment l'acteur prend du recul sur ses activités passées et anticipe ses activités futures ; *Regard des autres* (Kuty, 1988 ; Bourque & Thuderoz, 2002) évalue si l'acteur est souvent cité ou non par les autres pour des actions de dégradation, si elles sont jugées importantes et critiquées de manière virulente. La dernière, *Echelle de dégradation* (Micoud, 2000 ; Lévêque, 2001), donne une image globale des actions de dégradation de l'acteurs à travers le type d'entités dégradées, leur importance spatio-temporelle et les dégradations cachées.

La sous-dimension *Eloigné*

Les 4 composantes de cette sous-dimension posent les questions suivantes : *Existe-t-il une séparation privilégiée entre l'acteur et le territoire ? Cette séparation l'éloigne-t-elle des ensembles humains et du vivant biologique ?* Les deux premières composantes mesurent ce que l'acteur n'aime pas sur le territoire et comment : *Entités non-aimées* (Moles, 1995) recense le nombre d'entités non-aimées par l'acteur ou envers lesquelles il éprouve de l'indifférence, leur rareté, les connaissances et l'information dont dispose l'acteur par rapport à celles-ci et la façon dont il en parle ; *Degré d'éloignement aux entités* (Moles, 1995), mesure la force de la séparation qui éloigne un acteur de certaines entités à travers la spontanéité du discours, le sentiment éprouvé, l'incidence des entités sur les activités de l'acteur et sa réaction au questionnaire structurel. Les deux dernières composantes évaluent si l'éloignement à des entités ne va pas à l'encontre du territoire : *Eloignement identitaire* (Micoud, 2000) mesure si l'éloignement à des entités sépare l'acteur des ensembles humains à travers sa réaction face à ceux qui protègent ces entités ou qui les aiment, la force de son sentiment, l'importance de l'entité en termes d'enjeux du territoire, et sa position d'acteur à rencontrer ou non dans le *complexe multi-acteurs* ; *Eloignement différentiel* (Micoud, 2000) estime si l'éloignement à des entités sépare l'acteur du vivant biologique à travers l'importance écologique des entités non-aimées et si les actions de l'acteur à l'encontre de ces entités ont une répercussion sur d'autres objets naturels.

IV.3.2. Résultats : des empreintes et des représentations différentes

L'analyse globale du *jeu d'acteurs* est issue des grilles d'analyses, des notes du modèle de *l'acteur en 4 dimensions* et des *empreintes territoriales* individuelles de chaque acteur. La partie qualitative des données a fait l'objet d'une analyse par regroupement typologique. La partie quantitative (notes de *l'acteur en 4 dimensions*) est examinée à l'aide d'analyses en composantes principales (ACP) réalisées avec le logiciel ADE-4 (Thioulouse & al., 1997). Cette méthode permet de visualiser, de représenter le *jeu d'acteurs* sur des cartes factorielles.

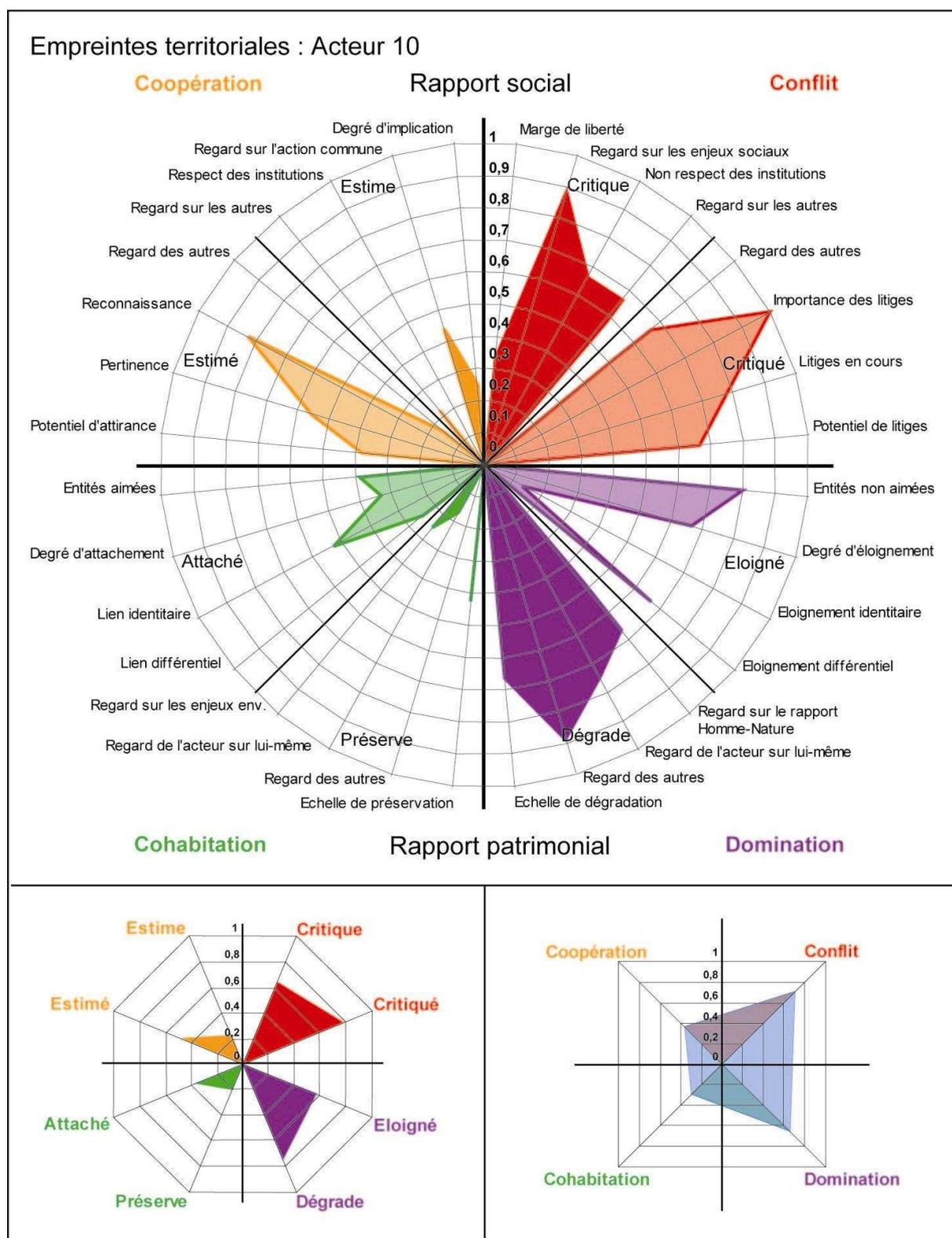


Figure 18. Empreintes territoriales individuelles de l'acteur n°10

[En haut l'empreinte en 32 composantes, en bas à gauche l'empreinte en 8 sous-dimensions et en bas à droite l'empreinte en 4 dimensions. Un code couleur est associé à chacune des dimensions : en orange la coopération, en rouge le conflit, en vert la cohabitation et en violet la domination]

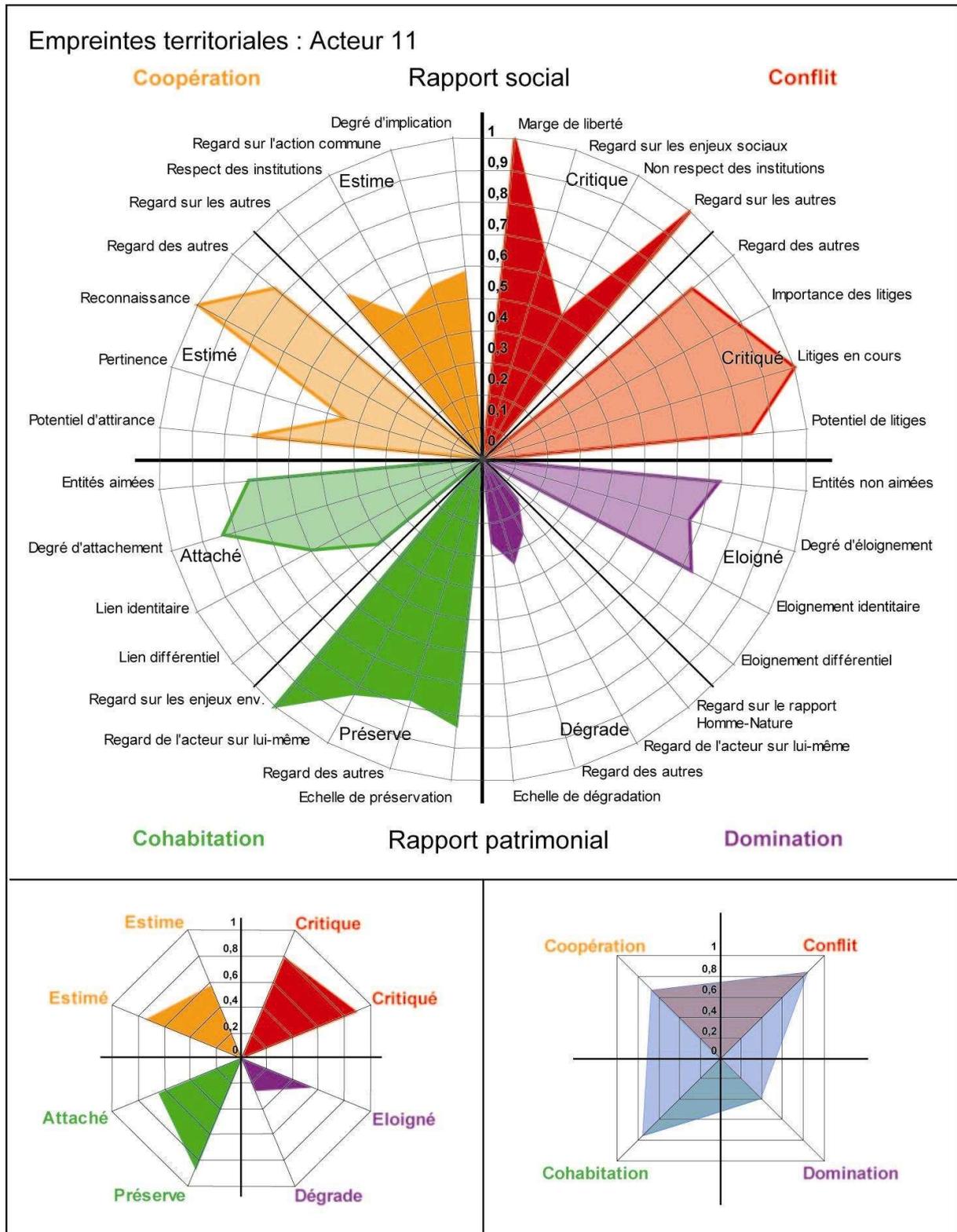


Figure 19. Empreintes territoriales individuelles de l'acteur n°11

[En haut l'empreinte en 32 composantes, en bas à gauche l'empreinte en 8 sous-dimensions et en bas à droite l'empreinte en 4 dimensions. Un code couleur est associé à chacune des dimensions : en orange la coopération, en rouge le conflit, en vert la cohabitation et en violet la domination]

IV.3.2.1. Empreintes territoriales et analyse individuelle

L'analyse individuelle se présente sous la forme de fiches synthétiques (Annexe IV.20.) de quatre pages scindées en 6 parties pour chacun des acteurs interrogés : (1) Description de l'*empreinte territoriale* en 32 composantes ; (2) Représentations graphiques des *empreintes territoriales* ; (3) Analyse de l'*empreinte territoriale* par retour sur hypothèses ; (4) Regard de l'acteur sur l'homme et la nature ; (5) Zoom sur l'hydrosystème ; et (6) Apport pour un médiateur dans une *négociation territoriale*. L'analyse globale qui suit est fondée sur ces fiches synthétiques. Les figures 18. et 19. proposent deux exemples d'*empreintes territoriales* individuelles, respectivement pour un acteur du monde de l'agriculture et un acteur du monde de la protection de la nature. Pour chaque acteur, une *empreinte* représentant les notes des 32 composantes, des 8 sous-dimensions et des 4 dimensions, est proposée. On obtient donc 3 représentations hiérarchisables selon leur précision.

Les *empreintes territoriales* individuelles constituent une représentation en 4 dimensions de chacun des acteurs rencontrés. En retour, elles permettent une lecture rapide des représentations que se font les acteurs du territoire et du *complexe multi-acteurs*. Il existe donc un lien fort entre *empreintes territoriales* et représentations.

IV.3.2.2. Analyse globale du jeu d'acteurs

L'analyse globale s'effectue selon le même cheminement en 6 points que l'analyse des *empreintes* individuelles. Elle s'appuie cette fois sur l'*empreinte territoriale* moyenne globale du *jeu d'acteurs*, des analyses en composantes principales (ACP) et des graphes à bulles. Dans un premier temps, on s'attache à décrire l'*empreinte moyenne globale du jeu d'acteurs* (en 32 composantes). La superposition des *empreintes* doit permettre d'évaluer les points forts et les carences du *jeu d'acteurs*. Dans un deuxième temps, un *retour sur hypothèse* s'effectue par une synthèse des résultats obtenus individuellement associée à une analyse plus fine des sous-dimensions les plus pertinentes. Dans un troisième temps, l'analyse du *regard sur le rapport homme-homme-nature* a pour objectif d'établir une typologie des acteurs selon leur idée de la concertation et de la conservation idéale et leur manière d'aborder leurs propres problèmes et les problèmes du territoire. Dans un quatrième temps, le *zoom sur l'hydrosystème* met en avant les valeurs attribuées par les acteurs aux objets de l'hydrosystème et les enjeux liés à l'eau. Enfin, l'*apport pour un médiateur* synthétise les éléments à mettre en avant lors d'une négociation. Ce dernier point établit une typologie générale du *jeu d'acteurs*, propose des *empreintes territoriales* types pour faciliter leur interprétation, présente un *acteur absent* (nappes phréatiques) particulièrement intéressant dans le cadre de cette étude et donne les besoins des acteurs en termes d'argumentation.

Cette analyse globale du *jeu d'acteurs* propose donc différents types de représentations graphiques (*empreintes territoriales*, cartes factorielles), expose les *représentations sociales* des acteurs et fait ressortir une valeur ajoutée pour un médiateur dans le cadre d'une *aide à la négociation territoriale*.

IV.3.2.2.1. Analyse des *empreintes territoriales* moyennes globales du jeu d'acteurs

Les *empreintes territoriales* moyennes globales du *jeu d'acteurs* sont calculées sur la base des notes obtenues par chaque acteur (n=13) dans chacune des composantes, sous-dimensions et dimensions. Un tableau de synthèse des notes individuelles se trouve en Annexe IV.21.

Si l'*empreinte territoriale* moyenne globale présente 4 sous-dimensions dans la moyenne (notes aux alentours de 0,5), on distingue d'importants écarts à la lecture des composantes. D'une manière générale, les acteurs sont plus facilement critiqués qu'estimés, sauf les institutions. Si les actions de préservation des acteurs sont rarement perçues, les actions de

dégradation sont pointées du doigt. Même si la tendance à la *coopération* semble plus forte, il existe un potentiel de *conflit* non négligeable dans le *complexe multi-acteurs*. Au niveau patrimonial, il est intéressant de noter que les sentiments (*attachement/éloignement*) n'ont que peu de répercussions sur le territoire. En effet, si les acteurs disent aimer de nombreuses entités et se montrent enthousiastes dans le discours, ils semblent focaliser leur attention sur celles-ci. En conséquence, ils ne s'intéressent pas à d'autres entités naturelles. Même chose pour *éloigné*, où les acteurs restent centrés sur les défauts identifiés. Au final, les acteurs rencontrés semblent surtout centrés sur leur activité et la portion de territoire qui la concerne. Pour aller plus loin dans l'analyse, il convient de travailler plus finement sur les notes des acteurs afin de les positionner les uns par rapport aux autres. Pour cela, nous avons utilisé des cartes factorielles issues d'analyses en composantes principales (ACP).

- *Représentation factorielle du jeu d'acteurs dans les 4 dimensions*

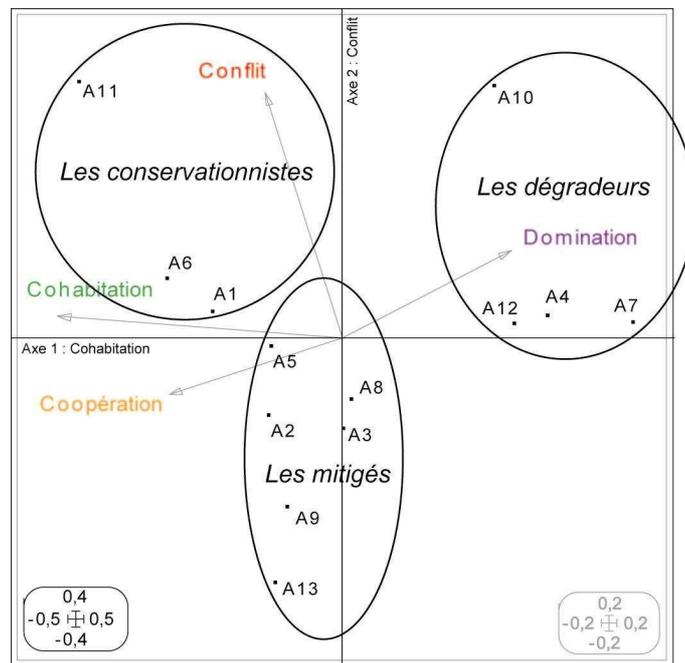


Figure 20. Carte factorielle du jeu d'acteurs en 4 dimensions

[Cette figure superpose le cercle de corrélation des variables (en gris) et la carte factorielle des acteurs (en noir). Les variables (dimensions) utilisées sont les suivantes : orange pour la *coopération*, rouge pour le *conflit*, vert pour la *cohabitation* et violet pour la *domination*. L'axe 1, expliquant 63,5% de la variabilité, est l'axe de la *cohabitation*. Autrement dit, les acteurs sont classés de gauche à droite selon leur tendance à cohabiter avec les éléments du territoire. L'axe 2, expliquant 31,5% de la variabilité, est l'axe du *conflit*. Autrement dit, les acteurs sont classés de haut en bas selon leur tendance à la confrontation avec les autres. En somme, 95% de la variabilité est expliquée par les dimensions *cohabitation* et *conflit*]

Les résultats de l'*acteur en 4D* peuvent être exploités à l'aide d'ACP pour analyse et représentation du *jeu d'acteurs*. Une telle analyse est réalisée sur les 13 acteurs et 4 variables correspondant aux notes moyennes globales des 4 dimensions (Figure 20.).

On peut distinguer 3 groupes d'acteurs. Le premier groupe, *les conservationnistes*, intègre des acteurs (A11, A6, A1) tous issus du monde associatif. Ils sont caractérisés par une forte tendance à la préservation de la nature et par une limitation des actions de dégradation. Ils présentent un fort *rapport social*, l'acteur 11 étant plus nettement dans le conflit. Le second groupe, *les mitigés*, intègre les acteurs 2, 13, 9, 3, 8, tous représentants des institutions, et l'acteur 5. Ils sont caractérisés par une faible tendance à la cohabitation comme à la

domination, ainsi que par une faible dimension conflictuelle. Le troisième groupe, *les dégradeurs*, rassemble des acteurs (A10, A12, A4, A7) tous liés à des activités industrielles et agricoles. Ils sont caractérisés par une faible tendance à la cohabitation et une forte dimension *domination*. On note que l'acteur 10 est en plus particulièrement conflictuel. Pour terminer, la projection en plan de l'ACP ne montre aucun acteur dans une relation de cohabitation non-conflictuelle, de non-cohabitation non-conflictuelle et de faible cohabitation conflictuelle.

L'analyse des *empreintes territoriales* montre donc que le *rapport social* est supérieur au *rapport patrimonial* dans le *jeu d'acteurs*. De plus, on constate que la *cohabitation* est corrélée à la *coopération* et que la *cohabitation* est corrélée négativement à la *domination*.

- *Représentations factorielles du rapport social*

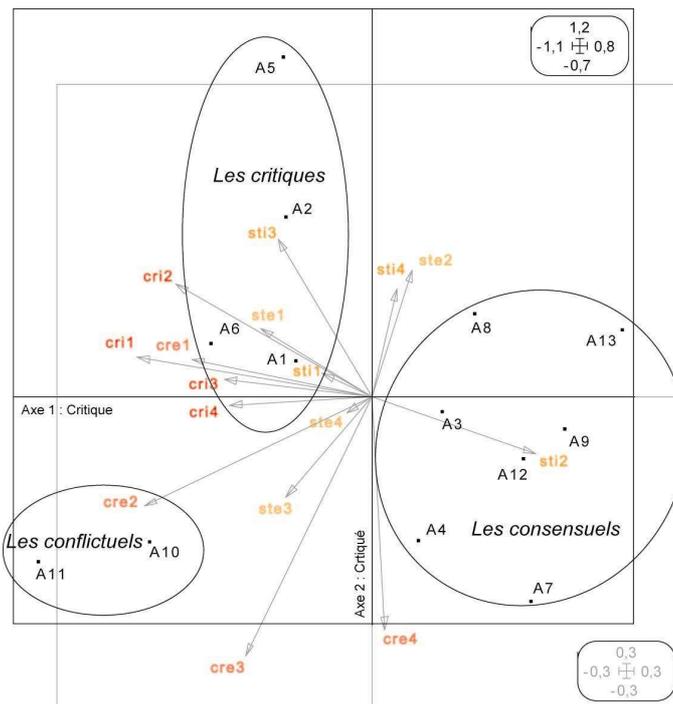


Figure 21. Carte factorielle du rapport social

[Cette figure superpose le cercle de corrélation des variables (en gris) et la carte factorielle des acteurs (en noir).

Les variables (composantes) utilisées sont les suivantes : en rouge clair les composantes de la sous-dimension *critiquée* (cre1 : potentiel de litige, cre2 : litiges en cours, cre3 : importance des litiges, cre4 : regard des autres), en rouge foncé les composantes de la sous-dimension *critique* (cri1 : Regard des autres, cri2 : non respect des institutions, cri3 : regard sur les enjeux sociaux, cri4 : marge de liberté), en orange clair les composantes de la sous-dimension *estimé* (ste1 : potentiel d'attrance, ste2 : pertinence, ste3 : reconnaissance, ste4 : regard des autres), en orange foncé les composantes de la sous-dimension *estime* (sti1 : regard sur les autres, sti2 : respect des institutions, sti3 : regard sur l'action commune, sti4 : degré d'implication).

L'axe 1 (expliquant 30,5% de la variabilité) est l'axe de la *critique*. De gauche à droite, les acteurs sont classés selon leur *virulence dans la critique des autres*. L'axe 2 (expliquant 23% de la variabilité) est l'axe du *regard des autres dans la critique*. De bas en haut apparaissent des acteurs très critiqués à non vus]

Une ACP réalisée sur les composantes du *rapport social* permet de mieux appréhender les relations entre acteurs (Figure 21.). Il apparaît que seule la dimension *conflit* caractérise les acteurs. Il est possible de différencier 3 grands groupes d'acteurs. Le premier groupe, *les conflictuels* (A10 et A11), représente des acteurs à la fois très critiques envers les autres et très critiqués par le *complexe multi-acteurs*. Le deuxième groupe, *les critiques* (A6, A5, A2, A1), montre des acteurs qui critiquent plus qu'ils ne sont critiqués. On observe que l'acteur 5 est nullement pointé du doigt par le *complexe multi-acteurs*. Le troisième groupe, *les*

consensuels, présente des acteurs (A4, A3, A8, A12, A7, A9, A13) qui critiquent rarement les autres. Néanmoins, on distingue 3 sous-groupes parmi ces acteurs : ceux qui ne sont pas critiqués (A8 et A13), ceux qui sont souvent critiqués (A3, A9, A12) et ceux qui sont très critiqués (A4, A7).

Si la plupart des acteurs sont faciles à regrouper, il est plus difficile de trouver la place, le groupe d'appartenance de l'acteur 5 qui semble toujours un peu isolé : c'est l'*acteur faible* du jeu d'acteurs.

Pour approfondir le point précédent et pour jauger la façon dont sont perçus les acteurs, il est intéressant de réaliser une ACP avec les notes des composantes des sous-dimensions *estimé* et *critiqué* (Figure 22.).

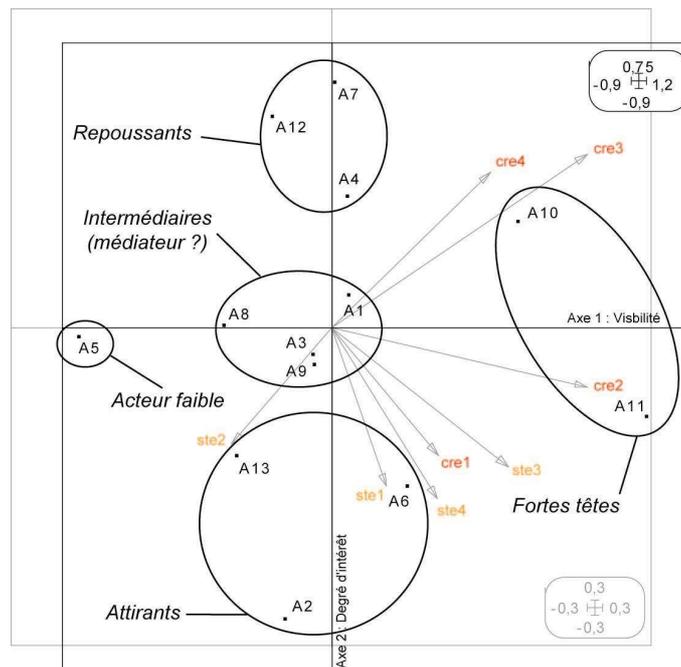


Figure 22. Carte factorielle du regard des autres

[Cette figure superpose le cercle de corrélation des variables (en gris) et la carte factorielle des acteurs (en noir). Les variables (composantes) utilisées sont les suivantes : en rouge les composantes de la sous-dimension *critiqué* (cre1 : potentiel de litige, cre2 : litiges en cours, cre3 : importance des litiges, cre4 : regard des autres), en orange les composantes de la sous-dimension *estimé* (ste1 : potentiel d'attraction, ste2 : pertinence, ste3 : reconnaissance, ste4 : regard des autres).

L'axe 1 (expliquant 41,3% de la variabilité), *visibilité dans le jeu d'acteurs*, classe les acteurs de droite à gauche selon qu'ils sont vus ou non par le *complexe multi-acteurs*. L'axe 2 (expliquant 30,2% de la variabilité), *degré d'intérêt*, classe les acteurs de bas en haut selon qu'ils disposent d'atouts reconnus par les autres ou non]

On distingue 5 groupes :

- les *fortes têtes* regroupent les acteurs (A10, A11) les plus visibles, les plus exposés du *jeu d'acteurs*. Si l'acteur 10 présente peu d'intérêt pour les autres, l'acteur 11, quant à lui, est estimé pour ses atouts.

- les *attirants* rassemblent les acteurs (A6, A2, A13) moyennement vus mais reconnus pour leurs atouts jugés pertinents.

- les *intermédiaires* représentent des acteurs (A3, A9, A8, A1) moyennement vus et moyennement reconnus par le *complexe multi-acteurs*. Placés ainsi au cœur de la carte factorielle, ces acteurs pourraient éventuellement jouer le rôle de médiateurs dans le cadre d'une médiation passerelle, d'autant que l'acteur 3 est un élu *multi-appartenances*.

- les *repoussants* regroupent des acteurs (A7, A4, A12) moyennement vus mais nullement reconnus pour leurs atouts et souvent décriés par les autres.
- l'*acteur faible* isole un acteur (A5) non visible qui reste alors ni critiqué ni estimé.

Pour compléter, un histogramme (Figure 23.) représente chacun des acteurs selon qu'il est *critiqué* ou *estimé* par le *complexe multi-acteurs*. Il est construit à partir de l'analyse des entretiens dans laquelle a été comptabilisé l'ensemble des *affinités* et *animosités* par acteur. Chaque barre de l'histogramme correspond au nombre de critiques positives et négatives recensées, sans tenir compte de l'intensité du propos. On remarque que chacun des mondes des acteurs enquêtés est présent dans le discours des autres.

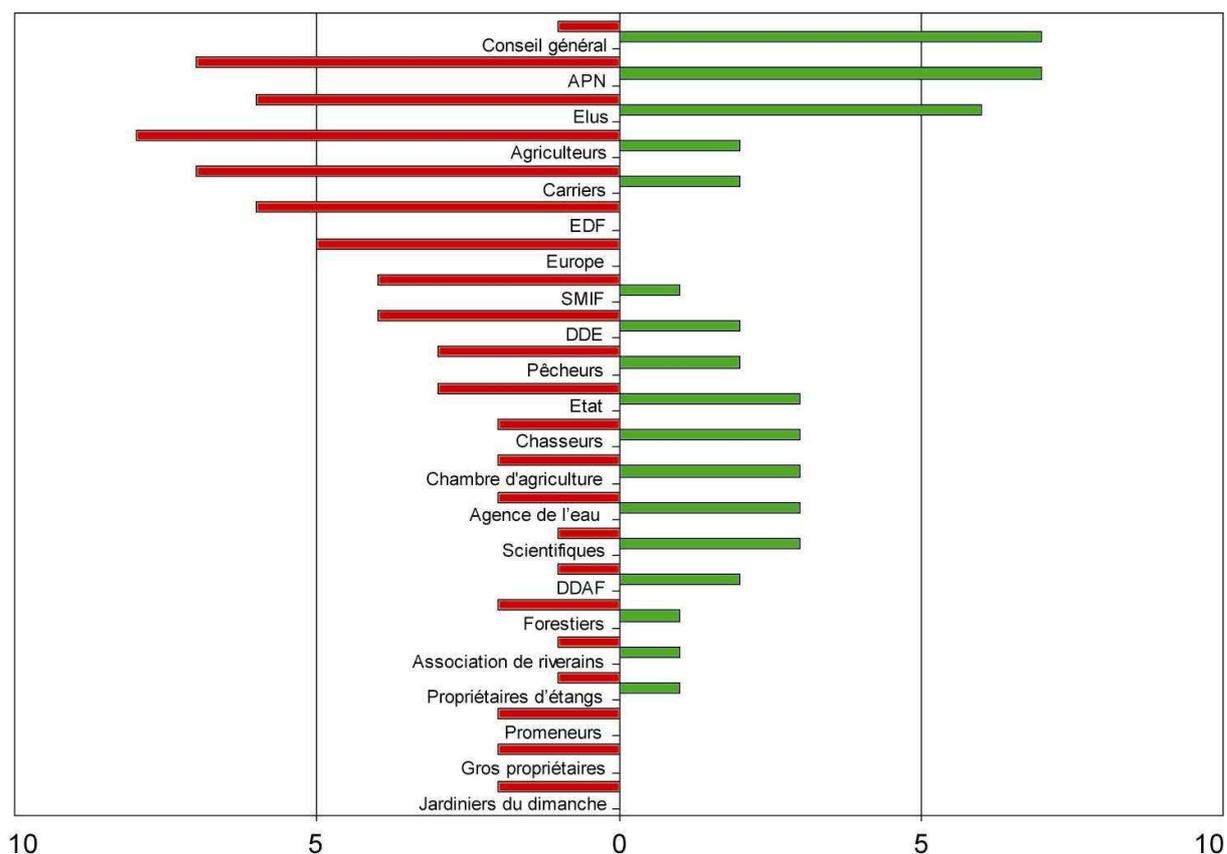


Figure 23. Histogramme des affinités et des animosités

[Les barres rouges comptabilisent le nombre de fois où un acteur provoque l'animosité, les barres vertes le nombre de fois où un acteur provoque l'affinité. Le type d'acteur concerné est situé sous la barre.

APN : Association de protection de la nature ; SMIF : Syndicat mixte d'irrigation du Forez]

On distingue 3 groupes :

- les *peu vus*, au bas de l'histogramme, des jardiniers du dimanche à la DDAF. Ce sont des acteurs peu évoqués lorsqu'on aborde les problématiques territoriales. Si les 3 premiers sont uniquement critiqués, les 4 suivants sont à la fois critiqués et estimés.

- les *vus*, au centre de l'histogramme, des scientifiques à l'Europe plus ou moins critiqués et estimés. On note que l'institution européenne est uniquement critiquée.

- les *notoires*, en haut de l'histogramme de EDF au Conseil Général. On distingue 3 sous-groupes : EDF, carriers et agriculteurs nettement critiqués ; élus et APN également critiqués et estimés ; le Conseil général nettement estimé. Les acteurs notoires les plus critiqués sont souvent impliqués dans des litiges significatifs du territoire.

• Représentation factorielle du rapport patrimonial

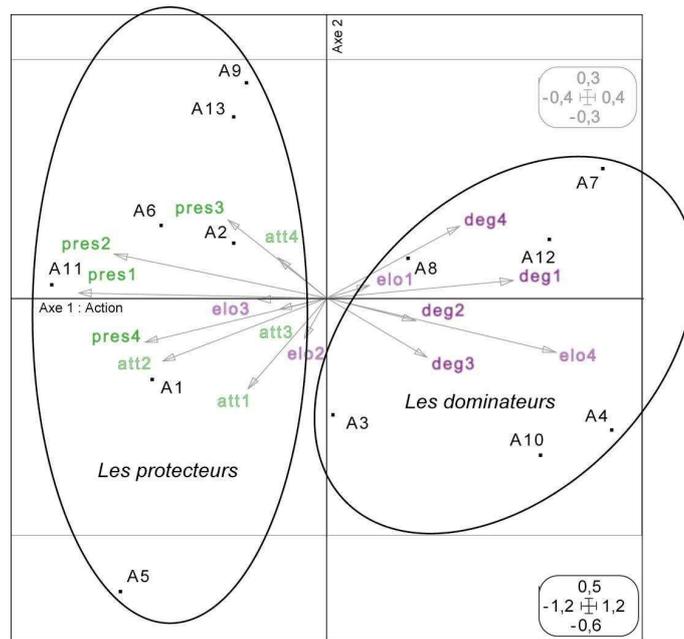


Figure 24. Carte factorielle du rapport patrimonial

[Cette figure superpose le cercle de corrélation des variables (en gris) et la carte factorielle des acteurs (en noir).

Les variables (composantes) utilisées sont les suivantes : en vert foncé la sous-dimension *préserve* (pres1 : regard sur les enjeux environnementaux, pres2 : regard de l'acteur sur lui-même, pres3 : regard des autres, pres4 : échelle de préservation), en vert clair la sous-dimension *attaché* (att1 : entités aimées, att2 : degré d'attachement, att3 : lien identitaire, att4 : lien différentiel), en violet foncé la sous-dimension *dégrade* (deg1 : regard sur le rapport homme-nature, deg2 : regard de l'acteur sur lui-même, deg3 : regard des autres, deg4 : échelle de dégradation), en violet clair la sous-dimension *éloigné* (elo1 : entités aimées, elo2 : degré d'éloignement, elo3 : éloignement identitaire, elo4 : éloignement différentiel).

L'axe 1 (expliquant 67% de la variabilité) classe les acteurs de gauche à droite selon leurs *actions et intentions de préservation ou de dégradation*. L'axe 2, n'expliquant que 8% de la variabilité, semble classer les acteurs de bas en haut selon leur *degré d'attachement*]

Cette ACP est réalisée à partir des notes globales des composantes du *rapport patrimonial* (Figure 24.). Les acteurs sont caractérisés par l'opposition des dimensions *préserve* et *dégrade*. On distingue alors uniquement deux groupes d'acteurs selon l'axe 1 : *les protecteurs* (A11, A5, A1, A6, A2, A13, A9) et *les dominateurs* (A3, A8, A10, A12, A7, A4). Si l'acteur 5 semble se distinguer par un attachement plus fort au territoire, les acteurs 9, 13 et 7 semblent au contraire se distinguer par un éloignement plus marqué.

Pour compléter, il est possible de recenser les *entités aimées* et les *entités non-aimées* par les acteurs du territoire. Les données sont issues de l'analyse du discours et du questionnaire structurel.

On observe trois groupes d'entités. Premièrement, les entités qui représentent essentiellement des *défauts du territoire*. Parmi elles on distingue des objets issus de la société moderne (barrages, autoroutes, gravières, digues), des activités humaines et résultantes (irrigation, urbanisation, déprise agricole, pollution industrielle et domestique), des phénomènes ou objets naturels (climat, crues, cormorans, nuisibles) ainsi qu'un volet social non négligeable : les mentalités. Ces dernières, avec l'urbanisation et le barrage de Grangent, sont les défauts les plus cités du territoire. Deuxièmement, des *entités à la fois aimées et non-aimées* qui sont relativement peu nombreuses. Ces entités sont centrales car elles cristallisent, pour une part, les enjeux et les conflits potentiels du territoire. On y retrouve d'un côté des

objets liés à l'hydrosystème et à la nature (fleuve Loire, étangs, cours d'eau, Canal du Forez, Ecopôle), et de l'autre des entités agricoles (propriété privée, qualité des sols, agriculture). On observe que l'agriculture présente des notes maximums à la fois comme entité aimée et non-aimée. L'agriculture et les valeurs d'aménagement de la nature apparaissent ici clairement comme les deux enjeux du territoire potentiellement conflictuels. Troisièmement, les *entités essentiellement aimées*. Parmi elles, on distingue des activités humaines et résultantes (chasse et pêche, finance de l'eau, Biterne), un volet lié au passé (activités traditionnelles, paysage, bâti, haies, patois), des objets naturels (biodiversité, milieux naturels, oiseaux, truite, nappe phréatique, têtes de bassin) ainsi qu'un volet plus social (générations futures et unité territoriale). Les entités les plus citées appartiennent à des groupes différents, les activités traditionnelles pour le passé, la diversité biologique pour les objets naturels, la chasse et la pêche pour les activités présentes. Pour conclure, on constate que les activités passées font l'unanimité, la nostalgie étant très présente sur ce territoire. Cependant, ancrés dans le passé, de nombreux acteurs redoutent les effets des activités modernes et les changements qu'elles provoquent sur le territoire. Figurant dans les trois groupes, nature et agriculture font débat et sont résolument les points sensibles sur le territoire.

IV.3.2.2.2. Retour sur hypothèses

- *H1 : les relations humaines s'expliquent aussi par un rapport patrimonial*

L'analyse du discours et des *empreintes territoriales* souligne l'existence de liens du *rapport patrimonial* vers les relations sociales. On observe une influence plus ou moins marquée des sous-dimensions patrimoniales vers les sous-dimensions sociales.

Les acteurs très attachés à des entités du territoire s'avèrent très critiques envers le *complexe multi-acteurs*, notamment ceux qui menacent ces entités. L'acteur 1, par exemple, étant très attaché aux cours d'eau, critique avec vigueur le monde agricole pour ses pratiques polluantes et les institutions pour des normes inadaptées. De même, ceux qui défendent une *valeur morale* d'aménagement du territoire critiquent les acteurs qui en adoptent une autre. L'acteur 2 défend l'idée d'une nature diversifiée et critique les partisans d'une *nature entretenue* à l'image d'un jardin, d'un parc. Au contraire, les partisans d'une même vision du territoire s'apprécient, même si des conflits de positions viennent entraver une coopération potentielle. On observe une telle situation chez deux protecteurs de la nature (A1 et A11) dont les objectifs sont assez similaires, mais que des conflits de personnes empêchent de coopérer. La sous-dimension *attaché* influence donc directement les sous-dimensions *estime* et *critique*.

Les acteurs engagés dans des actions de préservation sont parfois critiqués par le *complexe multi-acteurs* qui les considère comme facteur de blocage de projets et comme une contrainte par rapport aux usages et à leur activité. Ainsi, l'acteur 11 est parfois considéré comme un *intégriste de l'écologie* et l'acteur 1 *comme un empêcheur de polluer*. Au contraire, certains acteurs sont appréciés pour leurs activités sur le territoire, jugées bénéfiques, mais rares sont ceux qui sont réellement estimés pour leurs actions de préservation : seul l'acteur 11 est reconnu pour cela. Par exemple, les pratiques agricoles sont jugées essentielles pour la survie du territoire, mais aussi très critiquées. Il est intéressant de noter que d'autres acteurs (A1, A6 et A12) veulent modifier leurs pratiques et limiter leurs impacts environnementaux pour changer leur mauvaise image et devenir plus estimés. La sous-dimension *préserve* influence la sous-dimension *critiquée* et dans une moindre mesure *estimée*.

Il est notable que les acteurs qui dégradent le plus sont les plus critiqués. A l'opposé des actions de préservation, les actions de dégradation sont non seulement reconnues mais aussi décriées par le *complexe multi-acteurs*. Ainsi, les pratiques agricoles et industrielles (A7, A10 et A12) sont très largement pointées du doigt. En général, les dominateurs (A7, A4)

n'estimant et ne critiquant personne s'avèrent distants du *complexe multi-acteurs*. La sous-dimension *dégrade* influence directement la sous-dimension *critiquée*.

On distingue deux types d'éloignés ayant des répercussions différentes sur le *rapport social*. Premièrement, on observe que les acteurs identifiant de nombreux défauts sur le territoire critiquent ceux qui en sont responsables, porteurs ou défenseurs. Ainsi, l'acteur 10 ne percevant que des inconvénients à vivre près d'un fleuve, fustige ses défenseurs (A9, A11). Deuxièmement, il y a les acteurs qui n'avouent repérer aucun défaut sur le territoire, mais qui s'en trouvent éloignés. Ceux-là apparaissent distants du *complexe multi-acteurs* (A4, A7, A13). La sous-dimension *éloignée* influence directement la sous-dimension *critique*.

Globalement, on note que chaque sous-dimension du *rapport patrimonial* a un impact social. On observe deux groupes de relations. On remarque d'abord que les sentiments par rapport au territoire (*éloigné-attaché*) influencent surtout le regard sur les autres (*estime-critique*). On note ensuite que les actions territoriales (*préserve-dégrade*) influencent surtout le regard des autres (*estimé-critiqué*).

Pour conclure, il est clair que le *rapport patrimonial* joue sur les relations sociales à travers des actions (*dégrade-préserve*) et des sentiments (*attaché-éloigné*). Ces actions et sentiments portent sur des objets du territoire auxquels il faut s'intéresser à travers le questionnaire suivant : *Quels sont les objets qui font du lien sur le territoire ? Quels sont ceux qui en défont ?*

- H2 : *les pratiques environnementales s'expliquent aussi par un rapport social*

L'analyse du discours et des *empreintes territoriales* souligne l'existence de liens du *rapport social* vers les relations patrimoniales. On observe une influence plus ou moins marquée des sous-dimensions sociales vers les sous-dimensions patrimoniales. Cette influence, si elle existe, est moins facile à appréhender.

Nombre d'acteurs cherchent la reconnaissance du *complexe multi-acteurs* : être peu *estimé* sur le territoire est synonyme d'un faible pouvoir d'action. L'acteur 1, par exemple, pense qu'une meilleure reconnaissance faciliterait ses pratiques de préservation et augmenterait son échelle d'action. L'acteur 11, reconnu sur le territoire, mène des actions de plus large ampleur. La sous-dimension *estimé* semble donc influencer la sous-dimension *préserve*.

Les acteurs qui estiment les autres modifient leurs actions pour s'en rapprocher davantage. Selon le type d'acteur fréquenté, ils peuvent être conduits tant à des actions de préservation que de dégradation. L'acteur 3, pour se rapprocher des industriels, favorise l'extraction de granulats sur sa commune. L'acteur 9 au contraire, au contact des APN, a modifié sa gestion du domaine public fluvial pour la rendre plus respectueuse du fleuve. On constate aussi que le fait d'estimer certains acteurs peut conduire à un attachement envers des entités territoriales. C'est le cas de l'acteur 5 qui, attaché aux générations passées, est très attaché à la Plaine du Forez. La sous-dimension *estime* influence donc les sous-dimensions *attaché*, *préserve* et *dégrade*.

Si la sous-dimension *critique* ne semble avoir aucune répercussion sur le *rapport patrimonial*, la sous-dimension *critiqué*, quant à elle, a une influence marquée. D'abord, il est notoire que les acteurs critiqués pour leur dégradation (A1, A6, A8, A12) tentent de s'engager dans la préservation pour changer leur image. Les acteurs 1 et 6, par exemple, veulent limiter les lâchers (poissons, gibiers) pour favoriser la reproduction naturelle et avoir ainsi meilleure presse. D'autres, au contraire, se braquent face aux nombreuses critiques dont ils sont l'objet et s'en protègent en s'éloignant du territoire. Les agriculteurs (A10) par exemple, égratignés par de nombreuses critiques sur les impacts négatifs de leur activité, s'isolent du *complexe multi-acteurs* et s'éloignent d'entités ciblées : des objets qu'on les accuse de dégrader ou qui

deviennent des contraintes avec le poids de normes (fleuve, cours d'eau...). La sous-dimension *critiqué* influence les sous-dimensions *éloigné* et *préserve*.

Il existe aussi plusieurs points annexes de l'influence du social sur le patrimonial qui méritent d'être éclairés. On découvre d'abord que nombre d'actions de préservation découlent de programmes institutionnels. Les *acteurs institutionnels* (A2, A9, A8, A12, A13) ont pour objectif de mettre en œuvre les directives qui viennent de l'Etat ou de l'Europe, à l'échelle locale. Ainsi, le jeu social global influence directement le *rapport patrimonial* local. Par exemple, les acteurs 2 et 13 influencent le *rapport patrimonial* des *acteurs locaux* par leur statut de financeurs. Si les institutions favorisent la préservation, certains acteurs les accusent d'être responsables de dégradations territoriales. Les agriculteurs (A10) fustigent les institutions : en suivant leurs conseils et en modifiant leurs pratiques, ils se sont retrouvés dans la peau de destructeurs.

Globalement, on constate que la sous-dimension *critique* n'a pas d'influence sur le *rapport patrimonial*. Il est intéressant de noter que la dimension *coopération* pousse à la *cohabitation* avec le territoire. Le fait d'estimer et d'être estimé semble encourager à être attaché et à préserver. Pour terminer, on remarque que pour certains acteurs (A4, A7), notamment les dominateurs, leur *rapport social* n'a aucune répercussion sur leurs pratiques territoriales.

Pour conclure, il apparaît que l'hypothèse H2 est moins facile à cerner que l'hypothèse H1. Autrement dit, le *rapport social* a des *répercussions plus diffuses sur le rapport patrimonial*. Il semble néanmoins que la coopération favorise la cohabitation sur ce territoire. C'est-à-dire que certains liens entre acteurs modifient des objets du territoire : *Mais quels liens modifient quels objets ?*

- *H3 : un consensus peut aboutir à la dégradation d'un bien environnemental*

Comme nous l'avons vu, les entités aimées et non-aimées par les acteurs peuvent être classées selon qu'elles sont issues de la société moderne, objets ou phénomènes naturels, objets sociaux. On retrouve ces différentes entités positionnées sur la *carte factorielle du regard des autres* de la figure 22. (Figure 25.).

Pour chaque acteur sont indiqués les principaux défauts et les principales entités aimées, et ce pour évaluer le poids des entités aimées et non-aimées dans la négociation selon la force des acteurs. On peut donc, en fonction des groupes d'acteurs repérés précédemment, appréhender la manière dont seront prises en compte les différentes entités :

– *les fortes têtes* sont porteurs d'entités qu'ils rendent visibles. Des entités qui feront forcément débat puisque leurs porteurs sont à la fois critiqués ou estimés et dans le conflit. On constate que le défaut principal de l'acteur 10 représente l'entité aimée principale de l'acteur 11 : le fleuve Loire. Par ailleurs, il apparaît que les valeurs défendues par l'un (propriété, passé), sont décriées par l'autre qui identifie comme défaut principal les mentalités rurales. En conséquence, ces deux acteurs cristallisent un des gros antagonismes du complexe multi-acteurs : l'opposition ruralité-conservationnisme.

– *les attirants* sont porteurs d'entités institutionnalisées. Ces acteurs étant reconnus (A2, A6, A13), ils pourront facilement faire passer leurs entités dans une négociation. Ils sont porteurs d'entités aimées tant globales (*gestion équilibrée*, biodiversité) que plus locales (gibier, étangs). Si les premières sont généralement bien admises, les secondes sont potentiellement source de conflit. Les défauts mis en avant, quant à eux, représentent aussi bien des points noirs ponctuels du territoire (barrage) que des problématiques plus générales qui touchent le social (agriculture, mentalités).

– *les repoussants* ne sont pas réellement porteurs d'entités. Ces acteurs étant très critiqués et très centrés sur leur activité (A4, A7, A12), leurs visions seront systématiquement contrées

par le *complexe multi-acteurs* et sources de conflit. Peu attachés au territoire, ces acteurs identifient comme défauts des phénomènes naturels (crues, climat).

– *les intermédiaires* sont porteurs d'entités variées. Ces acteurs (A1, A3, A8, A9) étant moyennement vus et reconnus, leurs entités aimées et non-aimées pourraient passer sous silence lors d'une négociation. Premièrement, on retrouve des entités aimées (fleuve Loire) et des défauts (agriculture) déjà évoqués précédemment. On note que l'agriculture apparaît et dans défauts et dans entités aimées. Deuxièmement, on observe de nouvelles entités aimées (cours d'eau, poissons, Plaine du Forez) ou de nouveaux défauts (gravières, déprise agricole, faible attirance touristique du territoire).

– *l'acteur faible*, porteur d'entités peu visibles ou invisibles. Ce type d'acteur (A5) n'étant ni estimé, ni critiqué, il pourra difficilement participer à une négociation et il lui sera impossible de mettre en avant ses entités : des *acteurs absents*. Ainsi, l'acteur 5 est défenseur d'une philosophie humaniste, passeur des activités traditionnelles aux générations futures et condamne les excès de la société moderne. Etant isolé, l'acteur se contente de son autonomie et ne manifeste pas de velléité particulière à s'engager dans l'action commune et à faire valoir son point de vue auprès des autres.

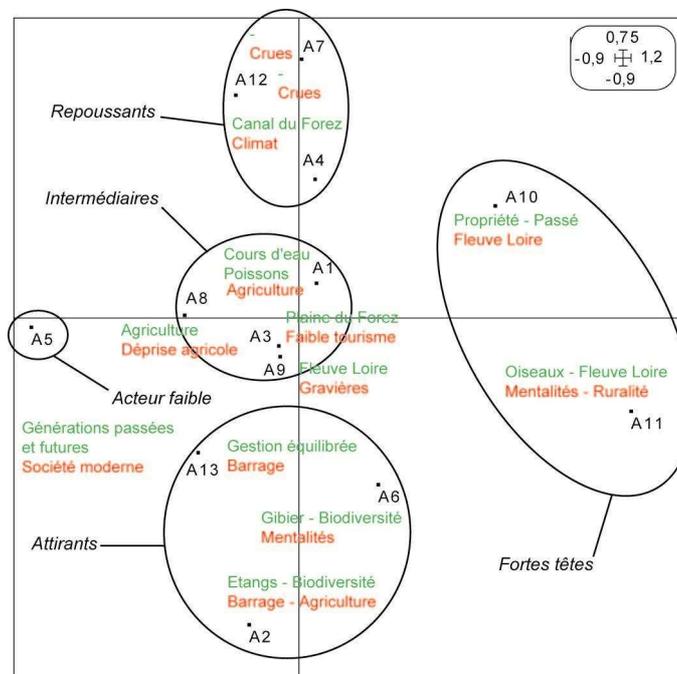


Figure 25. Entités aimées et entités non-aimées selon le regard des autres sur les acteurs

[Cette figure reprend comme fond la carte factorielle du regard des autres (Figure 22.) à laquelle sont ajoutées pour chacun des acteurs en vert les principales entités aimées et en rouge les principales entités non-aimées]

En conséquence, on distingue 5 types d'entités selon leur degré de visibilité :

– des entités rendues visibles par des acteurs très conflictuels, antagonistes et très critiqués (fleuve Loire, agriculture, mentalités, Canal du Forez, crues, climat).

– des entités rendues visibles par institutionnalisation par des acteurs reconnus (biodiversité, *gestion équilibrée*, barrage, agriculture, mentalités) ;

– des entités en marge portées par des acteurs peu vus et peu reconnus (cours d'eau, poissons, gravières, faible tourisme) ;

– des entités oubliées portées par des *acteurs faibles* (activités traditionnelles, lien inter-générationnel, nostalgie d'un mode et d'un cadre de vie passée) ;

– des entités non-évoquées portées par aucun des acteurs rencontrés comme par exemple les nappes phréatiques, l’atmosphère, ou seulement considérées comme défauts (les plantes aquatiques).

Pour conclure, un consensus entre *fortes têtes* et *attirants* laisserait de côté un certain nombre d’acteurs *absents* portés par les *acteurs intermédiaires* et *faibles*. Un consensus entre *repoussants* aboutirait à la domination/dégradation d’entités naturelles considérées comme nuisibles et menaçantes. Un consensus entre tous ces acteurs laisse de côté les nappes phréatiques, une entité dégradée à laquelle personne ne semble attaché.

- H4 : les pratiques conservationnistes peuvent créer des conflits

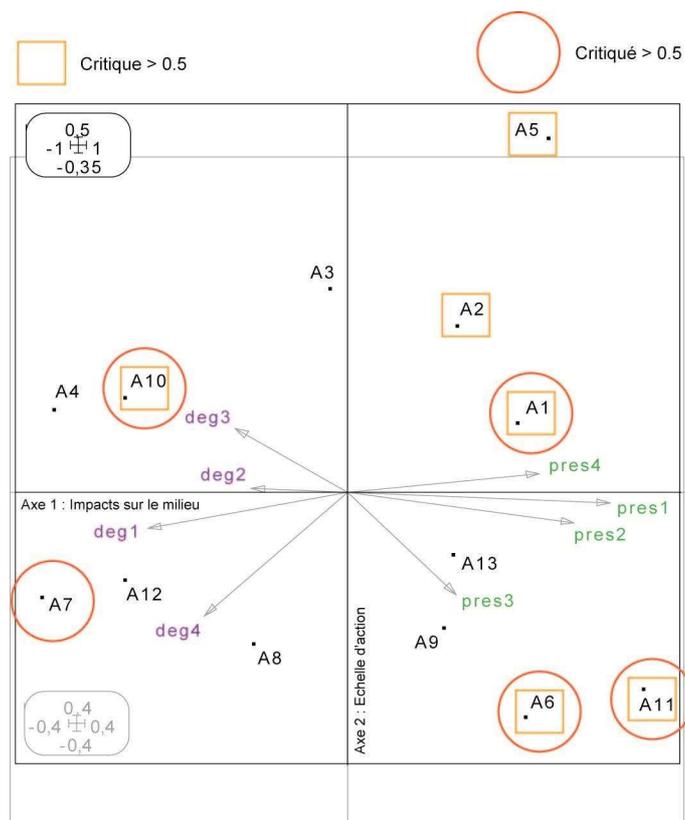


Figure 26. Carte factorielle de l’action des acteurs sur le territoire selon leur dimension conflictuelle [Cette figure superpose le cercle de corrélation des variables (en gris), la carte factorielle des acteurs (en noir) et le rapport patrimonial des acteurs (cercle et carré de couleurs). Les variables (composantes) utilisées sont les suivantes : en vert la sous-dimension *préserve* (pres1 : regard sur les enjeux environnementaux, pres2 : regard de l’acteur sur lui-même, pres3 : regard des autres, pres4 : échelle de préservation), en violet la sous-dimension *dégrade* (deg1 : regard sur le rapport homme-nature, deg2 : regard de l’acteur sur lui-même, deg3 : regard des autres, deg4 : échelle de dégradation). Les cercles rouges indiquent quand la note de la sous-dimension *critiqué* d’un acteur est supérieure à 0,5, les carrés orange quand la note de la sous-dimension *critique* d’un acteur est supérieure à 0,5.

L’axe 1 (expliquant 74,5% de la variabilité) *impacts sur le milieu* classe les acteurs de gauche à droite respectivement selon qu’ils dégradent ou préservent. L’axe 2 (n’expliquant que 9,8% de la variabilité) *échelle d’action* classe les acteurs de bas en haut selon l’étendue de leurs impacts]

La figure 26. superpose les notes des sous-dimensions *critique* et *critiqué* sur la carte factorielle d’une ACP réalisée sur les composantes des sous-dimensions *préserve* et *dégrade*. On constate que les acteurs qui préservent sont ceux qui critiquent le plus (A11, A6, A1, A5, A2). Parallèlement, on constate que les acteurs les plus ancrés dans la conservation sont les plus critiqués (A11, A6, A1).

Sur ce territoire, la préservation environnementale est donc source de conflits et se structure selon trois attitudes :

– *les purs et durs* se caractérisent par une attitude à tendance écocentrée (A11, A6, A5, A1). Ces acteurs, appartenant tous au monde associatif, affichent des positions tranchées, s'avèrent très attachés à certains objets privilégiés et actifs dans la conservation. Etant difficilement prêts au compromis, ils sont souvent engagés dans des conflits que ce soit conflits de personnes, d'usage ou de *valeurs morales*. L'acteur 11 occupe une position particulière, car s'il considère qu'il est le seul à réellement agir pour la préservation, les autres trouvent cette revendication injuste et reprochent à cet acteur ses positions extrémistes et méprisantes.

– *les empathiques* se détachent par une attitude modérée (A2, A9, A13). Ces acteurs de la sphère publique affichent des positions plus consensuelles et envisagent la préservation dans un cadre de concertation et de coopération. Ils cherchent à limiter le conflit à tout prix, quitte à faire d'importants compromis en matière de préservation. Etant peu sur le terrain, ils prônent un équilibre entre activités humaines et milieux naturels, un discours qui se concrétise par du conseil et des financements. Ces acteurs, placés entre deux feux, se trouvent critiqués par les *purs et durs*, les jugeant trop laxistes dans la préservation, et par les *minimalistes*, les jugeant trop sévères et trop contraignants en matière de préservation.

– *les minimalistes* regroupent différentes catégories d'acteurs, tous peu tournés vers la conservation (A3, A7, A8, A4, A10, A12). D'une manière générale, ces acteurs sont exclusivement centrés sur leur activité et son développement. En conséquence, ils font preuve de peu d'empathie envers les autres et critiquent les conservationnistes qu'ils considèrent comme une entrave à leur activité. Parmi ces acteurs, on distingue ceux qui se sentent nullement concernés par l'idée de conservation (A4, A7), ceux qui avouent leurs impacts sans pour autant les limiter (A10, A3), ceux qui disent s'engager vers de meilleures pratiques environnementales (A12, A8). Globalement ils sont tous très critiqués par les *purs et durs*, et si certains jugent ces attaques exagérées, d'autres les accueillent comme des idées utopiques, irréalistes et déconnectées de la réalité.

Après avoir décrit les différentes attitudes des acteurs dans la conservation, voyons maintenant comment ils considèrent les autres. Les *purs et durs* ont une vision et des actions centrées sur la préservation de certains *acteurs absents*, ils occultent alors les répercussions sur certains acteurs du territoire. En général, ils ne sont pas les *porte-voix d'acteurs faibles*. Soulignons que ces acteurs se disent souvent impuissants et non-entendus. Ainsi, ils focalisent leur énergie pour transmettre leurs idées et ne se sentent pas responsables d'autres acteurs. Les *empathiques*, quant à eux, abordent l'élargissement de la concertation devant tenir compte d'un maximum d'acteurs dans leurs discours. Ils souhaitent intéresser et impliquer les acteurs en général, mais aucun en particulier. Si on ne peut les considérer réellement comme *porte-voix d'acteurs faibles*, ils les poussent à se manifester pour aboutir à un consensus. Les *minimalistes*, pour finir, semblent se faire les *porte-voix* les uns des autres autour d'un thème central : l'agriculture. Ces acteurs s'unissent pour faire face aux critiques des conservationnistes et pour défendre des intérêts convergents. En effet, le monde agricole présente de forts potentiels : économique (vente d'eau pour l'irrigation), foncier (achat de terrains pour l'exploitation de granulats), électoral, et potentiel de vie dans les campagnes (maintien d'une population rurale). Ainsi, chacun de ces acteurs se fait le *porte-voix* d'autres acteurs par clientélisme.

Pour conclure, les conservationnistes ne tiennent pas compte des *acteurs faibles* et focalisent leurs efforts sur les *acteurs absents*. La conservation environnementale est donc synonyme de conflits sur le territoire. On retrouve l'antagonisme majeur du territoire, à savoir

la dualité agriculture-nature : deux mondes qui s'opposent pour l'instant. On ressent néanmoins quelques velléités de rapprochement de la part de certains *purs et durs* qui manifestent tantôt de l'empathie (A1), tantôt des regrets vis-à-vis de l'absence de dialogue (A11), tantôt une réelle volonté de créer des liens (A6). *Est-ce à dire que la conservation idéale passerait par la prise en compte des acteurs de la ruralité ?*

IV.3.2.2.3. Regard sur le rapport homme-homme-nature

- *Conservation idéale et perceptions des acteurs par rapport au milieu*

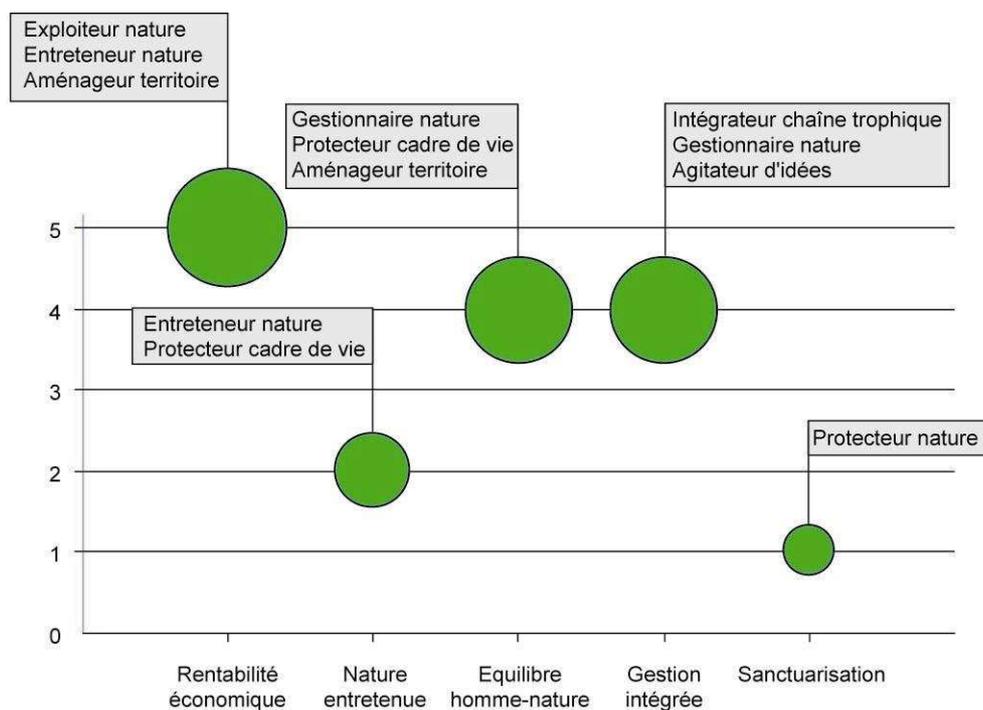


Figure 27. Les perceptions de la notion de conservation idéale et perceptions des acteurs par rapport au milieu naturel

[Horizontalement : type de conservation idéale ; verticalement : nombre d'acteurs ayant la même idée de la conservation idéale ; dans les drapeaux : positionnement des acteurs par rapport à la nature]

Le guide d'entretien permet de saisir d'une part l'idée que chaque acteur se fait du concept de conservation, et d'autre part la façon dont il se positionne par rapport au milieu naturel.

On distingue cinq types de conservation idéale (Figure 27.) :

– *rentabilité économique*, pour les acteurs (A4, A7, A8, A10, A12) qui ne souhaitent pas de limitation à leur activité : « Moi je veux bien respecter la nature mais faut qu'on me paie ». La notion de conservation est envisagée à la seule condition qu'elle ne remette nullement en cause la rentabilité économique de l'activité. Envisageant le développement économique comme condition sine qua non d'une préservation environnementale, ces acteurs se perçoivent différemment par rapport au milieu naturel : si certains se présentent comme *aménageurs du territoire* (A12, A8, A7), d'autres se disent *exploiteur* (A4) ou *entreteneur de la nature* (A10).

– *nature entretenue*, pour les acteurs (A5, A10) qui considèrent qu'une belle nature est une nature entretenue, c'est-à-dire propre et arrangée (ex : limiter l'embroussaillage, les espèces nuisibles) : « On met des panneaux, respectez la nature, moi je mettrais dessous, entretenez la nature ». Ces acteurs ont une vision très locale de la conservation qui s'apparente pour eux à une valeur esthétique, à la protection de leur cadre de vie. On remarque que l'acteur 5 apparaît

également dans la perception de *l'équilibre homme-nature*, ce qui lui confère une vision des problématiques environnementales plus large que l'acteur 10.

– *équilibre homme-nature*, pour les acteurs (A2, A3, A5, A12) qui souhaitent faire cohabiter activités humaines et préservation des milieux : « Si on protège pas la nature, on est des espèces menacées ». Ces acteurs envisagent la préservation de la nature comme un moyen de satisfaire les usages de l'homme. On distingue parmi eux un *gestionnaire de la nature* (A2), des *protecteurs du cadre de vie* (A3, A5) et un *aménageur du territoire* (A12). Ce dernier semble tenaillé par deux tendances : *rentabilité économique* et *équilibre homme-nature*.

– *gestion intégrée*, pour les acteurs (A1, A6, A9, A13) qui possèdent une approche plus scientifique et institutionnelle des problématiques environnementales : « La *gestion intégrée* à l'échelle d'un territoire, c'est ça l'écologie moderne ». Ces acteurs raisonnent à l'échelle d'un territoire ou d'un bassin versant et voient la préservation de la nature comme un équilibre entre le local et le global. On distingue parmi eux un *gestionnaire de la nature* (A9), un *agitateur d'idées* (A13) et deux *intégrateurs de la chaîne trophique* (A1, A6).

– *sanctuarisation*, uniquement pour l'acteur 11 qui souhaite protéger la nature pour elle-même : « Si certains endroits sont fragiles alors qu'on n'y installe personne ». Cet acteur envisage la conservation comme une *mise sous cloche de morceaux de nature*, ainsi protégés de toute intervention humaine. De fait, il se présente clairement comme un *protecteur de la nature*.

- *Concertation idéale et perceptions des acteurs par rapport au complexe multi-acteurs*

Le guide d'entretien permet de saisir d'une part l'idée que chaque acteur se fait du concept de concertation et d'autre part la façon dont il se positionne par rapport au complexe multi-acteurs. On distingue quatre types de concertation idéale (Figure 28.) :

- *concertation inutile*, pour les acteurs qui jugent soit que la concertation conduit à l'échec (A11) et représente une perte de temps, soit qu'elle constitue une menace pour leur activité (A4, A7). Ces acteurs préfèrent ne pas participer le cas échéant, s'ils y sont conduits, leur présence est source de conflits et de blocages. Ils se disent tantôt *distants* (A4, A7), c'est-à-dire non-intéressés par les autres, tantôt *puissant* (A11), c'est-à-dire n'ayant pas besoin des autres.

- *concertation encadrée*, pour les acteurs (A9, A10) qui jugent que la concertation est efficace uniquement si elle est encadrée par un homme fort, un bon meneur qui a l'esprit de synthèse. Ces acteurs se disent *non-entendus*, c'est-à-dire impuissants vis-à-vis des autres et souhaitent faire valoir leur point de vue à travers ce type de concertation.

– *concertation restreinte*, pour les acteurs (A2, A8, A12) qui jugent qu'une concertation est efficace uniquement si elle implique les acteurs clefs, les parties prenantes. Selon eux, une concertation trop élargie entraîne une perte de temps et l'exacerbation des conflits de position et de personne. Ces acteurs se disent *satisfaits* de leur place dans la concertation (A8, A12) et se considèrent comme un *liant* (A2) entre acteurs. Néanmoins, la concertation reste très centrée sur leur activité et touche un nombre très restreint de partis.

– *concertation élargie*, pour les acteurs (A1, A3, A5, A6, A13) qui souhaitent que la concertation soit ouverte à tous pour un maximum de dialogue et de partage (information, vision du monde). Pour les *non-entendus* (A1, A5, A6), une concertation élargie est un moyen de faire valoir leur point de vue. Le *satisfait* (A3) et le *distant* (A13) sont deux acteurs institutionnels qui mettent en avant la notion de concertation ouverte à tous dans leur discours à un niveau local pour le premier, à un niveau plus global pour le second.

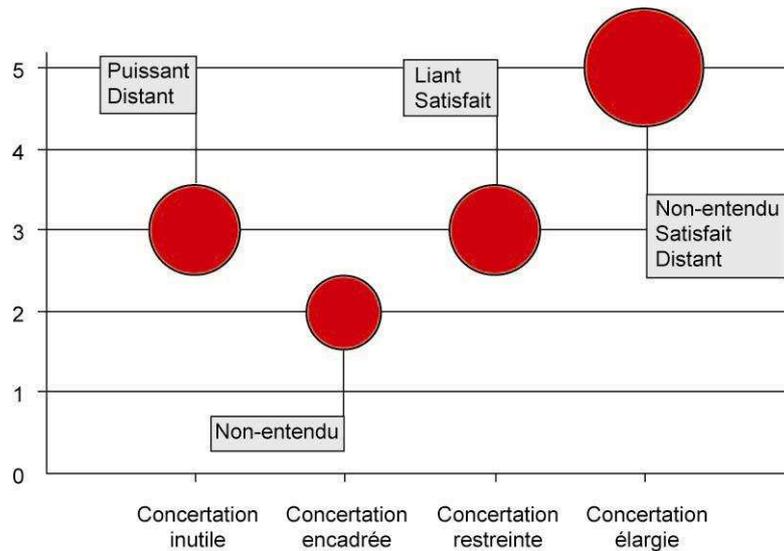


Figure 28. Les perceptions de la concertation idéale et perceptions des acteurs par rapport au complexe multi-acteurs

[Horizontalement : type de concertation idéale ; verticalement : nombre d'acteurs ayant la même idée de la concertation idéale ; dans les drapeaux : positionnement des acteurs par rapport au *complexe multi-acteurs*]

- *Problèmes du territoire*

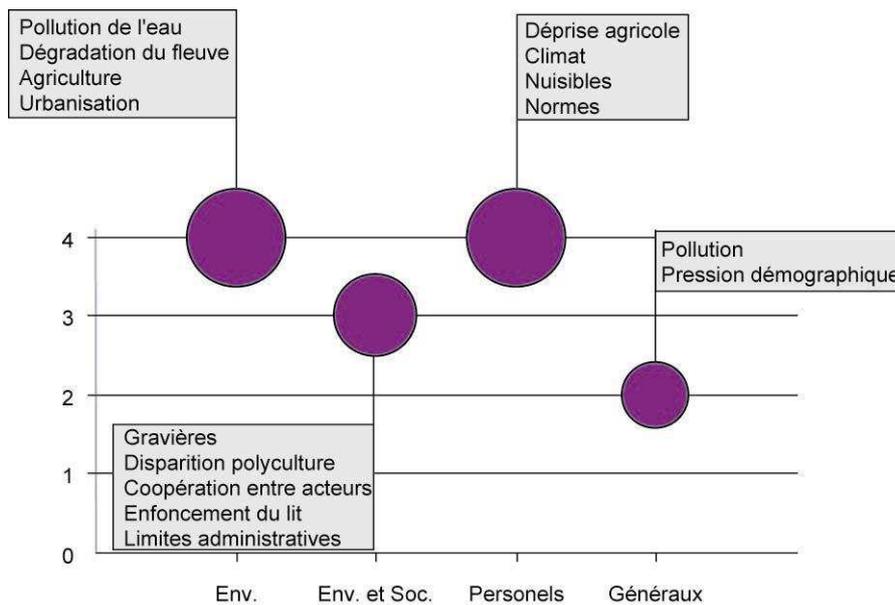


Figure 29. Problèmes du territoire évoqués par les acteurs

[Horizontalement : type de problèmes du territoire évoqués ; verticalement : nombre d'acteurs ayant évoqué le même type de problèmes du territoire ; dans les drapeaux : exemples de problèmes du territoire évoqués]

L'analyse des entretiens permet de déceler les principaux problèmes du territoire évoqués par les acteurs. Il s'avère que les acteurs, pour aborder les problématiques territoriales, évoquent principalement des questions environnementales. On distingue quatre groupes selon que les acteurs exposent majoritairement des types de problèmes différents (Figure 29.) :

– *problèmes environnementaux*, pour les acteurs (A1, A2, A11, A13) qui identifient exclusivement des problématiques touchant des ressources ou des éléments naturels et qui parlent peu de problématiques sociales. Les principaux problèmes évoqués sont : la pollution

de l'eau, la dégradation du fleuve Loire (barrage, gravières, rejets, pompage), l'agriculture (intrants, extraction d'eau, uniformisation des paysages) et l'urbanisation.

– *problèmes environnementaux et sociaux*, pour les acteurs (A5, A6, A9) qui associent problématiques environnementales et sociales dans leur discours. Les principaux problèmes évoqués sont : le manque de coopération entre acteurs (conflits, pas de relations humaines), les limites administratives incohérentes avec les limites naturelles, les gravières, l'enfoncement du lit du fleuve et la disparition de la polyculture.

– *problèmes personnels*, pour les acteurs (A3, A4, A8, A10) qui centrent leur discours sur leur activité et leurs problèmes personnels. Ils ont peu connaissance des problématiques territoriales et n'ont pas de vision d'ensemble. Certains des problèmes évoqués sont : la déprise agricole, le climat (sécheresse, effet de fœhn), les nuisibles (ragondins, sangliers, plantes aquatiques) et les normes (zone nitrate, assainissement).

– *problèmes généraux*, pour les acteurs (A7, A12) qui portent un regard distant sur le territoire. Ils évoquent des problèmes d'ordre général sans entrer dans les détails : la pollution et la pression démographique en sont deux exemples.

- *Problèmes du groupe*

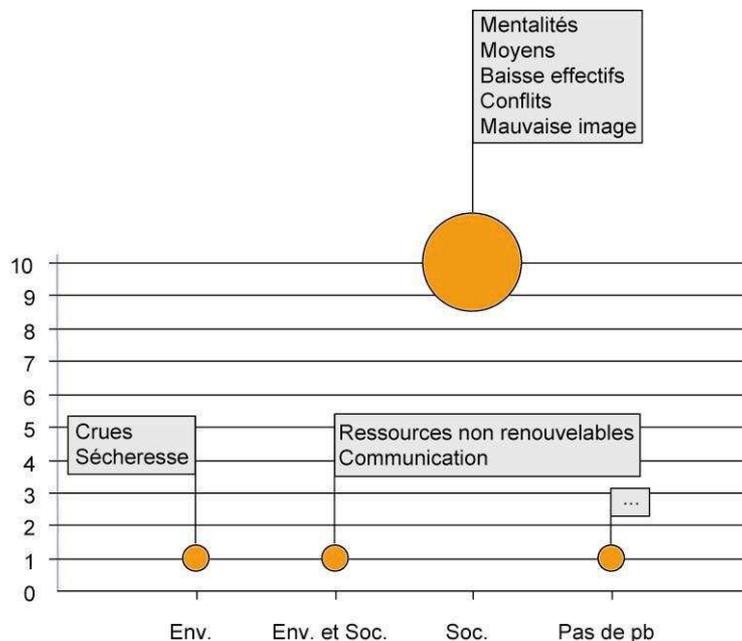


Figure 30. Problèmes personnels évoqués par les acteurs

[Horizontalement : type de problèmes du groupe évoqués ; verticalement : nombre d'acteurs ayant évoqué le même type de problèmes du groupe ; dans les drapeaux : exemples de problèmes du groupe évoqués]

Contrairement aux problèmes du territoire, les problèmes du groupe ramènent presque systématiquement à des questions sociales (Figure 30.). En effet, 10 acteurs sur 13 jugent que leur problème vient des autres. Ils critiquent par exemple : les sales mentalités, le manque de moyens (humains, financiers), la baisse des effectifs (adhérents, administrés, exode rural), les conflits internes, les conflits externes (de personnes, d'usages) et la mauvaise image qu'ils véhiculent. Seuls trois acteurs se distinguent : un premier dit ne pas avoir de problème (A7), un deuxième (A4) évoque des problèmes liés à des objets naturels (crues du fleuve, sécheresse) et un dernier (A12) aborde des problèmes mêlant environnement et société (carence de granulats, problèmes de communication avec les autres).

Pour conclure sur la question des problèmes, il est important de rappeler que notre guide d'entretien traite de la ressource en eau. Ainsi, cet élément occupe une part importante dans les discours. L'abstraction des problématiques aquatiques permet de mettre en évidence les problématiques territoriales les plus prégnantes : les impacts de l'agriculture, le trop grand nombre de conflits, l'urbanisation galopante et consommatrice d'espace, les menaces pesant sur les activités agricoles. Il est intéressant de constater que l'agriculture apparaît comme un problème central et antagoniste : si certains s'inquiètent de sa survie sur le territoire, d'autres mettent en exergue ses impacts négatifs sur le territoire. De plus, la majorité cite les conflits comme problème majeur du territoire, ce qui signifie que les relations entre acteurs sont difficiles et représentent un point nodal dans l'aboutissement de projets.

L'idée de conservation de la nature est dominée par la *rentabilité économique*, suivie de près par la *gestion intégrée* et *l'équilibre homme-nature*. Au final, les conservateurs de la nature *purs et durs* sont peu nombreux. Il est à noter qu'il existe aussi des conservateurs du cadre de vie et des traditions. L'idée de concertation est aussi diversement appréciée. Si la plupart des acteurs souhaitent une concertation élargie, d'autres la jugent inutile, d'autres encore la préfèrent restreinte et encadrée. Il est notable que les acteurs enquêtés ne connaissent pas l'image qu'ils véhiculent auprès des autres et, s'ils croient la connaître, on constate qu'elle est souvent faussée, biaisée. Cet écart de perception est la source de malentendus qui peuvent avoir une répercussion néfaste lors de *négociations territoriales*. L'analyse des problèmes évoqués par les acteurs montre que les problèmes du territoire reflètent essentiellement des questions environnementales, alors que les problèmes du groupe sont ciblés sur les questions sociales.

IV.3.2.2.4. Zoom sur l'hydrosystème

Rappelons que le questionnaire structurel et la première partie de l'entretien ont pour objectifs de constater si oui ou non les acteurs enquêtés parlent d'eau spontanément. Effectivement, il s'avère que chacun d'eux aborde le sujet. Que ce soit très succinctement, de manière générale ou approfondie, tous les acteurs traitent de la question de l'eau (selon le cas) face aux questions suivantes : *parlez-nous de la Plaine, parlez-nous de vous*. Une part des problèmes du territoire évoqués concerne la ressource en eau et plus particulièrement la pollution (agricole, urbaine, industrielle), les fortes ponctions (irrigation, mauvaise gestion) et les problèmes d'assainissement et d'adduction d'eau potable. Certaines entités naturelles aquatiques sont considérées comme des atouts, notamment le fleuve Loire et dans une moindre mesure les cours d'eau, les étangs, le Canal du Forez et les zones humides. Notons que certains acteurs considèrent le fleuve et le climat comme des défauts de la Plaine. Il est intéressant d'observer que deux objets de l'hydrosystème sont cités par les acteurs comme appartenant au patrimoine naturel et au patrimoine culturel : le fleuve et les étangs. Certains y voient les activités traditionnelles (chasse, pêche, pisciculture), d'autres la biodiversité, mais tous se rejoignent dans l'attachement.

La deuxième partie de l'entretien *parlez-nous d'eau* permet un approfondissement de ces questions. Ces premières notions évoquées, regardons la place de la ressource en eau dans chacune des 4 dimensions.

Pour la plupart des acteurs, il apparaît que la ressource en eau intervient nullement dans la dimension *coopération* (A3, A5, A6, A7, A8, A10, A12). Néanmoins, 5 d'entre eux (A1, A4, A9, A11, A13) ont comme alliés (sous-dimension *estime*) des gestionnaires de l'eau, et 3 (A2, A9, A11) sont appréciés (sous-dimension *estimée*) pour leurs actions sur l'hydrosystème. A l'opposé, la ressource en eau touche la dimension *conflit* de tous les acteurs. Au total, 10 acteurs critiquent les autres pour leurs actions de dégradation de l'hydrosystème ; on pointe du doigt les agriculteurs, les industriels, les urbains, les carriers, EDF et les élus. En retour, 6 acteurs sont critiqués pour leurs actions : forte ponction sur le fleuve (A4), barrage (A7),

gestion présente et passée des digues et du DPF (A9), irrigation et pollution (A10), limitation des accès au fleuve, divagation et pas d'entretien (A11), extraction passée et présente de granulats (A12). Ainsi, l'hydrosystème semble créer plus de conflits que de liens sociaux sur ce territoire.

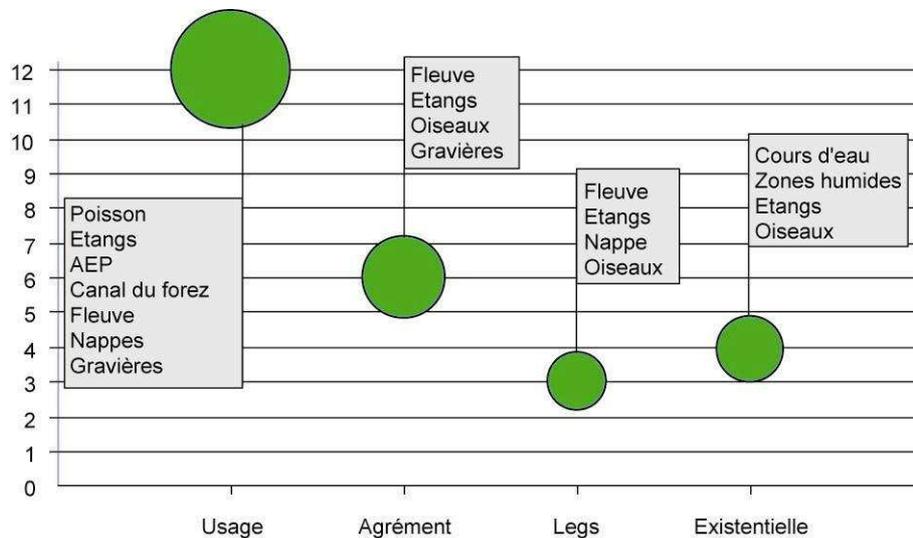


Figure 31. Les valeurs de l'eau selon les acteurs

[En abscisse : type de valeur associée à l'eau ; en ordonnée : nombre d'acteurs ayant les mêmes valeurs associées à l'eau ; dans les drapeaux : exemples d'objets associés à ces valeurs]

Dans le *rapport patrimonial*, on s'intéresse aux différentes valeurs (Figure 31.) que les acteurs attribuent aux objets de l'hydrosystème. L'ensemble des acteurs donne une valeur d'usage à l'eau, dont 4 exclusivement (A12, A10, A8, A4) : pêche, pisciculture, eau potable, irrigation, chasse, industrie. Des valeurs d'agrément sont clairement citées par 6 acteurs (A3, A5, A6, A7, A9, A11) et concernent en premier la Loire (promenade, paysage) et les étangs (paysage, observation des oiseaux), suivis des bassins de gravière (loisir nautique). Trois acteurs abordent aussi l'hydrosystème en tant que valeur de legs aux générations futures (A5, A11, A13). Les entités hydrologiques sont alors considérées comme patrimoine culturel ou naturel avec un désir de transmission important. Finalement, 4 acteurs (A1, A2, A11, A13) attribuent une valeur existentielle à différents objets hydrologiques, c'est-à-dire qu'ils souhaitent préserver des entités pour elles-mêmes et non pour l'homme. A titre d'exemple, les cours d'eau et les zones humides portent des valeurs d'existence intrinsèques. Après avoir cerné le type d'attachement à l'hydrosystème (dimension *cohabitation*), il reste à envisager le rapport de *domination*. Au total, on observe que 5 acteurs ont des impacts négatifs présents importants sur l'hydrosystème (A4, A7, A10, A12 comme critiqués précédemment et A8 pour irrigation et pollution). On constate que ce nombre limité de dominateurs cristallise énormément de conflits sur le territoire.

Pour conclure, l'hydrosystème engendre peu de coopération et beaucoup de conflits sur le territoire. Les valeurs attribuées aux objets hydrologiques sont surtout d'usage et on note quelques gros dominateurs.

L'analyse de la place de l'eau dans l'*empreinte territoriale* conduit à repérer les grands enjeux associés à l'hydrosystème (Figure 32.). Au total, 8 objets de l'hydrosystème sont considérés comme des enjeux et source de préoccupations. On constate que 3 objets artificiels sont cités (les gravières, le Canal du Forez et le barrage) à l'origine de conflits et de lourds impacts sur l'hydrosystème et notamment sur le fleuve. D'autres objets, naturels cette fois,

sont source de préoccupations : la nappe phréatique essentiellement pour les problèmes de pollution et les têtes de bassins jugées d'importance pour la vie piscicole et la qualité de l'eau de l'ensemble de l'hydrosystème. On note que les nappes et les têtes de bassin sont les objets naturels les moins cités du *complexe multi-acteurs*. Les étangs, à la fois naturels et culturels, sont symboles des activités traditionnelles et source de biodiversité. Certains acteurs regroupent les milieux aquatiques sous l'appellation *zones humides*, une entité qui inquiète pour la perte de biodiversité.

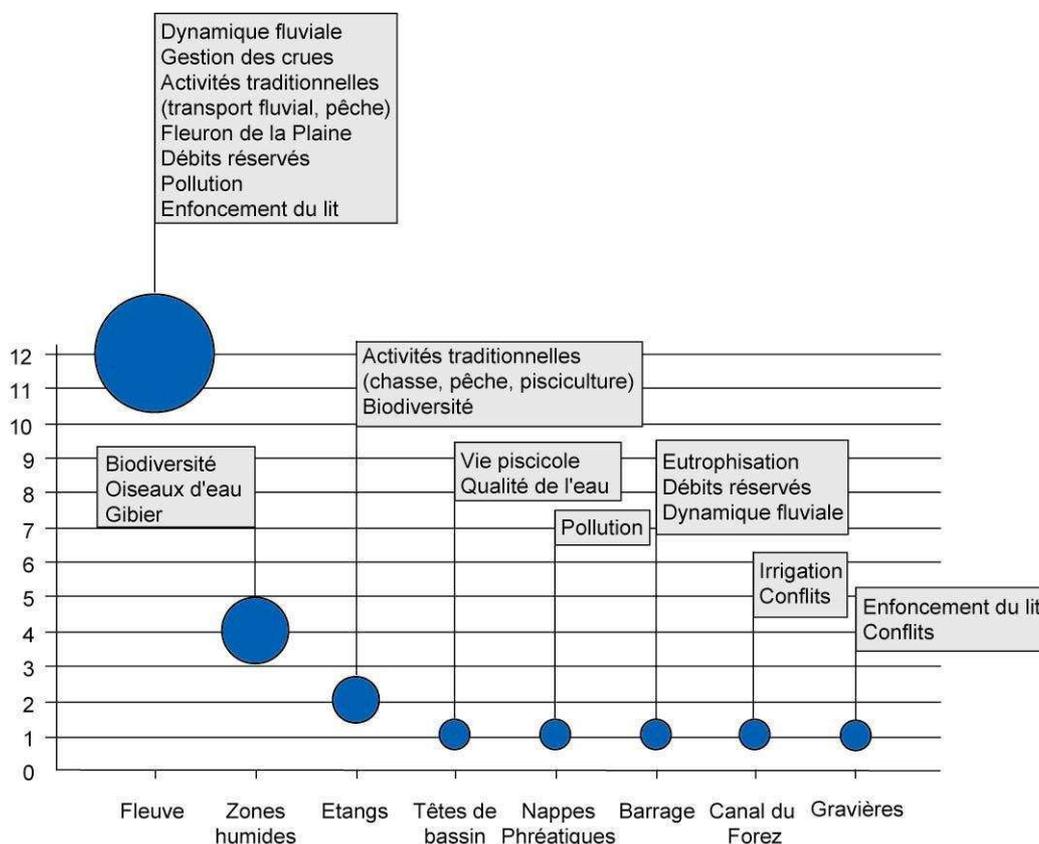


Figure 32. Les enjeux de l'eau selon les acteurs

[En abscisse : objets hydrologiques évoqués comme enjeux ; en ordonnée : nombre d'acteurs ayant évoqué les mêmes enjeux ; dans les drapeaux : exemples d'enjeux associés aux objets hydrologiques]

De tous les objets cités, le fleuve Loire est de loin l'enjeu principal du *jeu d'acteurs*. Il recoupe certains enjeux cités précédemment et focalise l'attention. Premièrement, les acteurs 7, 10 et 12 trouvent le fleuve plus menaçant que menacé. Ils redoutent les crues, les nuisances (moustiques, odeurs) et les contraintes liées aux normes (zones nitrates). Pour ceux-ci, le fleuve a davantage de défauts que d'atouts. Deuxièmement, les acteurs 1, 2, 5, 11 et 13 considèrent le fleuve plus menacé que menaçant. Au niveau quantitatif (ponction d'eau) comme qualitatif (pollution l'eau), ces acteurs le trouvent réellement en danger et déjà trop modifié par l'homme (digues, gravières, barrage). Il y a donc un antagonisme entre ceux qui le considèrent comme un défaut et ceux qui le voient comme un atout parfois en danger.

La Loire véhicule une palette de *représentations sociales*. Si certains acteurs identifient le fleuve comme un élément structurant du territoire, d'autres le voient comme une barrière naturelle qui coupe le territoire humain. On note que le Canal du Forez est appréhendé parfois comme une *petite Loire* et comme la vraie épine dorsale de la Plaine ; le Canal remplace alors par certains aspects le fleuve Loire comme élément structurant. En parlant de la Loire, certains évoquent la nostalgie, parlent de fleuron du département et de jolis paysages, ou

l'envisagent comme une source de vie utile et agréable, ou regrettent encore que le fleuve ressemble à un cloaque fétide.

Le fleuve Loire regroupe donc tous les acteurs et semble lié aux autres objets hydrologiques. Il porte des préoccupations tant sociales que patrimoniales et représente alors l'enjeu majeur de la Plaine.

Sans pouvoir approfondir réellement la question, il est intéressant d'examiner les interactions qui existent entre objets de l'hydrosystème et les relations entre acteurs. Premièrement, on observe que certaines entités aquatiques font ou défont du lien social. Ainsi par exemple les cormorans, les nuisibles, le Canal du Forez, le Barrage et les zones humides sont source de conflits. A l'opposé, les étangs ont suscité une coopération entre pisciculteurs, propriétaires, chasseurs et le Conseil Général. Finalement, des objets comme les nappes phréatiques et les têtes de bassins ne créent pas de liens sociaux sur le territoire. De même, on constate que les populations se sont éloignées du fleuve Loire. Deuxièmement, on observe que des liens sociaux ont créé des objets. Ainsi, la coopération entre un exploitant de granulats et une association de protection de la nature a permis la création de gravières à vocation écologique.

S'il est vrai que le modèle de l'*acteur en 4 dimensions* s'intéresse particulièrement aux *rappports sociaux et patrimoniaux*, il est néanmoins intéressant de se pencher sur les questions *Des liens qui (dé)font des objets ? Des objets qui (dé)font du lien ?* pour affiner nos hypothèses de travail et illustrer spécifiquement *rappports social et patrimonial*.

IV.3.2.2.5. Apport pour un médiateur

Dans la partie précédente, nous avons exposé la méthode de travail, identifié les acteurs et précisé leurs perceptions du territoire et des acteurs à travers le modèle de l'*acteur en 4 dimensions* et les *empreintes territoriales*. Après avoir analysé tout cela en détail, il reste maintenant à présenter la façon dont les résultats vont servir, lors de la mise en place d'une *médiation territoriale*, comme *aide à la négociation/concertation*. Le médiateur doit pouvoir s'appuyer sur des outils (modèles mathématiques, SIG, indicateurs biologiques) qui favorisent l'expression d'*argumentaires spatiaux* adaptés aux représentations que les acteurs se font du territoire et du *complexe multi-acteurs*.

La partie qui suit reprend les résultats exposés précédemment pour proposer une catégorisation générale des acteurs rencontrés. Elle met en avant les points importants pour chacune des catégories et présente une *empreinte territoriale type*¹³² pour les illustrer. Elle propose ensuite un zoom sur une entité particulière de l'hydrosystème : les nappes phréatiques, entité que l'on peut considérer comme un *acteur absent*. Pour finir, cette partie présente les besoins des acteurs en termes d'argumentation, c'est-à-dire les points sur lesquels ils aimeraient communiquer, informer, persuader aussi bien les autres acteurs du *complexe multi-acteurs* que les membres de leur propre groupe.

- *Catégorisation des acteurs*

En compilant l'ensemble des résultats de l'analyse exposée précédemment, il est possible de découper de manière générale le *jeu d'acteurs* en 7 grands groupes :

– *l'acteur faible* isole un acteur (A5) non-visible qui apparaît ni estimé, ni critiqué. Cet acteur nullement reconnu par les autres est néanmoins *porte-voix* des générations passées et *porte-parole* du cadre de vie. Il semble faire du lien entre passé, présent et futur, et se fait le porteur d'une philosophie humaniste ; en effet, il est favorable à une concertation large et veut réconcilier l'homme et la nature. Même s'il est potentiellement conflictuel et générateur de

¹³² Cette *empreinte territoriale type* est sélectionnée parmi les empreintes des acteurs composant une catégorie.

blocages (réaction type Nimby) pour protéger son cadre de vie, cet *acteur faible* est porteur de valeurs uniques dans le *complexe multi-acteurs* qui font de lui un acteur à prendre en compte dans une négociation environnementale (Figure 33.).

– *la bête-noire* isole l'acteur 10 qui apparaît très critiqué. Cet acteur très décrié est néanmoins *porte-voix* des petits agriculteurs et *porte-parole* d'un paysage traditionnel (nature entretenue). S'il se considère comme un *acteur faible* et non-entendu, le reste du *complexe multi-acteurs* le voit comme un *acteur fort*. En effet, il est considéré, à l'instar de la ruralité en général, comme le pollueur par excellence, le porte-drapeau des *sales mentalités agricoles*, le pompeur d'eau et de primes. Cette réputation fait de lui un acteur générateur de conflits, campé sur ses positions et isolé du *complexe multi-acteurs*, même si certains le considèrent comme *la mamelle de la Plaine du Forez* (Figure 34.).

– *les modérés*, représentés par les acteurs 3 et 8, ont comme principale caractéristique que les notes des 4 dimensions de leur *empreinte* ont des valeurs moyennes très proches de 0,5. Dès lors, ils s'inscrivent dans toutes les dimensions mais de manière modérée. Ces acteurs difficiles à cerner sont *porte-parole* d'entités localisées en rapport avec leur activité et *porte-voix* de leurs *clients* (administrés, adhérents). Même s'ils apparaissent ouverts à la concertation dans le discours, ils ne l'envisagent que dans le cadre de leur activité. S'ils ne semblent pas contre l'idée de conservation, celle-ci ne doit pas remettre en cause les activités humaines, la rentabilité (Figure 35.).

– *les institutionnels*, représentés par les acteurs 2, 9 et 13, sont caractérisés d'abord par un fort potentiel de coopération dans le *rapport social* et une tendance à la cohabitation dans le *rapport patrimonial*. Ces acteurs institutionnels sont appréciés des autres pour leur statut de financeur et, étant consensuels, sont peu sujets au conflit. Ils se font les *porte-parole*, au niveau local, d'entités défendues à un niveau plus global (fleuve Loire, vision globale de l'eau, biodiversité) dans les lois, dans les grands programmes. Ils reconnaissent et participent à la concertation mais ne se font *porte-voix* d'aucun *acteur faible*. Ces acteurs sont pour une conservation qui allie préservation de milieux et usages (Figure 36.).

– *les dégradeurs*, représentés par les acteurs 4, 7 et 12, sont caractérisés d'abord par un fort potentiel de domination et une tendance au conflit. Autonomes, influents et puissants, ces acteurs sont responsables de dégradations environnementales sur le territoire. Ils semblent distants des problématiques territoriales et sont centrés sur leurs activités. Dès lors, ces dominateurs ne sont ni *porte-parole d'acteurs absents*, ni *porte-voix d'acteurs faibles*. Globalement, ils sont peu ouverts à la concertation sauf s'ils en sont les meneurs, car ils ont tendance à rester campés sur leurs positions. Quant à la conservation, elle ne doit pas aller à l'encontre de la rentabilité et semble peu les intéresser (Figure 37.).

– *les intégrateurs*, représentés par les acteurs 1 et 6, sont caractérisés par un fort potentiel de cohabitation et un *rapport social* conséquent. Ces acteurs sont à la fois des protecteurs de la nature et des promoteurs d'une activité traditionnelle qui en dépend (cynégétique, halieutique). Ils sont tiraillés entre conservation des milieux et de leurs adhérents, ce qui leur vaut de susciter de nombreux conflits. Souvent critiqués pour leurs actions de dégradation ou de conservation, ils souhaitent changer leur image. Sur le territoire, ils se font les *porte-parole* des habitats de la faune (gibier, poissons), mais le *porte-voix* d'aucun *acteur faible*. Ces acteurs envisagent la conservation comme une *gestion intégrée*, ils sont aussi favorables à la concertation. Ce type d'acteur semble être un lien privilégié avec la ruralité (Figure 38.).

– *le conservateur* isole l'acteur 11 pour ses positions tranchées en matière de protection de la nature. Ainsi, il dispose d'une forte tendance au conflit et à la cohabitation. Il s'agit de la plus grosse *empreinte* du *jeu d'acteurs*. Campé sur ses positions, il est impliqué dans de nombreux conflits sur le territoire, notamment des conflits de personne. S'il se fait *porte-parole* de nombreux *acteurs absents* (oiseaux, fleuve, zones humides), il n'est *porte-voix* d'aucun *acteur faible* mis à part d'autres associations de protection de la nature. Convaincu

que la concertation conduit à l'échec, même si paradoxalement il y participe, cet acteur prône une sanctuarisation de la nature. Il s'agit alors d'un acteur incontournable mais difficile à gérer dans une négociation (Figure 39.).

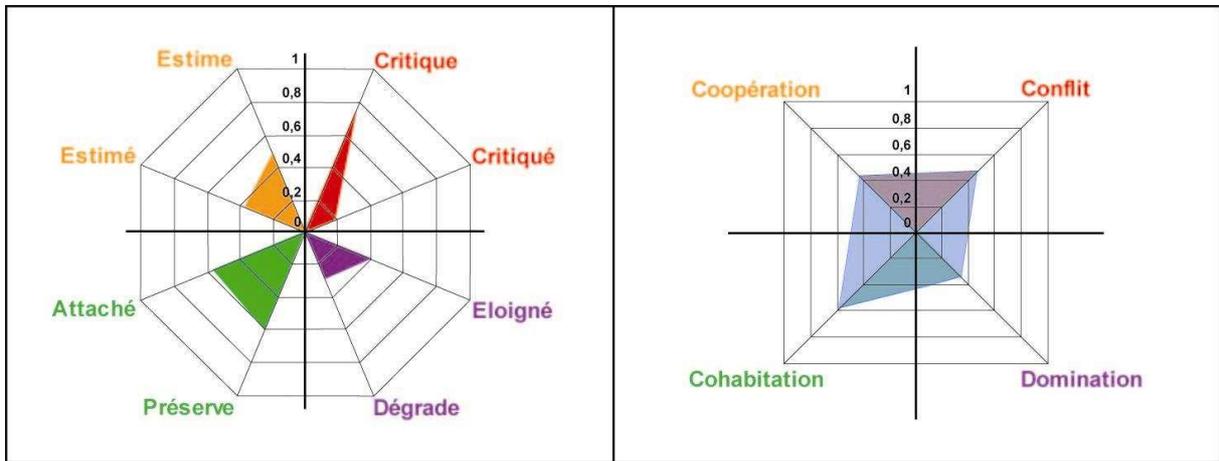


Figure 33. Empreinte territoriale type acteur faible

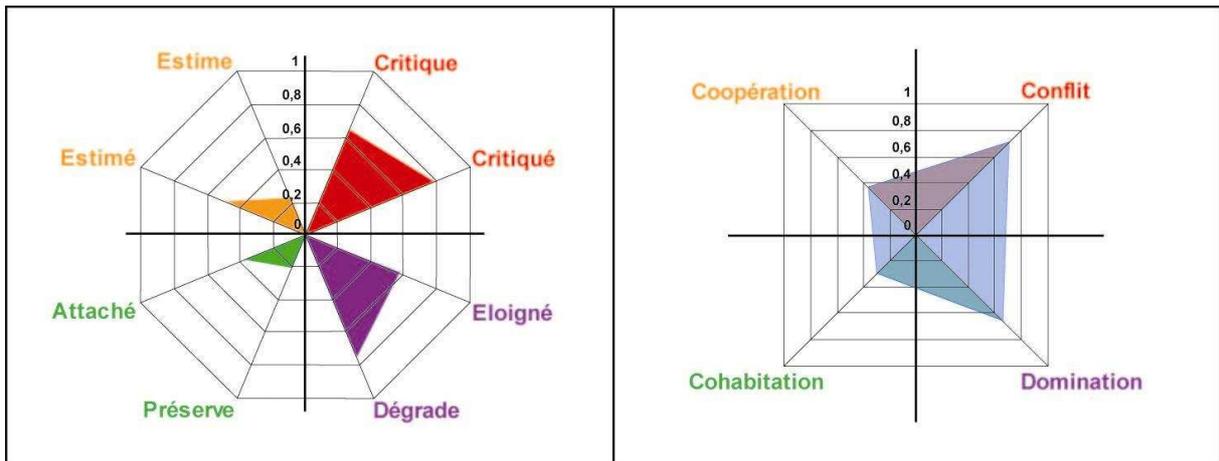


Figure 34. Empreinte territoriale type bête noire

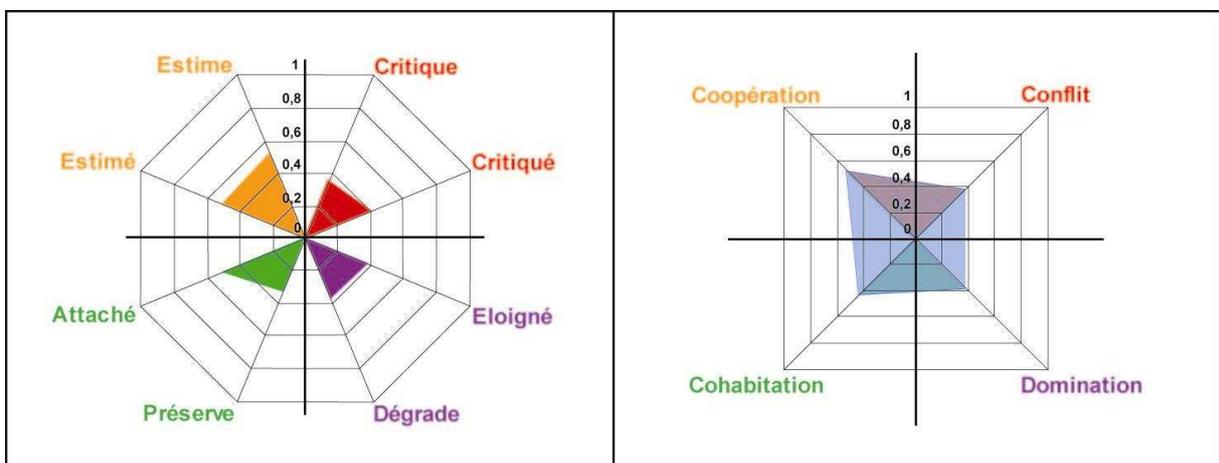


Figure 35. Empreinte territoriale type modéré

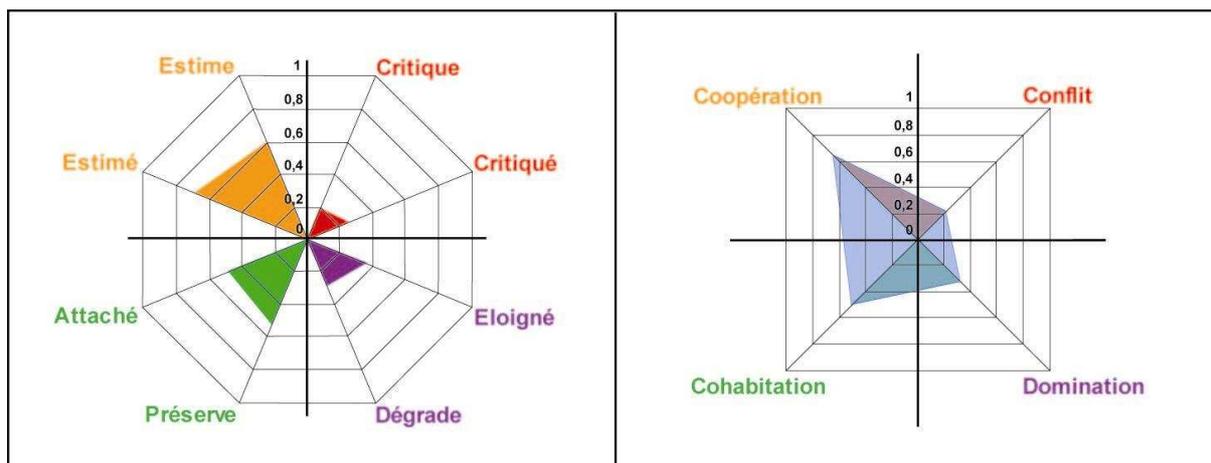


Figure 36. Empreinte territoriale type institutionnel

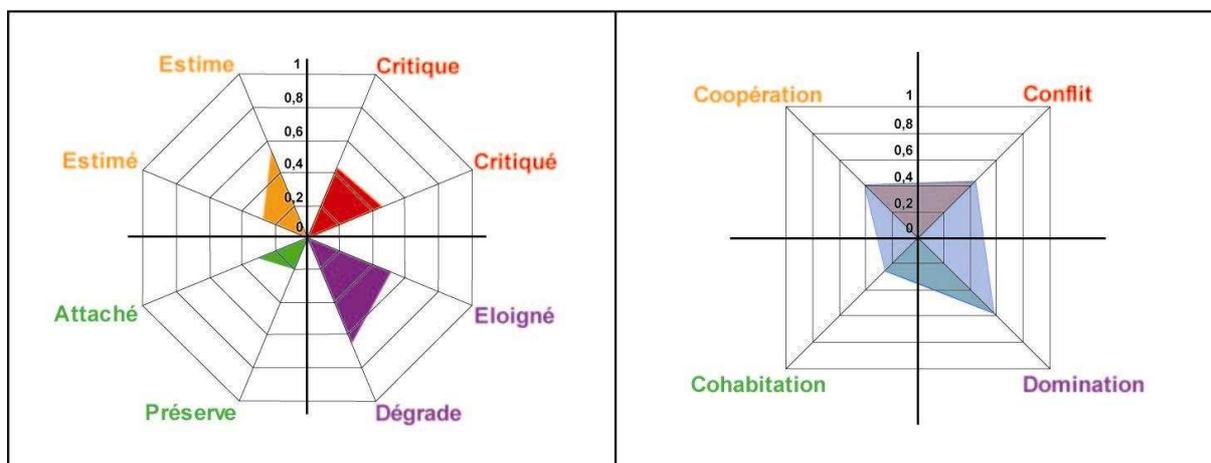


Figure 37. Empreinte territoriale type dégradeurs

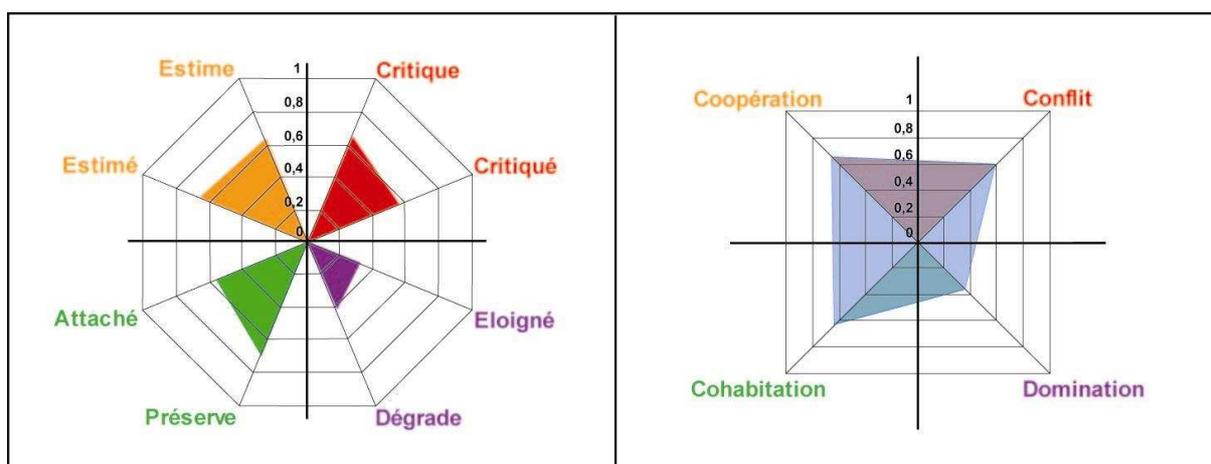


Figure 38. Empreinte territoriale type intégrateur

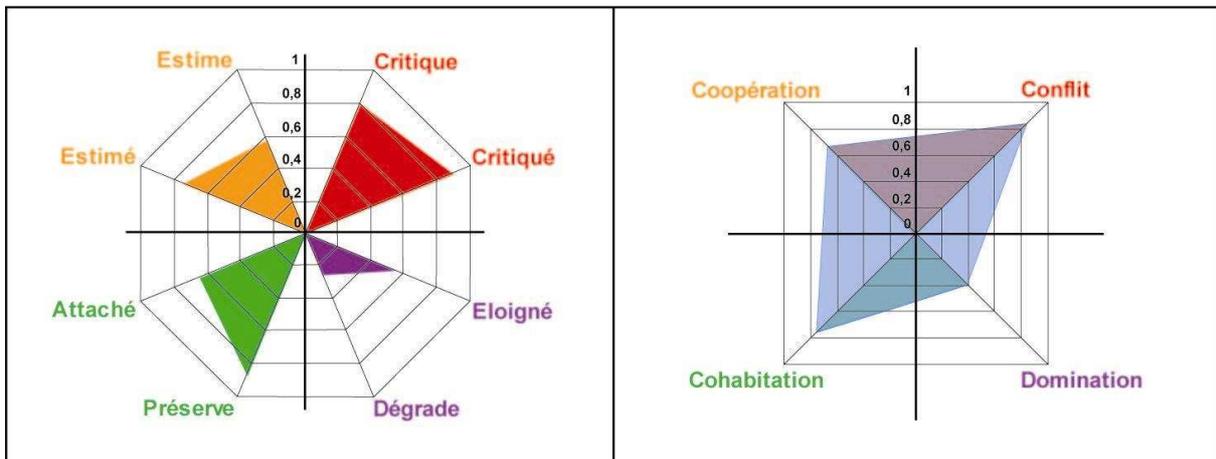


Figure 39. Empreinte territoriale type conservateur

- *Un exemple d'acteur absent : les nappes phréatiques*

Quand on évoque le territoire, la problématique de l'eau, leurs activités ou leurs responsabilités, aucun des acteurs du territoire n'évoque spontanément les nappes phréatiques. Cet objet hydrologique souterrain reste invisible ou relégué à un second plan pour n'apparaître que suite à un questionnement à son sujet.

Pour la grande majorité des acteurs, les eaux souterraines sont associées à des problèmes de pollution : agricoles (nitrates, phosphates, intrants, phytosanitaires), domestiques (problèmes d'assainissement), industrielles. Par exemple, les carrières sont parfois pointés du doigt pour les préjudices qu'ils ont causés aux nappes phréatiques : « La mise à l'air de la nappe entraîne un appauvrissement du milieu [...] l'incision du lit a fait baisser le niveau de la nappe, les vieux arbres sont malades car le niveau de la nappe baisse et les racines meurent [...] la nappe était trouble et puante quand on a creusé les gravières, c'était une horreur » ; ou encore les agriculteurs : « Il y a des puits dans tous les sens, tous azimuts, je déplore un peu ce qui s'est fait, je pense que les agriculteurs utilisent plus d'eau qu'ils n'ont été autorisés au départ [...] y arrosent les routes, les cimetières, y détrempe complètement, je suis pas un spécialiste mais quand même y gaspillent ». Certains remettent en cause des lois inadaptées qui empêchent toute amélioration de leur qualité : « Il faut épurer la réglementation pour en faire quelque chose d'adapté [...] On serait en accord avec la Loi, on polluerait les nappes quand même ».

Le volet quantitatif est quant à lui plus rarement abordé : « On n'a pas de problème de quantité ici, on n'a pas de problème même en sécheresse, sauf si on n'est pas sur le bon filon de la nappe [...] aujourd'hui on fait des pompages en nappe profonde, faut pas se leurrer un jour on aura plus d'eau, même si nous on n'est pas trop concernés par l'eau, car les animaux se contentent souvent de l'eau de pluie, sauf pour les oiseaux d'eau », un état de fait souligné par certains acteurs : « La problématique de la qualité de l'eau est bien intégrée par les élus, mais les problèmes de quantité, personne n'en parle ». Globalement, les nappes phréatiques sont perçues en termes d'usage pour l'alimentation en eau potable, l'irrigation et l'abreuvement, parfois comme une ressource inépuisable : « On a une grosse nappe, dans la Plaine du Forez, il apparaît aujourd'hui que la ressource est pratiquement inépuisable dans notre sol ».

Les *acteurs locaux* proches du terrain, s'ils sont conscients de la mauvaise qualité de cette ressource, relativisent : « Ça fait 60 ans que j'en bois j'suis pas mort », se sentent abandonnés : « Elle est potable que pour l'individu qui n'a que peu de valeur », ou expriment leur colère « Je pense que chacun devrait être responsables nous on se sent responsable, c'est pour ça aussi qu'on rouspète [...] y faudrait que les gens en soient conscients et que eux à leur niveau y fassent quelque chose pour l'assainissement, pour l'agriculture ».

Aucun acteur rencontré n'a de connaissances précises sur le fonctionnement des aquifères : « Eventuellement les précipitations jouent sur les nappes, je ne sais pas [...] y faudrait faire des études plus précises, mais je pense qu'il doit y avoir une nappe qui doit être au niveau de l'eau, je pense que le Canal alimente une nappe quelque part en amont », et certains nous renvoient la balle, en disant que c'est aux scientifiques de leur donner l'information. Seuls les carriers semblent disposer de plus de connaissances : « sur l'hydrosystème, l'impact des gravières, c'est la mise à jour de la nappe, classique, simple, c'est un ajour de la nappe, c'est fragilisant, une zone d'entrée potentielle pour les polluants. Au niveau des extractions, on prélève la ressource alluvionnaire, en termes de remblaiement on modifie les écoulements des eaux de toute façon, quand on remplace des alluvions avec une perméabilité donnée, par des remblais qui ont une perméabilité différente, en général plus faible, on modifie le régime des écoulements, au moins l'eau à l'échelle de la gravière. C'est notre milieu de travail de toute façon la nappe phréatique. En termes d'impact, la création de plans d'eau sur une zone donnée ça crée une utilisation différente de l'espace, on part de zones agricoles intensives avec beaucoup d'intrants, l'agriculture classique, on crée des plans d'eau qui auront une vocation x ou y. Un autre impact c'est qu'on influe sur le milieu, qu'on le change, on aménage, on change les usages ».

Pour certains acteurs institutionnels, les nappes n'ont qu'une existence mineure et sont reléguées au second plan, même si certaines données sont échantillonnées (piézométrie, physico-chimie) : « On n'a pas de nappes ici, ou quasiment pas, c'est de l'eau superficielle dans le département [...] il n'y a pas de nappe autour du fleuve Loire, peut-être un peu dans le nord du département à Roanne, un peu, mais c'est pas vraiment une ressource de nappe [...] sur le SAGE, Allier-aval, il y a un enjeu majeur avec la nappe alluviale, plus grande que dans la Loire Forézienne où la nappe a quasiment disparu ».

Ce paragraphe est pratiquement exhaustif quant aux apparitions de l'entité nappe phréatique dans le discours des acteurs, soit environ 25 heures d'enregistrement. Globalement, sur le territoire et dans l'hydrosystème, les eaux souterraines n'ont qu'une importance mineure. Aucun acteur ne les évoque comme des écosystèmes à part entière.

- *Besoins des acteurs en termes d'argumentation*

Dans leur discours, les acteurs enquêtés évoquent un certain nombre de points qui leur tiennent à cœur, auxquels ils accordent une importance toute particulière. Des points qu'ils souhaitent porter à la connaissance du *complexe multi-acteurs* et faire accepter (la liste de ces points pour chaque acteur est donnée page suivante). La liste qui suit donne pour chacun des acteurs rencontrés une liste des points évoqués les plus importants.

A1

- utiliser les classes qualités de l'Agence de l'eau car elles ont un effet visuel sur les élus, les politiques, pour la prise en compte de la problématique qualité d'eau.
- sensibiliser les élus à la problématique quantité d'eau.
- sensibiliser les scolaires, les étudiants, les usagers aux milieux aquatiques
- adapter les lois pour qu'elles prennent en compte la fonctionnalité biologique des milieux naturels.
- confronter les agriculteurs aux exigences écologiques des cours d'eau et changer les mentalités agricoles.
- confronter les pêcheurs à la dégradation des milieux aquatiques.
- surveiller, connaître et promouvoir les milieux aquatiques pour une *gestion intégrée*.
- valoriser, faire reconnaître le travail effectué et avoir une meilleure image.

A2

- changer les mentalités agricoles.
- sensibiliser davantage l'Etat, EDF et les agriculteurs à la protection de l'hydrosystème.
- préserver et valoriser les milieux naturels, la biodiversité auprès des acteurs.
- expliquer, discuter, écouter les acteurs concernés lors de la mise en place de projets territoriaux.

A3

- limiter le déséquilibre financier entre communes.
- rapprocher les gens de l'écologie.
- encourager le dialogue.
- promouvoir le tourisme.
- utiliser des arguments scientifiques pour convaincre.

A4

- promouvoir le Canal du Forez.

A5

- montrer l'importance des digues comme remparts contre le Fleuve.
- refaire du lien entre les gens.
- mieux informer les gens.
- expliquer les relations amont-aval (pollution).
- montrer qu'on existe en tant que groupe.
- promouvoir les activités traditionnelles et un mode de vie passé.

A6

- promouvoir la biodiversité, la gestion par habitats et pas seulement par espèces.
- impliquer les *acteurs locaux* pour une gestion territoriale.
- avoir une meilleure image, mieux communiquer sur le travail effectué.
- promouvoir les activités traditionnelles et un mode de vie passé.

A7

- promouvoir le tourisme.
- développer une culture de l'environnement à l'interne.

A8

- améliorer le contact entre les agriculteurs et les autres acteurs, notamment les associations de protection de la nature.
- améliorer l'image de l'agriculture (multi-fonctionnalité de l'agriculture).
- impliquer les *acteurs locaux* pour une gestion territoriale.

A9

- sensibiliser les acteurs sur la problématique d'incision du lit du fleuve.
- développer une fibre environnementale à l'interne et chez les élus.
- gérer à long terme et pas en termes d'arguments électoraux.
- échanger les savoirs.
- informer sur les activités traditionnelles.

A10

- promouvoir les activités traditionnelles et un mode de vie passé.
- montrer que les agriculteurs ne sont pas seuls responsables des pollutions.
- sensibiliser les acteurs (notamment les scolaires) sur ce qu'est l'agriculture.
- limiter les contraintes dues aux lois, aux normes.
- entretenir la nature.

A11

- protéger les espèces et les habitats.
- limiter la domination de l'homme sur la nature.
- alerter sur les problématiques environnementales et éduquer à l'environnement.
- améliorer la communication avec les agriculteurs (défendre la ruralité, pas seulement la nature).
- changer les mentalités agricoles.

A12

- améliorer la communication, le contact avec les associations de protection du cadre de vie et les *acteurs locaux*.
- trouver de nouvelles ressources à exploiter (granulat).
- exploiter rationnellement les gisements graveleux.
- légitimer notre action sur le territoire en tant que groupe.

A13

- préserver les milieux naturels et la ressource en eau.
- connaître et partager les visions entre acteurs sur un territoire.
- promouvoir l'incitation financière pour une *gestion équilibrée* de l'eau.
- impliquer, intéresser, informer les acteurs à la gestion de l'eau.
- analyser, expertiser le fonctionnement des hydrosystèmes.

On observe donc différents besoins en termes d'argumentation auprès des acteurs rencontrés : (1) *argumentation interne* : informer, changer les comportements à l'intérieur même de son groupe ; (2) *argumentation externe d'un groupe vers les autres* : faire prendre conscience, sensibiliser, informer les autres sur les problématiques territoriales ou de son groupe, changer les autres au niveau de leurs mentalités, comportements, pratiques, améliorer son image et légitimer son action auprès des autres, améliorer le dialogue avec certains acteurs et/ou impliquer, intéresser, informer l'ensemble des acteurs d'un territoire afin qu'ils travaillent ensemble.

IV.3.3. Discussion des résultats et de l'outil

Après une synthèse rapide des principaux résultats obtenus grâce à notre méthodologie¹³³, cette partie porte un regard critique tant sur ces résultats que sur le positionnement de cette méthodologie dans un contexte de *négociation territoriale*.

IV.3.3.1. Synthèse des résultats

Les fiches acteurs et les *empreintes territoriales* individuelles permettent de caractériser séparément et de manière simplifiée chacun des acteurs enquêtés. La complexité du jeu d'acteurs, quant à elle, ne peut être approchée qu'en portant un regard global sur l'ensemble des informations contenues dans ces fiches et ces *empreintes* individuelles. Appréhender une telle complexité revient à répondre à la question suivante : *Qu'est-ce qu'on apprend sur le jeu d'acteurs de la Plaine à travers les acteurs rencontrés et l'outil d'analyse (modèle de l'acteur en 4 dimensions) ?*

On constate que si la *coopération* moyenne est importante, il y a aussi un fort potentiel de *conflit*. Par ailleurs, les actions de préservation sont peu vues par le *complexe multi-acteurs*, au contraire des actions de dégradation. Cette analyse, couplée à une ACP portant sur les 4 dimensions du modèle, montre que la *cohabitation* et le *conflit* structurent le *jeu d'acteurs*, et que *coopération* et *cohabitation* semblent liées. Une analyse plus fine du *rapport social* confirme la prédominance de la dimension *conflit* et met à jour des acteurs *consensuels*, *critiques* et *critiqués*. Ces derniers stigmatisent un nœud conflictuel du *jeu d'acteurs* : l'opposition agriculture-protection de la nature face au *complexe multi-acteurs*. Il semble que l'action commune ne soit pas une priorité du *complexe multi-acteurs*, les acteurs étant centrés sur leur activité. Il est aussi possible de mettre en évidence les rapports entre acteurs à travers la façon dont ils sont perçus (*estimé* et *critiqué*) : on observe alors un *acteur faible* (non-vu), des *acteurs attirants* pour leurs atouts, des *acteurs intermédiaires* (qui pourraient intervenir dans une médiation passerelle), des *acteurs repoussants* (dont les atouts n'attirent pas les autres) et des *fortes têtes* isolant agriculture et protection de la nature. Une analyse plus fine du *rapport patrimonial* montre que celui-ci est structuré par les sous-dimensions *préserve* et *dégrade* mettant à jour deux grands groupes d'acteurs : les *protecteurs de la nature* et les

¹³³ L'ensemble de cette méthodologie et des résultats est présenté de manière plus détaillée et approfondie dans le mémoire de Léa Sébastien (Thèse en cours de rédaction). Par ailleurs, celle-ci a testé l'*acteur en 4 dimensions* sur deux autres territoires : les Barthes de l'Adour (Région Aquitaine) et le pays Chagga (Tanzanie) sur les pentes du Kilimandjaro.

dégradeurs de la nature. Les sous-dimensions *attaché* et *éloigné* semblent jouer un rôle mineur. On observe aussi que les principaux défauts du territoire sont associés aux activités humaines modernes et aux *mentalités*, alors que les qualités du territoire sont associées à la biodiversité et aux activités traditionnelles, même si ces deux notions sont diversement appréciées. L'agriculture est encore une fois mise en évidence car elle peut être considérée aussi bien comme défaut principal du territoire que comme source de vie essentielle. Par ailleurs, des entités aimées par le *complexe multi-acteurs* sont souvent vues comme des défauts par le monde agricole.

L'analyse du *jeu d'acteurs* à travers le filtre des 4 hypothèses de départ permet de préciser et de compléter les résultats précédents. *Le rapport patrimonial influence le rapport social (H1)*. Les sentiments d'attachement ou d'éloignement jouent sur les sous-dimensions *critique* et *estime* (regard de l'acteur sur le *complexe multi-acteurs*) à travers des conflits de *valeurs morales* par exemple. Les actions de préservation ou de dégradation jouent sur les sous-dimensions *critiqué* et *estimé* (regard du *complexe multi-acteurs* sur l'acteur), les dégradeurs étant très critiqués. Des conflits de personne peuvent parfois parasiter de telles influences. On constate aussi que les acteurs ancrés dans la cohabitation ont un plus fort *rapport social* (oscillant entre critique et adhésion à l'action commune), alors que les dominateurs sont plus distants du *complexe multi-acteurs*. *Le rapport social influence le rapport patrimonial (H2)*. Cette influence est plus difficile à circonscrire. Il apparaît toutefois que le regard du *complexe multi-acteurs* sur l'acteur (*estimé* et *critiqué*) peut conduire à améliorer des actions de préservation ou à les générer pour améliorer une image environnementale. Le regard de l'acteur sur le *complexe multi-acteurs* (*estime*) peut conduire à des actions de préservation ou de dégradation. L'institutionnalisation de certaines pratiques de préservation vient parasiter ces influences. *Un consensus peut aboutir à la dégradation d'un bien environnemental (H3)*. Les entités les plus visibles sont celles portées par des acteurs institutionnels et celles portées par des acteurs en vue sur le territoire. Celles soutenues par des *acteurs faibles* ou peu vus sont moins visibles et celles non-évoquées invisibles, donc potentiellement oubliées lors d'une négociation. *Les pratiques conservacionnistes peuvent créer des conflits (H4)*. Cette hypothèse est nettement vérifiée sur le territoire à travers l'opposition protection de la nature/agriculture et ruraux/rurbains. Néanmoins, si les rapports du *complexe multi-acteurs* avec les protecteurs de la nature ne sont pas simples, ceux avec la ruralité semblent encore plus difficiles.

Le regard sur le *rapport homme-homme-nature* offre une palette de perceptions assez variées : la conservation idéale se décline de rentabilité économique à sanctuarisation de la nature, la concertation idéale oscille entre l'entrave et la palabre africaine. Il en va de même pour les problèmes du territoire : ils offrent une gamme de perceptions variées qui convergent toutefois vers des problématiques environnementales. Au contraire, les problèmes spécifiques aux groupes rencontrés traitent de questions plus sociales, et notamment de problèmes venant des autres. Si les acteurs ont une représentation des autres, ils ont plus de mal à se représenter eux-mêmes, à circonscrire l'image qu'ils dégagent sur le territoire. La ressource en eau, quant à elle, semble plutôt source de conflit. Ainsi de nombreux objets hydrologiques représentent des pôles d'attraction/répulsion (étangs, Canal du Forez). Le fleuve Loire occupe une place importante dans l'hydrosystème, au contraire des nappes phréatiques qui sont oubliées. Le fleuve est donc un objet incontournable du *jeu d'acteurs* et véhicule de nombreuses représentations. Il est tantôt menaçant, tantôt menacé, fleuron pour certain, élément structurant pour d'autres, pont ou barrière, atout ou défaut. La fleuve rassemble au sens où il focalise l'attention de nombreux acteurs.

La Plaine du Forez est riche en relations *socio-patrimoniales* : des liens aux objets ont des répercussions sociales, et réciproquement des relations sociales modifient certains objets. Les relations *socio-patrimoniales* mériteraient une étude plus approfondie replacée dans un contexte historique pour mieux comprendre *quels liens ont fait (font) des objets et quels objets ont fait (font) du lien* ? Toutefois, dans la Plaine du Forez, il semble que les acteurs sont davantage ancrés dans leur territoire en fonction d'objets d'attachement que du *complexe multi-acteurs*. Ainsi, on constate que deux visions de la nature s'affrontent : un attachement fondé sur la nostalgie, les activités traditionnelles, les anciens paysages, contre un attachement fondé sur la valeur patrimoniale, la richesse des écosystèmes et la biodiversité. Autrement dit, une approche conservation du cadre de vie, d'une certaine vision du passé s'oppose à une approche conservation de la nature, d'une richesse écologique des milieux naturels. Une telle opposition ne doit pas occulter d'autres sources conflictuelles comme les relations difficiles ruraux-urbains, les conflits de personnes et les conflits d'intérêt, notamment économiques.

L'*acteur en 4 dimensions* n'est pas un outil prédictif. Il ne s'insère pas non plus dans une logique de déterminisme social enfermant les acteurs dans un carcan et les assignant à une destinée. Il renvoie plutôt une image des acteurs, un stéréotype, sur un territoire donné, à un temps donné. Il s'agit, en d'autres termes, d'une coupe contemporaine, d'une coupe synchronique d'individus contemporains, à laquelle il serait bon d'ajouter une coupe diachronique, un regard historique, pour une meilleure compréhension du *jeu d'acteurs*. Au final, cette méthodologie a permis une analyse du *jeu d'acteurs* rencontrés. Elle propose des moyens pour représenter les acteurs, accéder à la diversité de leurs représentations, distinguer les *acteurs faibles et absents* et circonscrire les besoins des acteurs en termes d'argumentation.

IV.3.3.2. Les résultats en questions

Depuis plusieurs années déjà, les théoriciens de la négociation ont compris que le chemin vers l'accord nécessite de ne pas focaliser sur les conflits de position, les conflits de personne mais de donner une place centrale aux conflits d'intérêt (Fisher & Ury, 1983). Dans un contexte territorial, ce n'est pas suffisant. La négociation devient donc valorielle et doit tenir compte des identités (Kuty, 1988). Ainsi, la résolution de conflits de *valeurs morales* (Conan, 1994) ou de conflits de représentations (Warin & Labranche, 2003) acquiert une place prépondérante et s'avère plus difficile que la résolution de conflits d'intérêts. Il faut dès lors mettre l'accent sur l'étude du biais cognitif et des écarts de perception (Bourque & Thuderoz, 2002 ; Neale & Bazerman, 1991).

Lors de cette étude, nous avons repéré des conflits de personnes, de positions et d'intérêts, mais nous avons choisi de focaliser notre attention sur les écarts de perceptions révélant des potentiels conflits de représentations et de *valeurs morales*. L'*A4D* présente un *jeu d'acteurs* structuré par l'opposition des dimensions *cohabitation* et *dégradation* et par la dimension *conflit*. On observe ainsi des représentations antagonistes, des écarts de perception importants, qui constituent (quand on tient compte de l'ensemble des acteurs rencontrés) des gradients témoins de la diversité des représentations : la concertation idéale s'organise entre décision unilatérale et processus dialogique, la conservation idéale entre vision purement économique et vision écologique. Au-delà, le *complexe multi-acteurs* semble structuré par les oppositions *agriculture intensive-protection de la nature* et *ruraux-rurbains*. Ces oppositions sont souvent observées dans les campagnes (Conan, 1994 ; Lassus, 1994) et traduisent un écart de perception quant au *territoire vécu idéal* : les antagonistes critiquent réciproquement la mentalité de l'autre en s'appuyant sur une nostalgie du passé et une idée de nature idéale spécifiques pour défendre leur position. Dans les faits, les activités rurales constituent souvent un désagrément pour les rurbains. La ressource en eau n'échappe pas à cette relation

conflictuelle. Le Fleuve Loire, par exemple, qui occupe une place importante dans la Plaine du Forez, est diversement apprécié. Il est perçu comme un objet menacé à préserver qu'il faut laisser divaguer pour les écologistes, comme un objet menaçant à maîtriser pour les populations locales ou comme une ressource à exploiter pour d'autres. Ces différentes perceptions sont sources de conflits.

Dans le cadre d'une étude réalisée dans le Parc National de la Vanoise au moment de l'arrivée du loup, Mauz (2002) montre que deux mondes, deux identités préexistent à l'apparition de ce nouveau venu. D'un côté, le *monde sauvage/domestique* représente un monde local, petit, restreint dans le temps et dans l'espace, fondé sur un rapport d'utilité et d'attachement. C'est un monde ancien, centré sur l'entité village, qui sépare un pôle domestique constitué des habitations et des alpages, domaine des vaches, et un pôle sauvage constitué de la haute-montagne, domaine des chamois. Ses représentants sont des éleveurs, des chasseurs et des gardes-moniteurs de première génération. D'un autre côté, le *monde nature/artifice*, plus récent, plus global, plus large dans l'espace et dans le temps. Ce monde s'organise autour de l'opposition entre la nature, qu'il faut préserver, et l'artifice qui consiste à proposer des activités dites nature tels le tourisme, le ski, la randonnée. Ses représentants sont des nouveaux gardes-moniteurs, des naturalistes et des protecteurs de la nature. Avant l'arrivée du loup, ces deux mondes¹³⁴ coexistaient dans une relation basée sur l'évitement, l'ignorance partielle, dans l'enceinte du parc de la Vanoise. Le venue du loup a changé la donne en générant une rencontre et des conflits entre ces deux mondes. Les gestionnaires du parc, quant à eux, se sont retrouvés dans une situation difficile, pris entre éleveurs et défenseurs des loups qui les remettent tous deux en cause. Selon Mauz (2002), cette situation n'a pas que des inconvénients. Elle a permis une rencontre entre le monde sauvage/domestique et le monde nature/artifice fondée d'abord sur des échanges conflictuels, puis sur la reconnaissance du désaccord, pour enfin converger vers la recherche de solutions communes. Les gestionnaires du parc sont ainsi devenus des *individus passerelle* entre les deux monde.

Cette étude conforte l'idée que la reconnaissance du conflit est essentielle pour reconnaître l'existence du parti adverse et tenter de trouver une solution commune (Huybens, 2003). Elle met aussi en avant l'utilité d'individus intermédiaires pour faciliter la résolution du problème, comme c'est le cas lors de médiation passerelle (Beuret & Trehet, 2001).

A la lumière de ces considérations, il peut être intéressant de préciser la caractérisation des acteurs proposée dans le cadre de notre étude (§IV.3.2.2.5.). On observe ainsi des conservateurs du cadre de vie s'apparentant au monde sauvage/domestique, représenté par l'*acteur faible* et la *bête noire*, et des conservateurs de la nature s'apparentant au monde nature/artifice, représenté par le *conservateur*. On observe aussi des individus potentiellement *passerelle* en la personne des *modérés*, des *institutionnels* et des *intégrateurs*. Un groupe supplémentaire se distingue toutefois, les *dégradeurs*, qui restent distants du territoire mais qui ne sont pas à négliger du fait de leurs impacts et leurs intérêts socio-économiques. Il apparaît aussi que certains acteurs *institutionnels* peuvent être considérés comme distants car ils parlent du territoire, le connaissent, sans le pratiquer réellement.

A l'instar du loup, le fleuve Loire, en tant qu'objet de conflit, pourrait être le facteur déclencheur d'un rapprochement entre des mondes antagonistes. Pendant plusieurs décennies,

¹³⁴ Cette typologie qui différencie deux mondes en se fondant sur les oppositions sauvage/domestique et nature/artifice est loin d'être universelle. Selon Descola (2001), chez certains peuples animistes d'Amazonie, d'Amérique sub-arctique et de Sibérie « l'animal est appréhendé comme une personne avec qui sont noués des rapports sociaux ». En d'autres termes, chez ces animistes, humains et non-humains ne se différencient pas par leur âme, mais par leur corps. Ainsi, « l'humain ne voit plus l'animal comme il le voit d'ordinaire, mais tel que celui-ci se voit lui-même, en humain, et l'humain est perçu comme il ne se voit pas d'habitude, mais tel qu'il souhaite être vu, en animal ».

les populations semblent s'être éloignées du fleuve Loire : le déclin de la batellerie lui ôte sa valeur économique et l'intérêt que lui portaient les communes, la peur des crues a conduit à son endiguement, la pollution à une régression de la pêche et de la baignade. En somme, la perte de l'intérêt économique et les fortes altérations dont il a été l'objet ont conduit les populations à ignorer le fleuve. Toutefois, il apparaît désormais qu'il est l'objet de nombreux projets naturels et culturels (Ultsch, 2005). Ce regain d'intérêt se traduit, par exemple, par le Programme Loire Grandeur Nature, par la réappropriation des bords du fleuve (projets de cheminements piétonniers, l'Ecopôle du Forez), par la redécouverte de la pratique sportive associée au patrimoine fluvial (projet VVV-Vélo, route voie verte), par la sensibilisation et l'interprétation (projet de maison du Fleuve Loire, projet de réseau des Maisons de la Loire). L'ensemble de ces projets mobilise un nombre d'acteurs importants (archives, bibliothèques, musées, sociétés d'histoire, laboratoires de recherche, associations, collectivités territoriales, administrations, établissements publics...). Ainsi, le fleuve Loire pourrait faire du lien. L'émergence de tels projets pourraient permettre la rencontre entre acteurs qui s'ignorent ou qui s'évitent, pour favoriser, sur la base d'une reconnaissance des relations parfois conflictuelles et des désaccords, la recherche de solutions communes. Travailler sur ces projets, plutôt que sur un territoire considéré sans projet particulier pour les besoins de notre étude, peut constituer une piste intéressante pour observer et rechercher des collectifs.

Notre méthodologie, à travers la diversité des *empreintes*, révèle non seulement des écarts de représentations, des mondes différents, mais aussi des *acteurs faibles* et des *acteurs absents*. Si la communauté scientifique reconnaît désormais les eaux souterraines comme des écosystèmes (Gibert, 1991a) à part entière, les organismes souterrains et dans une certaine mesure l'entité nappe phréatique gardent encore le statut d'*acteur absent* du territoire. Cette entité reste invisible pour la plupart des acteurs. Les programmes d'actions institutionnels prennent en compte, au mieux, les volets qualitatifs et quantitatifs, mais occultent la vie souterraine. Les *acteurs locaux* quant à eux, s'ils vivent au contact des eaux phréatiques, ne voient en elles qu'une ressource, parfois jugée inépuisable. Lors de cette étude, nous n'avons rencontré qu'un seul *acteur faible*, même si nombre d'acteurs prétendent à ce titre en soulignant leur impuissance ou le fait qu'ils ne sont pas entendus. Malgré tout, même si la volonté d'actions communes n'est pas très forte sur le territoire (les acteurs étant centrés sur leur activité), tous les acteurs rencontrés, à l'exception d'un seul, parviennent à se faire une place et à mener à bien des actions. L'*acteur faible* quant à lui, s'il s'est organisé en association pour défendre son cadre de vie, se sent oublié, montre peu de velléité de participation réelle et reste pessimiste sur ses capacités à faire changer les choses, comme en témoigne son discours : « On a vécu 100 ans sans vous [institutions et administrations], on peut vivre encore 100 ans sans vous ». Ainsi, s'il est vrai que les déséquilibres de pouvoirs rendent la participation difficile, intéresser, motiver les acteurs à participer est tout aussi problématique (Bourque & Thuderoz, 2002 ; Villeneuve & Huybens, 2002 ; Roche, 2002).

En conclusion, l'A4D est un outil de représentation de la diversité territoriale. Cette diversité témoigne de la coévolution au fil du temps des sociosystèmes et des écosystèmes : le territoire étant ainsi fait *anthroposystème* (Muxard, 2004). Par rapport aux *empreintes*, les 4 hypothèses de travail se situent plus dans la lignée de la psychosociologie appliquée à la conduite de groupes et de la communication au service de la négociation. *Reste à savoir maintenant quelles sont les implications de l'utilisation du modèle de l'acteur en 4 dimensions dans une négociation ? Comment s'en servir sur un territoire ? Comment montrer les empreintes aux acteurs ?*

IV.3.3.3. L'outil en questions

Dans un contexte de *gestion patrimoniale*, la finalité de l'*acteur en 4 dimensions* pourrait être de faire émerger des collectifs sur un territoire, d'opérer ou de faciliter des changements sociaux. Ce travail est habituellement dévolu aux politiques, aux élus : ce sont eux qui maîtrisent le *commun*, qui connaissent les gens, qui ont en quelque sorte les *empreintes* de leurs administrés en tête. Néanmoins, dans un contexte *multi-acteurs*, connaître chacun est une tâche difficile. L'*acteur en 4 dimensions* peut donc suppléer aux défaillances des élus en complétant leurs connaissances. En l'état, il est difficile de tester cet outil comme instrument à susciter du collectif. Ceci nécessiterait un travail à plus long terme et une analyse historique. En effet, l'*empreinte territoriale* est liée à un acteur et le modèle de l'*acteur en 4 dimensions* juxtapose des acteurs qui semblent isolés. Il conviendrait donc de coupler à cette coupe synchronique une analyse diachronique historique. Ainsi, l'A4D acquerrait une dimension temporelle, un lien au temps nécessaire pour la prospective, la confrontation des *empreintes* les unes par rapport aux autres et la compréhension de leur évolution dans le temps. Ainsi, l'A4D est lié à un contexte historique construit et constitué d'éléments changeant au cours du temps. Les *représentations sociales* des acteurs sont ainsi faites qu'elles sont issues d'un processus historique (Moscovici, 1989) qui les modifie, les fait évoluer pour parfois les institutionnaliser (Aspe, 1999), notamment dans le domaine de l'eau (Allard, 1999 ; Picon, 1999).

De prime abord, il peut sembler difficile de trouver une unité quand on est confronté à la diversité des représentations des acteurs d'un territoire. Une telle unité est pourtant nécessaire pour assurer une *gestion patrimoniale* d'un territoire. Deux exemples (Pupin, 2003) montrent qu'il est possible de trouver cette unité, cette *metareprésentation*, même si au départ l'ensemble des acteurs ne pensent pas le territoire dans son unité. Le premier est le projet ETHOS en Biélorussie, pour la réhabilitation des territoires contaminés par Tchernobyl, où les acteurs se sont fédérés autour de la problématique de contaminations radioactives. Au final, une unité a pu être trouvée non seulement pour réhabiliter les terres contaminées, mais aussi pour améliorer la qualité radiologique du territoire, des produits de consommation et développer des programmes de recherche visant à l'amélioration de la santé des habitants et au développement économique et social dans une approche multi-échelles (du local à l'international). Le second exemple concerne la situation de l'agriculture périurbaine de la Plaine de Versailles. Là, pour dépasser la parcellisation des modes d'organisation et d'action des acteurs, pour la plupart centrés sur leur activité et sur la portion de territoire qu'elle concerne, la recherche de l'unité passe par deux niveaux : un niveau d'action unissant les acteurs autour de la volonté commune d'agir pour une agriculture de qualité, et un niveau d'organisation unissant les acteurs dans un Conseil de *gestion patrimonial*. Ce conseil s'articule en une instance politique décisionnelle, un lieu de rencontre et de négociation (intelligence partagée) et une équipe opérationnelle, dite équipe de facilitation. L'étude des représentations est donc bien d'importance majeure dans un contexte de négociation. Au départ, notre travail de recherche n'était pas réellement orienté sur la caractérisation d'une *metareprésentation* du territoire, mais plutôt sur un outil de représentation du *jeu d'acteurs*. Toutefois le modèle de l'*acteur en 4 dimensions*, à travers les *empreintes territoriales*, pourrait être utilisé pour créer du collectif sur un territoire.

Comment donc susciter du collectif par l'intermédiaire de l'A4D ? Une présentation anonyme des *empreintes territoriales*¹³⁵ en présence d'acteurs impliqués ou rencontrés dans le cadre de cette étude a soulevé de nombreuses réactions dans la salle et a généré une certaine tension. Dans le public, majoritairement d'affinité politique écologiste, chacun y allait de son

¹³⁵ Deuxièmes rencontres naturalistes Rhône-Alpe « Entre fleuve et tourbière, richesse et enjeux des zones humides », Feurs, FRAPNA Loire, octobre 2003.

commentaire : « J'ai reconnu tout le monde [...] les pollueurs se reconnaîtront ». La présentation, l'utilisation et l'application de l'outil et des résultats semblent être une affaire délicate. Il convient de réfléchir aux précautions à prendre et aux répercussions sur le *jeu d'acteurs*. Comme le soulignent Warin & Labranche (2003), à une autre échelle certes, on ne connaît actuellement pas l'effet de la concertation publique sur le *jeu d'acteurs* et sur le territoire, faute de recul suffisant. Par ailleurs, les chercheurs impliqués dans de tels processus laissent forcément des traces. Ainsi, il est nécessaire de veiller à ce qu'un travail de recherche ne crée pas, par exemple, de nouveaux conflits (Huybens, 2003). Montrer aux acteurs leurs *empreintes territoriales* sans réflexion préalable pourrait avoir des effets désastreux. Par exemple, produire une cristallisation des positions des acteurs – leur *empreinte* ayant été montrée en public, ceux-ci, pour ne pas perdre la face, pourraient ne plus s'en écarter – ou les exposer à des risques de manipulation d'un porteur d'étude peu scrupuleux utilisant l'information à des fins personnelles.

Compte tenu des risques, un test grandeur nature, hors champ, sur un cas concret de conflit territorial semble mal venu. Plutôt qu'un test grandeur nature, il semble plus pertinent et plus prudent d'organiser des séances de travail, des rencontres avec les acteurs concernés. Les *empreintes* pourraient être présentées par le biais d'un médiateur ou d'un tiers acteur. La position du tiers lui permet généralement de parler à tous et de réunir tout le monde, à condition qu'il soit accepté et légitimé (Touzard, 2003b ; Huybens, 2003). Son action, si elle est bien menée, doit ainsi permettre d'assurer la lisibilité des rôles, des intérêts et des représentations (Mermet & al., 2003), de gérer le rôle fondamental de l'échange d'informations (Laurans & Dubien, 2003) et d'assurer l'implication de chacun (Gagnon & al., 2003). Outre le *médiateur passeur* (Kalaora & Charles, 2000) souvent extérieur au *jeu d'acteurs*, la présentation des *empreintes* pourraient se faire par l'intermédiaire d'un *médiateur passerelle* (Beuret & Trehet, 2001) issu du *jeu d'acteurs* : un acteur multi-appartenances ou intermédiaire inspirant la confiance. Dans un autre registre, les *empreintes* pourraient aussi être présentées dans un contexte de simulation pédagogique de négociation impliquant des acteurs réels. Ceci peut passer par la réalisation d'un modèle simplifié (Chapitre VI.) plus facilement accessible aux acteurs et demandant moins de temps de travail. Par ailleurs, il aurait été intéressant de faire valider leurs propres *empreintes* aux acteurs enquêtés et de discuter les composantes, les indicateurs et leur notation avec les acteurs de terrain dans des groupes de travail. L'outil et les hypothèses doivent être générateurs de questionnement pour les acteurs, questions qu'ils ne se seraient pas forcément posés spontanément.

Reste à savoir comment inscrire cette *empreinte* pour la faire exister dans un processus participatif et/ou dialogique. Afin de cerner la place de l'A4D dans de tels processus, il conviendrait de mener une réflexion documentée sur les approches participatives et dialogiques (ex : forums hybrides), et constater le cas échéant dans quel dispositif l'A4D peut s'intégrer et dans quelles conditions il peut être utile. Contrairement aux *représentations spatiales* (Moquay & al., 2001b) qui confrontent les acteurs à des représentations sur des choses, des objets, l'A4D confronte les acteurs à des représentations sur eux-mêmes. Reste à savoir comment ils vont prendre la chose, d'autant que les acteurs ont peu de connaissances d'eux-mêmes et notamment de leur image dans le *jeu d'acteurs*. L'A4D permet donc aux acteurs de prendre en compte quelque chose de nouveau, de différent dans le *rapport social* et le *rapport patrimonial*.

Ce Chapitre nous a permis d'appréhender notre territoire dans ses dimensions physique, biologique et humaine. L'étude du territoire biophysique est centrée sur l'entité hydrologique nappe phréatique dans un secteur fortement modifié par les activités humaines et notamment

l'exploitation de granulats. Nous avons concentré nos efforts pour expliciter le fonctionnement des eaux souterraines et les représenter à l'aide de cartes issues d'un SIG. Ainsi, nous disposons d'explications et de représentations concernant des paramètres intrinsèques de l'aquifère (perméabilité), des paramètres liés aux conditions d'écoulement (hauteur mouillée, épaisseur non-saturée, vitesse, sens), des paramètres physico-chimiques (conductivité, carbone organique dissous) et des paramètres biologiques (macrophytes et invertébrés souterrains). Dès lors, ces représentations peuvent être mobilisées en termes d'*argumentaires spatiaux* de manière séparée ou complémentaire. La dimension humaine confronte un panel d'acteurs à leur territoire biophysique. Ainsi, nous disposons d'un outil d'analyse et de représentations du *jeu d'acteurs* permettant de cerner la diversité des *représentations sociales* et territoriales des acteurs, notamment la place occupée par les nappes phréatiques, et leurs besoins en termes d'argumentations envers leur propre groupe et envers les autres.

Le Chapitre suivant (Chapitre V.) propose une synthèse des résultats de cette étude du *territoire en 3 dimensions* (T3D) et de *l'acteur en 4 dimensions* (A4D) orientée vers l'exploitation de granulats. Cette synthèse rappellera d'abord les principaux résultats de chacune des dimensions et leur implication dans le monde des gravières, puis soulignera les complémentarités qui existent entre chacune d'entre elles, plus particulièrement en termes d'*argumentation spatiale* pertinente et adaptée aux acteurs du territoire.

Pour terminer, nous présenterons les perspectives d'une telle méthodologie en soulignant les applications potentielles. En termes d'application et de validation des résultats, un cadre d'étude d'*aide à la négociation* à valeur pédagogique sera présenté au Chapitre VI.

- Chapitre V. -
Exploitation des résultats

—

Un territoire représenté en 3 dimensions
et un acteur en 4 dimensions pour une
argumentation spatiale adaptée

Avant de procéder à l'analyse du contenu des *argumentaires spatiaux* en termes d'exploitation de granulat – pour déterminer où, pourquoi et comment exploiter et aménager une gravière – ce chapitre propose un rappel du contexte et des objectifs de ce travail et une synthèse rapide des résultats sur lesquels s'appuient la construction, la composition de l'*argumentation spatiale*. En fin de chapitre seront donnés quelques exemples d'applications potentielles de ce travail.

V.1. Rappel, contexte et objectifs

Ce travail est fondé sur une approche méthodologique *multidisciplinaire* de la *négociation territoriale* mettant l'accent sur la nature *pluridimensionnelle* de la notion de territoire, *un territoire en 3D et un acteur en 4D*. L'objectif principal concerne la production d'*argumentaires spatiaux* adaptés aux acteurs, par le biais de *représentations territoriales*, comme outil de médiation pour l'*aide à la négociation*, c'est-à-dire proposer une négociation tenant compte *des acteurs absents*, *des acteurs faibles* et *des valeurs morales* (Chapitres II. et III), *une négociation plus écologique et une conservation plus humaine*.

Une telle méthodologie a été testée dans la Plaine du Forez, plus particulièrement sur le secteur de l'Ecozone, en accordant une place centrale aux eaux phréatiques. Les axes de recherche privilégiés au cours de cette étude sont les suivants (Chapitre I.) :

- *Production de représentations territoriales fondées sur l'étude approfondie des 3 dimensions du territoire* (Chapitre IV.)

La dimension physique propose de modéliser les écoulements souterrains, de cerner l'ensemble de paramètres hydrogéologiques et de simuler l'impact potentiel de l'implantation de nouvelles gravières. On obtient dès lors des représentations cartographiques physiques de la nappe phréatique.

La dimension biologique propose d'évaluer les caractéristiques physico-chimiques et la biodiversité des eaux souterraines. On obtient dès lors des représentations cartographiques biologiques et physico-chimiques de la nappe phréatique, alternatives et complémentaires de la dimension physique, pour préciser les attributs physico-chimiques et hydrogéologiques du secteur. Parallèlement, l'interface gravière/nappe phréatique a été explorée à l'aide de végétaux macrophytes pour préciser l'origine de l'alimentation en eau des bassins (nappe, fleuve).

La dimension humaine propose des représentations des acteurs et du *jeu d'acteurs* sous forme d'*empreintes territoriales* et de cartes factorielles. Cette dimension permet d'évaluer les tendances du *jeu d'acteurs* à travers le modèle de l'*acteur en 4 dimensions* (*coopération, conflit, cohabitation, domination*), de cerner leur positionnement par rapport au milieu naturel et au *complexe multi-acteurs*, leur perception d'entités naturelles et plus particulièrement les nappes phréatiques, et leur besoin en termes d'argumentation.

- *Production d'argumentaires spatiaux fondés sur des représentations territoriales issues des 3 dimensions* (§ V.2.)

Afin de mettre à disposition les résultats, il est nécessaire de les synthétiser tout en soulignant les complémentarités entre dimensions. Ainsi, les représentations obtenues peuvent être utilisées de manière simplifiée et accessible pour proposer une *argumentation spatiale* adaptée aux acteurs rencontrés. A titre d'exemple, les implications pour l'extraction de granulat seront présentées.

- Mise en œuvre d'une plate-forme pédagogique informatisée permettant de simuler une négociation territoriale (Chapitre VI.)

Le prototype de *plate-forme* mis en œuvre associe *jeu de rôles* et utilisation d'outils d'aide à la négociation. Il est construit sur la base des résultats issus de l'étude des 3 dimensions et porte sur une négociation en lien avec l'industrie minière. Les joueurs, ou apprenants, devront choisir ensemble un site pour l'implantation d'une nouvelle gravière. La tâche des joueurs sera facilitée par les informations disponibles dans la *plate-forme* avec lesquelles, ils pourront construire une *argumentation spatiale* pour étayer et défendre leurs choix.

V.2. Synthèse rapide des résultats et *argumentation spatiale*

Dans cette partie, nous ne reviendrons pas sur la présentation du terrain d'étude (Chapitre III.). Rappelons simplement que le secteur sur lequel nous travaillons a subi de nombreuses modifications et altérations d'origine anthropiques (endiguement du fleuve, incision du lit mineur, barrage hydroélectrique, extraction de granulats, activités agricoles, urbanisation) qui génèrent des transformations des milieux et sont sources de pollution. Au final, nous concentrerons notre attention sur les apports spécifiques et complémentaires de chacune des dimensions étudiées. Il s'agit de faire ressortir les points importants de chacune des études approfondies des dimensions à travers les *représentations territoriales* obtenues (cartes issues des SIG, cartes factorielles, *empreintes territoriales*) pour construire des *argumentaires spatiaux*.

V.2.1. Synthèse des résultats des 3 dimensions : physique, biologique et humaine

L'étude de la *dimension physique* (Chapitre IV.) permet d'explicitier et de représenter de manière simplifiée les échanges hydrauliques complexes du secteur d'étude. En premier lieu, le SIG permet de situer précisément sur des cartes les ouvrages (puits, forages, piézomètres, limnimètres), les objets hydrologiques naturels (fleuve Loire, ruisseau Aillot, gourds) et de localiser l'emprise de l'activité d'extraction de granulats (gravières, parcelles remblayées). Cette première représentation propose une vision simple du secteur permettant de bien repérer les éléments de base. Il serait possible, selon les besoins, de la compléter avec des couvertures présentant le relief, la géologie, l'altitude du substratum, l'épaisseur des alluvions, la nature des alluvions.

En second lieu, le SIG permet de représenter les attributs hydrogéologiques de l'aquifère calculés par le modèle mathématique. Une première représentation de l'aquifère est possible à l'aide des courbes piézométriques mesurées qui, une fois interprétées, donnent une idée des gradients hydrauliques (plus forts quand les isopièzes sont rapprochées) et des sens d'écoulement (perpendiculaires aux isopièzes). Il est aussi possible de visualiser des paramètres tels que l'épaisseur mouillée, l'épaisseur non-saturée, la perméabilité, les vitesses et les sens d'écoulement calculés par le modèle. Ce type de représentation est fondé sur le maillage du modèle.

Ainsi, l'aquifère de la rive de l'Ecozone du Forez est un aquifère superficiel (donc vulnérable aux pollutions), peu profond, constitué de sédiments poreux assez hétérogènes. On constate que l'épaisseur mouillée décroît depuis l'Aillot vers la Loire, contrairement à l'épaisseur non-saturée. La perméabilité, corrélée aux vitesses d'écoulement, montre des valeurs faibles dans la zone centrale du secteur et des valeurs fortes aux abords de l'Aillot et de la Loire. Les résultats montrent des écarts entre valeurs mesurées et valeurs calculées, notamment pour le niveau piézométrique et l'épaisseur de la zone non-saturée. Concernant les

sens d'écoulement, on observe un écart entre sens d'écoulement interprétés selon les isopièzes mesurées orientés sud-ouest nord-est et sens d'écoulement calculés décalés vers le nord.

L'ensemble de ces informations et de ces représentations permettent de cerner la dimension physique de l'aquifère. Celles-ci peuvent fournir de nombreux *argumentaires spatiaux* (où et pourquoi installer, où ne pas installer une gravière ?), notamment pour l'exploitation de granulat.

La *dimension biologique* (Chapitre IV.) permet de représenter l'aquifère à travers des paramètres physico-chimiques et des organismes vivants (macrophytes et invertébrés souterrains). Il est aussi possible de représenter ce secteur à travers les unités écologiques qui le composent (Chapitre III.).

L'étude physico-chimique montre un aquifère pollué, faiblement oxygéné, fortement minéralisé et riche en carbone organique dissous. Selon toute vraisemblance, la pollution de l'aquifère est due principalement aux activités agricoles (nitrates) et à la dissolution des remblais (sulfates, calcium, chlorures, magnésium). On constate que les remblais ont un impact sur la minéralisation de l'eau. L'augmentation de la conductivité de l'Aillot vers la Loire et plus particulièrement vers le nord du secteur traduit la contamination de l'aquifère par les éléments dissous dans les remblais. Ceci tend à valider le sens des écoulements calculés par le modèle et les champs de perméabilités par rapport à ceux interprétés selon les isopièzes mesurées. Les sondages réalisés dans les remblais montrent que ceux-ci sont hétérogènes, tant du point de vue de leur composition que de leur perméabilité. Ils constituent dans leur ensemble des zones moins perméables, avec toutefois des secteurs d'écoulement préférentiel. Les sondages réalisés sur les berges des gravières montrent aussi des perméabilités hétérogènes : les berges sont tantôt colmatées, tantôt perméables. Les concentrations en carbone organique dissous (COD) décroissent depuis l'Aillot vers le fleuve. Les apports en COD étant d'origine superficielle, ceci confirme la distribution spatiale des épaisseurs non-saturées calculées par le modèle : plus la nappe est proche de la surface et plus elle est riche en COD. Dans les puits les moins oxygénés, on observe des phénomènes de dénitrification et de mise en solution des phosphates constituant une source de pollution.

L'étude des invertébrés souterrains montre un aquifère avec une forte densité d'invertébrés et une forte richesse spécifique. On observe que les animaux épigés sont plus nombreux que les animaux hypogés, même si ces derniers sont présents dans tous les puits. Il existe donc une vie biologique souterraine importante dans les nappes phréatiques de la Plaine du Forez. Nos analyses montrent que la distribution spatiale de la faune souterraine est organisée selon un gradient environnemental impliquant en premier lieu les concentrations en carbone organique dissous et en second lieu la puissance de l'aquifère (épaisseur mouillée, vitesse d'écoulement et perméabilité). La pollution générée par les activités agricoles et l'extraction de granulat ne semble pas intervenir dans la répartition des animaux. De fortes concentrations en COD reflètent potentiellement les capacités nourricières du milieu pour les animaux¹³⁶. La puissance de l'aquifère, à travers les paramètres évoqués précédemment, joue aussi sur la répartition des animaux. De manière directe, en dictant les particularités du milieu souterrain : la perméabilité caractérise le degré d'inter-connectivité entre les pores de l'aquifère et la vitesse influence l'oxygénation de l'aquifère. Ces particularités peuvent influencer la répartition des animaux et jouer sur la facilité de déplacement pour la recherche de nourriture, et de partenaires pour la reproduction. De manière indirecte, en orientant les flux d'énergie (nutriments, matière organique, flux thermiques) : les paramètres hydrogéologiques

¹³⁶ De fortes concentrations en COD stimulent probablement la production bactérienne, bactéries dont se nourrissent les invertébrés souterrains. Ainsi, une augmentation des teneurs en COD augmente la biodiversité souterraine.

influencent les apports en COD depuis la surface. Sur ce secteur, ce sont donc les concentrations en carbone organique dissous qui régissent la répartition spatiale de la faune souterraine.

L'étude des macrophytes des gravières montre la nature eutrophe des bassins et une faible richesse floristique. Les gravières ne constituent pas un habitat favorable pour l'implantation de la végétation aquatique. La nappe phréatique, de par sa nature très minéralisée, ne permet pas la création de conditions oligotrophes à l'interface nappe/gravières pour l'implantation d'une flore différente. Par ailleurs, le phénomène d'incision du lit réduit les échanges du fleuve vers les bassins de gravière, et donc le renouvellement de l'eau des bassins (Chapitre IV.).

Les informations et les représentations de la dimension biologique permettent de valider certains éléments de la dimension physique comme les sens d'écoulement calculés par le modèle, les champs de perméabilité et l'épaisseur de la zone non-saturée. On obtient aussi des informations et des représentations complémentaires, notamment sur la qualité de l'eau de l'aquifère et sur son fonctionnement biologique en lien avec les gravières. De plus, l'étude des macrophytes valide les analyses physico-chimiques de l'eau de l'aquifère. L'ensemble de ces informations et de ces représentations, avec celles issues de la dimension physique, permettent de mieux comprendre le fonctionnement de l'aquifère. La dimension biologique est donc elle aussi source d'*argumentaires spatiaux* pour l'extraction de granulat.

La *dimension humaine* (Chapitre IV.) permet de représenter les acteurs et le *jeu d'acteurs* de manière graphique (*empreintes territoriales*, cartes factorielles). L'analyse du discours des acteurs permet aussi de mettre en avant certaines perceptions des acteurs, tant dans leur *rapport social* que *patrimonial*. Il est aussi possible de représenter des éléments de la dimension humaine sous forme cartographique comme les habitations, le parcellaire, le réseau routier, les chemins, l'occupation des sols, les aires protégées.

L'analyse du *jeu d'acteurs* révèle que celui-ci est structuré par l'opposition *cohabitation-domination* et par un fort potentiel de *conflit*. On observe ainsi une forte opposition agriculture-conservation de la nature, opposition occupant une place importante dans le *jeu d'acteurs* (*bête noire* et *conservateur*). Au-delà de l'agriculture, le monde rural, petit, local, montre un fort attachement au territoire fondé sur un rapport d'utilité au milieu. Celui-ci s'oppose à un monde urbain, plus large, qui vise à une promotion de la nature à travers des activités touristiques ou de protection par exemple. On observe des acteurs plus distants, autonomes, dont l'activité est centrée sur l'exploitation et la maîtrise de la nature (*dégradeurs*). Ils sont issus des mondes agricoles et industriels. Entre les deux, on observe des acteurs ayant une bonne connaissance, parfois de spécialistes, du territoire. Si certains pratiquent le territoire (*intégrateurs*), d'autres (*institutionnels*) ne le pratiquent pas. Ce type d'acteur pourrait se constituer en *individu de passage* (médiateur passerelle) entre les forces en opposition. Sur ce territoire, la constitution de collectifs ne semble pas aisée car chaque acteur paraît centré sur ses activités et sur le morceau de territoire qui les concerne, d'où le fort potentiel de conflit.

Si nombre d'acteurs se posent en *acteurs faibles*, nous n'avons rencontré au final qu'un seul acteur pouvant répondre à ce qualificatif. Il apparaît aussi que la plupart des acteurs ont du mal à estimer, qualifier l'image qu'ils véhiculent dans le *jeu d'acteurs* alors qu'ils stigmatisent facilement celle des autres. Par ailleurs, l'étude du *jeu d'acteurs* nous confronte à une forte diversité de représentations, que ce soit en termes de concertation idéale ou de conservation idéale.

La ressource en eau semble être plus une source de conflit que de coopération. Ainsi les grands objets hydrologiques structurant le territoire, à savoir le Canal du Forez et le fleuve

Loire, sont sources de frictions. Les nappes phréatiques, au contraire, sont très peu évoquées et peuvent être considérées comme un des *acteurs absents* de l'hydrosystème.

Pour terminer, si la plupart des acteurs restent centrés sur leur activité, ils émettent souvent le désir de s'ouvrir aux autres dans le but d'améliorer leur image, de faire connaître et de légitimer leurs pratiques. Il existe donc un fort besoin en termes d'*argumentation externe*, de communication vers les autres acteurs et/ou tournée vers l'ensemble des acteurs pour leur permettre de travailler ensemble. On constate aussi des besoins en termes d'*argumentation interne*, tournée vers son propre groupe.

On observe donc, au regard des acteurs rencontrés, une forte diversité de représentations, un faible potentiel d'actions collectives ainsi qu'un manque de connaissances, d'informations et d'intérêt pour les nappes phréatiques. Concernant l'exploitation de granulat, il apparaît que les carriéristes n'ont pas une bonne image et sont souvent confrontés à des problèmes d'opposition locale. De plus, ils doivent faire face à une réglementation de plus en plus stricte concernant leur activité en milieu alluvionnaire.

V.2.2. Argumentation spatiale

A l'échelle de la Plaine du Forez et de son hydrosystème, ce travail est évidemment réducteur. En effet, l'étude des dimensions physique et biologique ne concerne que quelques kilomètres carrés (10km²) de territoire en rive gauche du fleuve Loire. Elle est de plus axée essentiellement sur l'entité nappe phréatique du secteur, et de manière indirecte sur les bassins de gravière et le fleuve. L'étude de la dimension humaine quant à elle, si elle interroge des acteurs répartis sur l'ensemble de la Plaine du Forez, n'est pas exhaustive pour autant car elle ne porte que sur 13 acteurs parmi des dizaines. Par ailleurs, les *représentations territoriales* obtenues ici sont limitées à des cartes géographiques (SIG), des cartes factorielles et des *empreintes territoriales*. Ainsi sont posées en quelques phrases les limites de ce test méthodologique. Ceci dit, l'étude des 3 dimensions permet de proposer une *argumentation spatiale* à partir des *représentations territoriales* obtenues : d'une part de manière spécifique en focalisant notre attention sur l'activité d'extraction de granulat, d'autre part d'une manière plus générale au regard des acteurs rencontrés.

V.2.2.1. L'extraction de granulat sur le secteur de l'Ecozone à travers les 3 dimensions

L'ensemble des paramètres hydrogéologiques, physico-chimiques, biologiques et humains présentés précédemment, sous forme cartographique, sont d'importance lors d'une négociation assortie d'une décision concernant le choix du site d'implantation d'une nouvelle gravière et la nature de sa réhabilitation. L'objet de la négociation porte donc sur cinq questions primordiales : (1) *Est-il pertinent et possible d'installer une nouvelle gravière ?* (2) *Où et pourquoi ne peut-on pas implanter une nouvelle gravière ?* (3) *Où et pourquoi peut-on creuser une nouvelle gravière ?* (4) *Quelles sont les précautions à prendre lors de l'exploitation ?* (5) *Quelle est la nature de la réhabilitation ou de la réaffectation la plus pertinente en fonction des conditions locales ?* Les éléments de réponse proposés pour ces questions sont issus de l'étude des 3 dimensions du territoire et complétés par le travail réalisé par Mimoun (2004) concernant l'évaluation d'un projet d'aménagement de gravières.

(1) Est-il pertinent et possible d'installer une nouvelle gravière ?

L'implantation d'une nouvelle gravière relève de la juridiction des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). La loi oblige les carriéristes à déposer un dossier de demande d'autorisation de création ou d'extension s'il est déjà implanté. Ce dossier

est suivi par la DRIRE. Il doit être conforme au Schéma Départemental des Carrières (SDC) et doit être déposé en préfecture pour instruction.

Cette démarche se compose de plusieurs étapes (Espaces pour Demain, 2002) :

– *prospection du site*, lors de laquelle l’exploitant doit réaliser une étude de marché pour répondre à une demande en termes de qualité et de quantité, analyser la rentabilité (volume du gisement, coûts fonciers et d’exploitation) et les contraintes (ZNIEFF, lit mineur, captages, négociations foncières, oppositions locales) pour sélectionner un site (gisement) ;

– *élaboration du projet*, lors de laquelle l’exploitant met en route des études (fonctionnement de l’exploitation d’un point de vue technique, plan de phasage, impacts environnementaux, aménagement et gestion future du site) et organise la concertation (consultation, réunion publique, Commission Locale d’Information et de Concertation) ;

– *instruction de la demande*, lors de laquelle l’exploitant dépose le dossier final en préfecture, dossier qui est examiné lors d’une enquête publique et un passage devant la Commission Départementale de Carrières (CDC) avant décision du préfet qui autorise ou non l’ouverture ou l’extension selon le cas.

Lors d’une telle démarche, l’exploitant de granulat pourrait utiliser des *représentations territoriales* pour bâtir des *argumentaires spatiaux* à deux niveaux : (1) *argumentation interne* en spatialisant les besoins locaux en termes de granulat¹³⁷, les contraintes et la rentabilité économique des parcelles dans la plaine alluviale ; (2) *argumentation externe* en spatialisant des éléments nécessaires pour informer et convaincre les acteurs impliqués dans la décision du bien fondé du choix du site d’implantation, de la conduite de l’exploitation, de l’aménagement et de la gestion future du site.

Le tableau 14., construit d’après des éléments contenus dans les étapes de la démarche de modélisation spatiale et de développement territorial proposé pour Moquay & al. (2001b), propose des exemples d’utilisation possibles de *représentations territoriales* (ex : repérage, simulation d’impacts, planification du projet) lors de la démarche d’implantation d’une nouvelle gravière. On peut distinguer 3 étapes :

– *informations de départ et diagnostic local sur le projet*. Lors de cette étape l’exploitant de granulat pourrait utiliser ces *représentations territoriales* (ex : carte des objets hydrologiques, carte du bassin de consommation et des besoins, *empreintes territoriales*) pour présenter le contexte local, formuler ses enjeux et sa problématique et mobiliser les *acteurs locaux*. Une telle étape vise à définir un territoire commun, à fixer les règles et l’objet de la concertation dans le but de décider ensemble.

– *concertation*. Lors de cette étape, les acteurs impliqués peuvent compléter les informations de base fournies par l’exploitant de granulat en fonction de leurs contraintes, attentes et préférences. Ils pourront construire ensemble ces *représentations territoriales* adaptées (ex : cartes de localisation des projets, carte de simulation des impacts des gravières) et négocier en justifiant leurs choix tout en s’appuyant sur une argumentation bâtie sur ces *représentations territoriales* (des exemples d’argumentaires sont explicités dans le tableau de synthèse 15.). L’objectif est ici d’aboutir à une décision négociée commune pour la planification du projet. Cette étape pourrait être assistée par un médiateur (expert, passeur, liant).

– *mise en œuvre et évaluation du projet*. Il semble possible de mobiliser ces *représentations territoriales* (ex : carte de localisation des actions réalisées) pour réaliser le suivi du projet, son bilan et organiser ses suites.

¹³⁷ L’activité de carrier est contrainte par un marché local de proximité. Le prix du matériau augmentant fortement lors du transport, il double tous les 20km.

Actions	Informations	Représentations territoriales
Obtenir des informations de départ et un diagnostic local sur le projet	Repérage	Carte IGN – Photos aériennes Carte des objets hydrologiques Carte du parcellaire
	Besoins locaux en granulat	Carte du bassin de consommation et des besoins spécifiques au territoire
	Secteurs rentables	Carte de qualité, quantité des gisements
	Cohérence avec le SDC	Représentations des contraintes réglementaires
	Contraintes locales	Carte des zones protégées locales et de leurs particularités (photos)
Présenter la situation	Apports pour le territoire	Représentations (cartes, photos, croquis paysagers) des avantages liés à l'activité d'extraction sur le secteur (économiques, écologiques, touristiques, cynégétiques, halieutiques...)
Formuler la problématique	Impacts pour le territoire	Représentations (cartes, photos, croquis paysagers) des désavantages liés à l'activité d'extraction sur le secteur (bruits, risques de pollution, points noirs paysagers...)
Procéder à un pré-état des lieux	Analyse du <i>jeu d'acteurs</i>	<i>Empreintes territoriales</i> , repérage des enjeux, des intérêts et des attentes des acteurs, des facteurs de blocage (cartes factorielles)
Mobiliser les acteurs locaux	L'activité de carrier	Représentations (film, photos, cartes) du métier de carrier et de la procédure d'exploitation (implantation, extraction, aménagement, gestion des sites, extensions futures)
↓ Présentation du déroulement de la concertation Etapes, acteurs impliqués, règles de décision, présence de médiateur, présence d'experts Travail en commun sur des représentations (choix des représentations, des symboles) ↓ Décision d'agir ensemble Négocier les informations délivrées précédemment pour analyser la situation en commun ↓		
Initier la concertation pour mettre en œuvre le projet	Localisation des projets	Représentation de la situation de départ acceptée de façon commune
	Etablissement des contraintes et des préférences des acteurs en présence	Représentation de la situation de départ affinée selon les contraintes, les attentes et les préférences des acteurs impliqués
Analyser des solutions ou des projets envisageables	Simuler les impacts et effets	Modélisation mathématique (cartes des impacts hydrauliques)
		Modélisation biologique (cartes des impacts écologiques) Modélisation humaine (cartes des impacts sociaux, impacts paysagers)
Négocier	Justification des choix*	Argumentation fondée sur les représentations complémentaires et corrélées selon les contraintes, les attentes et les préférences des acteurs*
Argumenter	Planification du projet	Carte du plan de phasage de l'exploitation
↓ Décision négociée en commun ↓		
Mettre en œuvre le projet	Pilotage et suivi du programme	Représentations et localisation des actions réalisées dans le temps et dans l'espace (cartes, photos)
Evaluer le projet	Retour sur le déroulement du projet, bilan et perspectives	Représentations du degré de satisfaction des acteurs impliqués, du bilan (points forts, points faibles, taux de réalisation du projet) et des actions futures

Tableau 14. Propositions d'utilisation des représentations territoriales lors d'une démarche d'implantation de gravières sur un territoire

[La partie concernant la justification des choix et l'argumentation, en gras dans le tableau et signalée par un astérisque, est développée dans le Tableau 15.]

L'étude des 3 dimensions du territoire nous a permis d'établir des faits qui, une fois interprétés, permettent de proposer des conseils (ex : où et pourquoi implanter, ou ne pas implanter une gravière, comment et pourquoi choisir un aménagement) pour l'implantation, l'exploitation, l'aménagement et la gestion des sites. De tels conseils sont développés comme éléments de réponse aux points qui suivent. Le tableau 15. synthétise ces éléments en termes de *représentations territoriales* et d'*argumentation spatiale*.

(2) *Où et pourquoi ne peut-on pas implanter une nouvelle gravière ?*

Aujourd'hui la législation interdit formellement d'implanter une nouvelle gravière en lit mineur des cours d'eau. En effet, le prélèvement de granulats dans le lit des fleuves est nuisible à la vie aquatique. Par ailleurs, la suppression de la charge solide favorise l'incision du lit et un abaissement du niveau de la nappe phréatique, et augmente la vitesse de l'eau lors des crues d'autant plus si le lit est endigué.

Toutefois, dans certains cas, il peut s'avérer que les contraintes en lit majeur soient trop fortes et présentent plus de risques qu'en lit mineur. Ainsi, sur la base d'arguments fondés, il serait possible de négocier une exploitation en lit mineur. Celle-ci peut par exemple être adaptée en cas de fort exhaussement naturel du lit induisant des risques d'inondation et nécessitant un curage. Par ailleurs, selon leur position en lit mineur, les gravières peuvent proposer un effet tampon lors des crues ou un potentiel de biodiversité supérieur.

Il est aussi déconseillé de creuser dans les secteurs de l'aquifère à fort gradient hydraulique car ils sont propices à la propagation rapide des pollutions et au dénoyage des puits situés à l'amont. Le dénoyage peut être aggravé lors du pompage intensif réalisé dans les bassins pour faire baisser leur niveau lors de la phase d'exploitation. Cet effet peut augmenter en présence de bassins de grande taille ou mal orientés (pour une gravière non-colmatée, le grand côté doit être perpendiculaire au sens d'écoulement de la nappe pour limiter cet effet).

Il est conseillé d'éviter de creuser dans un secteur à faible épaisseur non-saturée : un aquifère superficiel est plus vulnérable aux pollutions. Par ailleurs, en cas de pollution, une faible épaisseur mouillée a pour effet de concentrer les polluants et de fortes perméabilités de faciliter leur extension.

Il existe aussi d'autres paramètres qui peuvent empêcher ce type de projet industriel comme une forte opposition des *acteurs locaux* (réaction type Nimby), la densité de population ou la proximité d'un village (nuisances liées aux bruits, aux poussières, à des points noirs paysagers), la présence ou la proximité d'une zone bénéficiant d'une protection (ZNIEFF, ZICO, Réserve naturelle). Il est donc important de bien connaître le contexte local ainsi que les spécificités du *jeu d'acteurs*.

(3) *Où et pourquoi peut-on creuser une nouvelle gravière ?*

Nécessairement, une nouvelle gravière devra être implantée en lit majeur d'un cours d'eau et idéalement dans un secteur de l'aquifère à faible gradient hydraulique. Outre les facteurs d'empêchement cités précédemment, la question de la rentabilité doit ici être mise en avant. Elle concerne la qualité, la quantité et l'accessibilité du gisement. Il est donc impératif de connaître d'une part la couverture des épaisseurs limoneuses (Carte Annexe IV.4) pour évaluer la profondeur du gisement et la quantité de découverte, et d'autre part la couverture des épaisseurs des graves sableuses (Carte Annexe IV.5.) pour évaluer le volume du gisement. Pour plus de précisions sur ces paramètres, et pour s'assurer de la qualité du granulats, les industriels réalisent des sondages destructifs à la pelle mécanique. Classiquement, les meilleurs secteurs se trouvent dans les zones à forte perméabilité.

Il peut être judicieux d'implanter une gravière en lit majeur, mais à proximité du lit mineur. Cet endroit, s'il existe un fort lien avec dynamique fluviale, est favorable à la

biodiversité. De plus, un apport d'eau du fleuve retarde les phénomènes d'eutrophisation. Pour limiter les risques d'érosion, il est préférable que le remplissage des bassins s'effectue par l'aval. Par ailleurs, les bassins situés près du lit mineur jouent un rôle tampon lors des crues, même si le risque de capture par le fleuve est à prendre en compte.

(4) Quelles sont les précautions à prendre lors de l'exploitation ?

Dans un secteur alluvial, la préservation de la qualité de la ressource en eau souterraine est de toute première importance. L'activité d'extraction de granulats est potentiellement polluante dans son fonctionnement (rejet des eaux de lavage des granulats chargées de fines) et de manière accidentelle (fuite d'hydrocarbure, débordement des bassins de décantation). Un aquifère est particulièrement vulnérable à la pollution s'il présente une faible épaisseur mouillée (faible dilution), une faible épaisseur non-saturée (contamination plus rapide venant du sol), une forte perméabilité (progression plus facile de la pollution) et des fortes vitesses d'écoulement (propagation plus rapide de la pollution).

Il convient aussi de choisir judicieusement le lieu d'implantation des machines de traitement des granulats (tri, lavage), les zones de stockage des granulats et les voies empruntées par les engins d'extraction et de transport. Le poids des machines et des stocks, ainsi que le passage répété d'engins provoquent le tassement du sous-sol, ce qui peut diminuer la perméabilité, perturber les écoulements.

La situation des bassins de décantation des eaux de lavage des granulats chargées de fines doit aussi être choisie précautionneusement pour éviter les phénomènes de colmatage. Les eaux de rejet doivent être strictement contrôlées pour éviter d'augmenter la turbidité et la température du milieu récepteur.

(5) Quelle est la nature de la réhabilitation ou de la réaffectation la plus pertinente en fonction des conditions locales ?

L'aménagement d'un site post-industriel d'extraction de granulats est souvent dicté par la volonté des *acteurs locaux*, et plus généralement par celle du propriétaire du terrain. La vocation de l'aménagement choisi (agricole, sylvicole, écologique, piscicole, ludique, touristique ou réservoir d'eau pour la lutte contre les incendies ou comme soutien d'étiage) implique différentes contraintes et sous-tend différents impacts. L'aménagement doit prendre en compte des paramètres locaux potentiellement décisifs.

Par exemple, un aménagement à vocation agricole nécessite un remblaiement qui, s'il est bien réalisé, ne laisse aucune trace en surface même si les rendements des cultures semblent moins bons. En profondeur, en revanche, les remblais tassés (souvent constitués de gravats de démolition) transforment les zones les plus perméables de l'aquifère en zones très peu perméables. Le remblaiement est fortement déconseillé sur les aquifères exploités pour la production d'eau potable. De plus, cette pratique détruit de manière irrémédiable les habitats de la faune souterraine. Les remblais perturbent l'écoulement de l'aquifère. Un ralentissement de l'écoulement provoque une diminution de la teneur en oxygène (dénitrification) qui provoque une migration des phosphates et donc une pollution.

Pour un aménagement à vocation de loisirs nautiques, la qualité de l'eau de baignade répond à des normes draconiennes. Il faudra donc s'assurer du bon renouvellement de l'eau des bassins et de l'absence de source de pollution en amont. Des bassins eutrophes alimentés par une nappe très minéralisée, comme peuvent l'indiquer les macrophytes et les analyses physico-chimiques, ne pourront pas satisfaire à cet usage à moins de les alimenter en eau fraîche. Pour peu que ces bassins soient alimentés par des eaux phréatiques s'écoulant lentement, ils recevront une eau peu oxygénée et riche en phosphates.

Pour un aménagement à vocation écologique, notamment pour l'accueil de l'avifaune migratrice et/ou nicheuse, différents paramètres interviennent. Par exemple, le marnage des plans d'eau, souvent lié au battement de la nappe phréatique, est un facteur important lors de la nidification (immersion des œufs) et lors des haltes migratoires (présence de vasières exondées). Outre les critères hydrauliques, un aménagement écologique doit tenir compte de critères morphologiques tels que la taille du plan d'eau, la présence d'îlots, la sinuosité des berges, la prise au vent, qui jouent sur la biodiversité. Il doit tenir compte des contraintes liées à la vocation du site (autres usages combinés, qualité de l'eau) ou au lieu d'implantation (densité de population, distance au village). Des bassins réhabilités pour l'accueil des oiseaux d'eau, par exemple, devront leur fournir des zones de gagnage, de repos et de reproduction (c'est-à-dire un contexte et un potentiel biologique favorables) sur lesquelles il faudra éviter le dérangement. Un tel aménagement n'est donc pas compatible si les bassins sont fortement exposés sur le plan visuel ou situés en zone urbaine, ou s'il est prévu de les réaffecter pour des activités cynégétiques ou halieutiques. Un aménagement réussi doit donc tenir compte non seulement du contexte territorial actuel, mais aussi de l'évolution potentielle du territoire afin qu'un bassin réhabilité ne se retrouve pas en zones industrielles ou cerné par des habitations.

On constate que le nombre de critères à considérer est important. Pour faciliter l'évaluation d'un projet d'aménagement écologique d'une gravière, Mimoun (2004) propose une grille d'analyse multi-critères (AMC). Cet outil est utilisé comme support de jeu pour la *plate-forme pédagogique* et sera présenté au Chapitre VI.

Le contexte humain est d'importance dans l'activité d'extraction de granulats. Tous les acteurs que nous avons rencontrés dans l'étude de la dimension humaine n'interviendront pas forcément lors d'une concertation organisée dans le but d'implanter une nouvelle gravière sur ce secteur. Au contraire, d'autres, que nous n'avons pas rencontrés, interviendront nécessairement. En fonction des acteurs, l'exploitant de granulats pourrait développer une *argumentation spatiale* adaptée aux préoccupations de chacun des acteurs impliqués dans une telle concertation.

Ainsi, une *argumentation interne* fondée sur les critères de rentabilité et de faisabilité propres à l'exploitant pourrait être envisagée. Il serait possible de spatialiser les besoins locaux en termes de granulats (étude de marché), le potentiel de gisement du secteur (qualité, quantité, épaisseur de découverte) et les différentes contraintes (zones protégées). Une étude du *jeu d'acteurs* permettrait de déceler les éléments d'opposition locale à l'installation d'une gravière (phénomène Nimby, difficulté des négociations foncières).

L'étude du *jeu d'acteurs* permettrait aussi à l'exploitant de bâtir une *argumentation externe* adaptée aux acteurs en présence dans le but de les informer, de respecter leurs attentes ou les impliquer dans la concertation. La négociation foncière (location, forage) avec les propriétaires pourrait par exemple être fondée sur des cartes du parcellaire avec l'estimation du potentiel du gisement en termes de qualité et de quantité de granulats, et de difficultés d'exploitation. Les relations avec les administrations (DRIRE, DDE, DDASS, DDAF) pourraient être étayées par des cartes montrant que la réglementation est respectée et que les zones de contraintes ont été prises en compte (lit mineur, zone de captage AEP). Les *acteurs locaux* pourraient être informés des enjeux de l'exploitant à l'aide de cartes spatialisant les besoins locaux en termes de granulats. Des cartes pourraient aussi être utilisées pour montrer les conséquences (avantages pour le territoire, impacts sociaux et environnementaux) de l'exploitation de granulats sur le territoire : les pêcheurs seront intéressés par les impacts sur le milieu aquatique superficiel et la faune piscicole, un maire par les impacts sur la qualité de vie de ses concitoyens (bruits, poussières, pollutions, points noirs paysagers, sécurité), sur l'économie de sa commune (taxe professionnelle, emplois, restauration) et son image, une

association de protection du cadre de vie par les impacts sur son environnement et sa tranquillité, les agriculteurs par les impacts sur les terrains agricoles, la qualité et la quantité de l'eau phréatique, et une association de protection de la nature par le respect de l'environnement.

Les éléments de réponse proposés pour les cinq questions précédentes font la part belle à la dimension physique, aux analyses physico-chimiques, aux paramètres biologiques de surface et à la dimension humaine. Il est plus difficile, avec les invertébrés souterrains, des fournir de éléments de réponse. En effet, nous avons seulement observé que ceux-ci se répartissaient prioritairement selon la disponibilité de nourriture. Toutefois, ces animaux semblent aussi réagir selon les caractéristiques hydrogéologiques des aquifères. Ainsi, certaines communautés d'espèces sont potentiellement indicatrices de la nature des gisements graveleux. Certains assemblages faunistiques pourraient par exemple indiquer les meilleurs secteurs pour l'exploitation de granulat.

Cette utilisation des invertébrés souterrains nous place cependant devant un paradoxe : si leur étude peut constituer un apport pour l'exploitation de granulat (ex : trouver des gisements), cette dernière conduit inévitablement à leur destruction partielle. En effet, l'extraction de granulat constitue une perte sèche d'habitats pour la faune souterraine. Cette activité transforme les milieux aquatiques souterrains en milieux aquatiques superficiels constitués de bassins de gravière dont le fond correspond au substratum imperméable. Elle transforme aussi les milieux aquatiques souterrains les plus perméables en milieux imperméables quand les bassins de gravières sont remblayés après exploitation. Ainsi, les milieux les plus perméables et les plus oxygénés sont convertis en milieux anoxiques très peu perméables dans lesquels le temps de résidence de l'eau est plus important (ce qui favorise la dissolution des matériaux de démolition, la migration des phosphates et donc la pollution) et où les conditions de vie pour la faune sont très difficiles, voire impossibles (anoxie, limitation de la dispersion des animaux).

Au final, l'étude des invertébrés souterrains met en avant l'existence d'une vie riche et d'écosystèmes à part entière dans les eaux phréatiques. En conséquence, il est important de préserver ces animaux pour eux-mêmes, en tant qu'*acteurs absents*, mais aussi pour le rôle important qu'ils jouent, associés aux bactéries, dans les phénomènes d'épuration des eaux souterraines.

Le tableau 15. propose une version synthétique des réponses aux questions précédentes. Il précise l'action envisagée (implanter et exploiter une gravière, aménager une gravière) et les éléments spatialisables susceptibles de contraindre cette action. Il propose aussi des conseils pour la réalisation de l'action envisagée et présente les acteurs impliqués et concernés, ainsi que les dimensions territoriales mobilisables pour construire une *argumentation spatiale* adaptée et les documents complémentaires utiles pour l'argumentaire.

Ce tableau propose donc une synthèse des éléments permettant de construire, de composer une *argumentation spatiale* adaptée. La composition des argumentaires pourra se faire par sélection des éléments appropriés en fonction des acteurs et des besoins, identifiés à l'aide de l'analyse sociologique à travers le *rapport social* et le *rapport patrimonial*. Une telle argumentation est exploitable tant par le carrier que par les acteurs du territoire ou le médiateur impliqué dans la négociation : l'idéal, dans un esprit participatif et dialogique, étant bien sûr de procéder à une co-construction de l'*argumentation spatiale*.

Actions	Éléments spatialisables	Conseils	Acteurs concernés, récepteurs	Dimensions territoriales mobilisables pour une argumentation spatiale	Documents complémentaires
Implanter et exploiter une gravière Où ?	Lit mineur Fleuve	Interdit par la législation, donc implantation obligatoire en lit majeur (potentiellement négociable sous certaines conditions ?)	DDE DRIRE	Physique Carte délimitant lit mineur et lit majeur Biologique Carte de la végétation	Carte du DPF Carte des digues
	Lit majeur Fleuve	Autorisé par la législation sous certaines conditions	DRIRE	Physique Carte délimitant lit mineur et lit majeur Biologique Carte de la végétation	Carte du DPF Carte des digues
	Zone inondable	Peut présider à l'installation du site de traitement et de stockage des engins et du granulat	DDE DRIRE	Physique Simulation par modélisation mathématique des hauteurs submergées et des vitesses d'écoulement des crues (carte) Biologique Carte de la végétation indicatrice des perturbations occasionnées par les crues	Carte topographique
	Qualité, quantité du granulat et rentabilité	Dépend des paramètres géologiques intrinsèques à l'aquifère	Interne (exploitant) Acteurs impliqués dans la négociation foncière	Physique Carte des perméabilités et des résistivités Carte de la couverture limoneuse Carte de la couverture de graves sableuses Biologique Carte de la répartition des invertébrés souterrains potentiellement indicateurs de la perméabilité	Sondages de prospection
	Foncier	Dépend de la négociation avec les propriétaires fonciers	Propriétaires fonciers Agriculteurs	Humaine Carte du parcellaire Carte de la valeur agricole des terrains Carte du PLU ou du POS	Carte de la qualité et de la quantité de granulat sur la parcelle Carte des habitations
	Accessibilité du gisement	Dépend du réseau routier, des chemins, et des droits de passage	Interne (exploitant) Acteurs locaux	Humaine Carte du réseau routier Carte des chemins	Carte des habitations
	Habitations	Dépend de la distance et de la situation des habitations par rapport au site d'extraction et de traitement	Acteurs locaux (nuisances)	Humaine Carte des habitations Carte des nuisances liées au bruit, à la poussière et au passage d'engins lourds Carte des points noirs paysagers	Photographies Croquis paysagers

Tableau 15 (1/4). Compositions d'argumentaires spatiaux, tirés de l'étude du territoire en 3 dimensions, exploitables pour l'activité d'extraction de granulat

Implanter et exploiter une gravière Où ?	Bassins Etangs	Risque de modification du niveau d'eau des bassins environnants	Propriétaires des bassins	Physique Simulation des variations de niveaux dans les bassins par modélisation mathématique (carte)	Carte de localisation des bassins
	Captages puits	1) Favoriser les secteurs où les gradients hydrauliques sont faibles	Propriétaires des puits Agriculteurs DRIRE DDASS	Physique Simulation des variations de niveaux dans les captages et les puits par modélisation mathématique (carte)	Carte des captages et des puits
		2) Favoriser les secteurs éloignés des captages en aval des puits pour limiter les pollutions		Physique Carte des sens d'écoulement Biologique Carte physico-chimique d'un traceur conservatif (ex : conductivité)	
	Vulnérabilité de l'aquifère aux pollutions	1) Favoriser les secteurs à forte épaisseur non-saturée (contamination retardée)	Propriétaires des puits Agriculteurs DRIRE DDASS	Physique Carte des épaisseurs non-saturées Biologique Carte des concentrations en COD Carte de la répartition des Invertébrés souterrains potentiellement indicateurs des teneurs en COD	Cartes des puits, captages, bassins, cours d'eau susceptibles de recevoir la pollution
2) Favoriser les secteurs à forte épaisseur saturée (dilution de la pollution)		Physique Carte des épaisseurs saturées			
3) Favoriser les secteurs à faible gradient hydraulique et à faible vitesse d'écoulement (propagation de la pollution plus lente)		Physique Carte des vitesses et des gradients hydrauliques Carte piézométrique Biologique Carte des teneurs en oxygène dissous, en phosphates et en nitrates Physique Carte des perméabilités			
Zones protégées	Dépend de l'existence ou non de zones ayant un statut de protection	DRIRE DIREN DDASS DDAF DRAC Gestionnaires des zones protégées	Biologique et humaine Carte des réserves naturelles, ZNIEFF, ZICO, zones Natura 2000, Parcs naturels régionaux et nationaux, zones humides, arrêtés biotopes, schéma piscicole Cartes des sites archéologiques Cartes des périmètres de protection pour captages AEP, des zones AOC Cartes des réseaux enterrés (gaz, électricité) Zones désignées par le SDAGE, le SAGE ou le SDC	Carte des particularités des zones protégées	

Tableau 15 (2/4). Compositions d'argumentaires spatiaux, tirés de l'étude du territoire en 3 dimensions, exploitables pour l'activité d'extraction de granulats

Implanter et exploiter une gravière	Tassement et compactage de l'aquifère	Eviter l'installation des machines de traitement et des stocks de granulats sur des secteurs sensibles en termes d'écoulements souterrains	DRIRE	Physique Simulation par modélisation mathématique de l'impact des secteurs tassés sur l'aquifère (carte)	Carte de localisation des installations
Où ?	Transport	Eviter le passage régulier des engins lourds aux mêmes endroits	DRIRE	Physique Simulation par modélisation mathématique de l'impact des secteurs tassés sur l'aquifère (carte)	Carte des chemins et du réseau routier
Implanter et exploiter une gravière	Orientation	Privilégier les bassins dont le grand côté est orienté perpendiculairement aux sens d'écoulement pour limiter les perturbations hydrauliques	DDASS	Physique Carte des sens d'écoulement Carte piézométrique Simulation des impacts hydrauliques par modélisation mathématique (carte)	Carte de localisation des bassins
			DRIRE		
Comment ?	Taille	1) Privilégier des plans d'eau dont la taille n'excède pas 15 hectares pour limiter les impacts hydrauliques 2) Scinder les grands plans d'eau en plusieurs bassins	DDASS	Physique Simulation des impacts hydrauliques par modélisation mathématique (carte)	Carte de localisation des bassins
			DRIRE		
Aménager une gravière	Bande non-exploitable	Une bande de 10m de large doit être préservée au contact des parcelles attenantes, des haies, des cours d'eau, des bassins, des digues	DDASS	Humaine Carte du parcellaire Carte du réseau de haies, des espaces forestiers Carte des objets hydrologiques Carte des digues	Carte de localisation des bassins
			DRIRE		
			DDAF		
Réaffectation agricole	Remblais	1) Eviter de remblayer des aquifères exploités pour la production d'eau potable 2) Eviter de remblayer de grandes surfaces qui perturbent les écoulements souterrains et détruisent les habitats pour la faune souterraine	Agriculteurs Acteurs locaux	Humaine Carte des captages et des puits	Carte de localisation des remblais
			Agriculteurs APN Acteurs locaux	Physique Simulation par modélisation mathématique de l'impact des remblais sur l'aquifère (carte) Biologique Carte de répartition des invertébrés souterrains	
Réaffectation Loisir nautique	Qualité de l'eau	1) S'assurer que le taux de renouvellement des bassins est rapide	Gestionnaire Acteurs locaux	Physique Carte des gradients hydrauliques Carte des sens d'écoulement Biologique Carte des végétaux macrophytes	Carte de localisation des bassins

Tableau 15 (3/4). Compositions d'argumentaires spatiaux, tirés de l'étude du territoire en 3 dimensions, exploitables pour l'activité d'extraction de granulats

Aménager une gravière	Qualité de l'eau	2) S'assurer qu'il n'y a pas de sources de pollutions issues de l'aquifère	Gestionnaire Acteurs locaux	<p>Physique Carte des sens d'écoulement</p> <p>Biologique Analyse physico-chimique Analyse bactériologique</p> <p>Humaine Carte des usages alentour : agriculture (intrants, épandage), industrie (rejet) Carte du réseau d'assainissement</p>	Carte de localisation des bassins
		3) Eviter de multiplier les bassins sur un secteur qui détruisent des habitats pour la faune souterraine		<p>Physique Carte des bassins de gravière du secteur</p> <p>Biologique Carte de répartition des invertébrés souterrains</p>	
Réaffectation Loisir nautique	Marnage	Favoriser les plans d'eau où le marnage est inférieur à 0,15cm pour permettre la nidification des oiseaux	Gestionnaire	<p>Physique Simulation par modélisation mathématique du marnage des plans d'eau (carte)</p>	Carte des bassins du secteur
		Favoriser les plans d'eau de grandes tailles, aux berges sinueuses avec des îlots		<p>Physique Carte du plan d'aménagement</p>	
Aménager une gravière	Morphologie		Gestionnaire		<p>Carte des habitats et unités écologiques</p> <p>Cartes des secteurs propices au repos, à l'alimentation et à la reproduction des oiseaux</p>
Réhabilitation (vocation écologique – accueil de l'avifaune)	Prise au vent	1) Favoriser des plans d'eau avec des secteurs abrités du vent pour le repos des oiseaux	Gestionnaire	<p>Physique Carte des vents dominants</p>	Carte des éléments diminuant la prise au vent (haies, îlots)
		2) Favoriser des secteurs où la houle maintient des plages dénudées de végétation		<p>Physique Carte des vents dominants Carte de l'orientation des bassins</p>	
	Dérangement	1) Favoriser des secteurs en zones non-urbaines et éloignés d'activités humaines potentiellement perturbatrices	Gestionnaire Acteurs locaux	<p>Humaine Carte des habitations</p>	-
		2) Favoriser des bassins protégés visuellement		<p>Cartes des activités humaines de proximité (chasse, pêche, industrie, aérodrome)</p> <p>Biologique Carte des haies</p>	

Tableau 15 (4/4). Compositions d'argumentaires spatiaux, tirés de l'étude du territoire en 3 dimensions, exploitables pour l'activité d'extraction de granulats

Pour conclure, se pose la question de la reproductibilité de la démarche sur d'autres sites que celui de l'Ecozone du Forez, où toutes les études réalisées et données acquises n'existent pas forcément. La solution pourrait être de réaliser ces études et d'acquérir des données, mais ce travail est gourmand en temps. Il semble dès lors plus pertinent d'identifier les modes de représentation accessibles à partir des données et travaux existants, et d'identifier les données complémentaires à acquérir de manière impérative.

V2.2.2. Autres utilisations de l'argumentation spatiale

Comme nous venons de le voir, les *représentations territoriales* et l'*argumentation spatiale* peuvent avoir leur place dans une procédure d'implantation de gravières en tant qu'outil d'*aide à la négociation et à la médiation*. L'exploitant peut construire des argumentaires adaptés en fonction des *acteurs territoriaux* et co-construire avec eux des *représentations territoriales* adaptées à un travail en commun, avec l'aide d'un médiateur si nécessaire. Ainsi, les résultats de cette recherche pourraient être mobilisés pour optimiser l'acquisition d'informations d'un point de vue technique et économique. Par exemple, proposer des stratégies de suivi plus appropriées et conformes à un *argumentaire spatial* pertinent plutôt qu'un suivi systématique avec des campagnes de mesures de paramètres physico-chimiques, d'échantillonnages faunistiques ou floristiques, ou des enquêtes auprès des acteurs d'un territoire.

Un tel outil de médiation pourrait s'avérer utile à d'autres acteurs. Parmi ceux que nous avons rencontrés, les chasseurs et les pêcheurs pourraient, par exemple, construire une *argumentation spatiale interne* pour expliquer à leurs adhérents l'utilité de protéger les habitats et de privilégier la reproduction naturelle aux dépens de lâchers artificiels. De plus, nombre d'acteurs pourraient construire une *argumentation spatiale externe* pour améliorer leur image en expliquant, en informant sur leurs pratiques territoriales. L'*argumentation spatiale externe* pourrait être aussi mobilisée pour des projets à plus grande échelle et mettant en jeu la ressource en eau, comme par exemple les SAGE. Au final, l'argumentation pourrait être utilisée, tant par des acteurs impliqués dans des projets territoriaux que par un médiateur, pour l'*aide à la négociation*.

V.3. Perspectives d'applications potentielles

Cette partie présente quelques perspectives de ce travail de thèse en termes d'applications territoriales potentielles, autres que celles évoquées précédemment, pour le site de l'Ecozone du Forez, l'*aide à la négociation territoriale* et la pédagogie à la négociation.

- *Plan de gestion de l'Ecozone du Forez*

Rappelons que l'objectif principal de la Frapna Loire, dans le cadre de la gestion de l'Ecozone du Forez, est le suivant : *restaurer l'hydrosystème du fleuve Loire dans l'optique d'une dynamique fluviale naturelle* (Cesame & Géoscope, 2003 ; Cesame, 2003 ; Géoscope, 2002). Cet objectif à long terme, proposé dans le Plan Pluriannuel d'Action (Ppa 2003-2008) par les bureaux d'étude, se situe dans la continuité du premier Plan de Gestion (1996-2001) car il vise à renforcer les acquis. C'est au niveau des objectifs à moyen terme proposés dans le cadre du Ppa que s'inscrit ce travail de thèse : (1) comprendre le fonctionnement hydrologique (nappe/plan d'eau/fleuve) local et global (code 1.14 et 1.15) ; (2) connaître le peuplement invertébré et son évolution (code 2.8) ; (3) réaliser un bilan trophique des étangs de gravières (code 2.10) ; (4) développer les partenariats, notamment scientifiques (code 2.14) ; (5) participer à une réflexion à plus grande échelle pour la création d'un espace tampon (code 2.15) ; et (6) favoriser la communication externe avec un plan de communication et de médiation locale (code 2.16). Pour prendre en charge ces objectifs, il serait possible de donner

une dimension spatiale au Ppa (Plan Pluriannuel d'Actions spatialisé) à l'aide d'un outil d'information (ex : Sig). Les représentations étudiées dans le cadre de ce sujet de thèse pourraient permettre de disposer d'*argumentaires spatiaux* pertinents (cartes) pour l'aide à la gestion du site et l'*aide à la négociation* dans un système de 1 à n acteurs. L'aboutissement de cet outil serait de permettre par exemple : (1) le déblocage de certains projets (ex : problèmes concernant les accès à la Loire); (2) de faciliter la mise en place d'autres projets (ex : conventions avec les agriculteurs, création d'une zone tampon); et (3) de faciliter la gestion écologique du site (ex : installation de frayères à brochets).

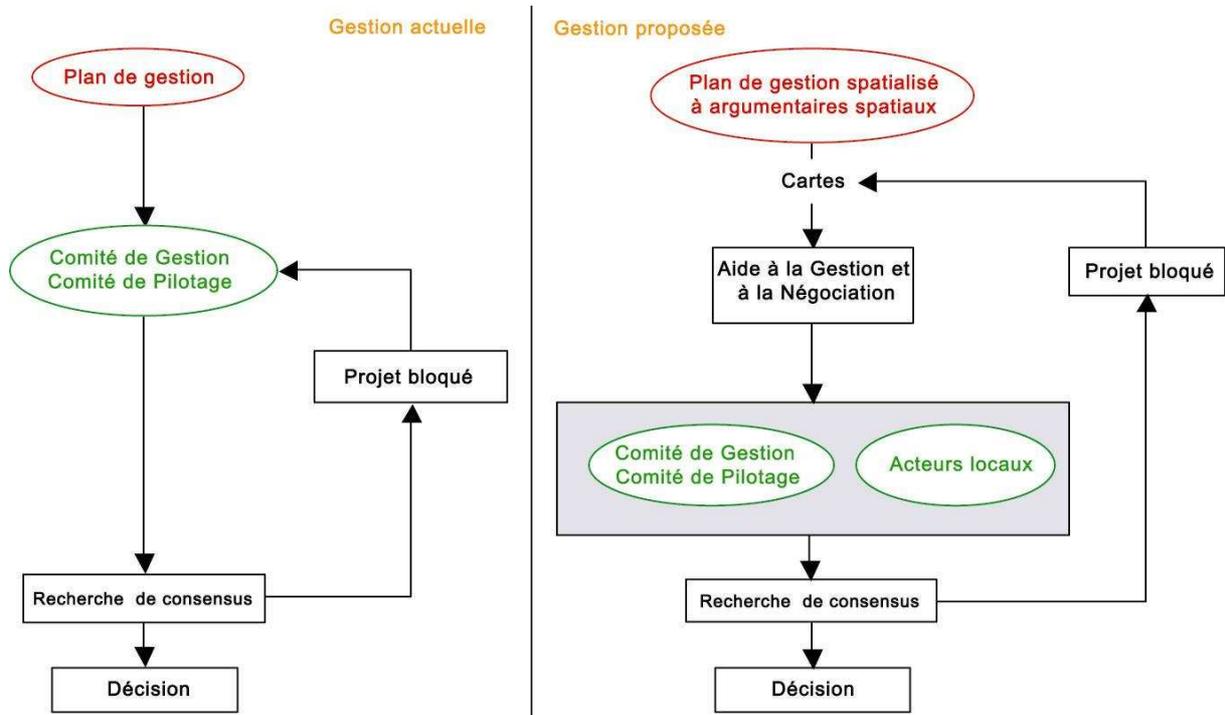


Figure 40. Perspective d'application sur l'Ecozone du Forez : d'une gestion actuelle autonome tournée vers l'intérieur à une gestion proposée participative tournée vers l'extérieur

L'objectif pourrait donc être d'aider le gestionnaire dans son passage d'une gestion autonome tournée vers l'intérieur (où les décisions se prennent en interne dans le comité de gestion et le comité de pilotage) à une gestion ouverte aux *acteurs locaux*, donc tournée vers l'extérieur. La figure 40. présente de manière synthétique la gestion actuelle et la gestion proposée qui pourrait être mise en place à travers un plan de gestion spatialisé, utilisant les *représentations territoriales* comme *argumentaires spatiaux* pour légitimer la gestion du site par appropriation des différents projets par les *acteurs locaux*.

Une telle démarche tournée vers l'extérieur est soutenue par les objectifs du nouveau Plan de Gestion. Elle est par ailleurs vivement soutenue par les financeurs du projet Ecozone (Conseil Général de la Loire, Conseil Régional Rhône-Alpes, Diren Rhône-Alpes) qui souhaitent une meilleure intégration du site dans le tissu socio-économique local. En ce sens, le comité de pilotage du Plan Pluriannuel d'Actions 2003-2008 est d'ores et déjà ouvert à un nombre d'acteurs plus important que lors du précédent Plan de Gestion, et notamment à des *acteurs locaux* (associations de pêche, communauté de communes de Feurs en Forez).

- *L'aide à la négociation territoriale*

Il s'agit d'enrichir, sans l'alourdir, la panoplie proposable d'outils d'*aide à la décision et à la négociation collective* spatiale en matière d'aménagement du territoire. L'exploitation des

différentes représentations obtenues à partir des informations concernant les usages de ressources, les enjeux liés aux conditions économiques, biophysiques permettra de produire un rendu cartographique adapté aux préoccupations des différents acteurs concernés par la gestion du territoire. Une articulation contrôlée de ces représentations permettra de fournir une aide à un utilisateur impliqué dans un processus de négociation ou de concertation.

Les utilisateurs potentiels des résultats de la recherche sont donc les acteurs susceptibles d'intervenir (collectivités, associations, bureaux d'études, partenaires publics, services techniques). Au niveau professionnel, un tel outil peut intéresser un organisme comme la Scet (Société Centrale pour l'Équipement du Territoire) qui développe une activité d'ingénierie en matière d'actions d'aménagement territorial. Cette activité d'ingénierie est soumise à deux contraintes majeures : *qualité* d'une part et *marché* d'autre part. En termes de *qualité*, il s'agit d'apporter une assistance à la conduite de projets de développement territorial suivant les principes contemporains du *développement durable*, par exemple *comment élaborer une Charte de Pays et un Contrat de Pays ?*

Notre approche aurait aussi potentiellement pu être mobilisée dans le cadre de la proposition de mission, sous forme d'*Agenda 21 local*, faite en mars 2003 à Saint-Etienne Métropole pour *l'assistance à la réalisation du projet de territoire durable* (Scet, Raee & Emse, 2003). Il s'agissait ici d'initier de nouveaux modes de *gouvernance* et de démocratie participative à partir de la concertation articulée à la négociation pour définir et acter les véritables problématiques du territoire, en termes de diagnostic de la situation et de perspectives, d'enjeux, de stratégie et d'action. « Concertation et négociation sont ainsi les véritables moteurs de la construction du projet de développement, et, bien maîtrisées, elles en garantissent la durabilité ». Une telle maîtrise nécessite l'utilisation d'outils d'aide au processus de négociation. L'outil proposé dans le cadre de ce travail de thèse aurait pu être complémentaire de ceux proposés et utilisés par les partenaires de ce projet d'Agenda 21 local.

Un tel outil pourrait aussi être mobilisé dans le cadre de démarches SAGE, ainsi que dans l'organisation de la négociation au niveau des politiques de l'eau organisée par les Agences de l'eau et la Commission Nationale du Débat Public.

- *Application précise à la négociation territoriale*

Le chapitre VI. présente une *plate-forme pédagogique informatisée d'aide à la négociation* mettant en avant la notion de médiation qui illustrera un cas précis de recherche d'*argumentaires spatiaux* pour l'implantation de nouvelles gravières. Cette fois, la construction, la composition de l'*argumentation spatiale* ne sera pas abordée seulement sous l'angle théorique, mais testée de manière pratique.

- Chapitre VI. -
Validation des résultats

—

*Plate-forme pédagogique
d'aide à la négociation territoriale*

L'élaboration de cette *plate-forme pédagogique*¹³⁸ s'inscrit dans une problématique d'*aide à la négociation territoriale*, lorsqu'il s'agit par exemple de l'intégration d'un projet industriel sur un territoire. La théorie de la négociation présente des lacunes quand elle est confrontée aux problématiques territoriales dans un contexte *multi-acteurs*. Les acteurs de terrains, qu'ils soient institutionnels, industriels ou usagers, sont demandeurs tantôt de démarches participatives, tantôt d'outils d'*aide à la concertation*¹³⁹, bref de dialogue. Nous nous sommes donc intéressés au processus de concertation appliqué à l'implantation d'un site industriel sur un territoire présentant une diversité d'acteurs, chacun revendiquant un usage, un objectif, une vision de ce territoire. Notre *jeu de simulation* est ici ciblé sur l'industrie du granulat, une activité qui cristallise des conflits sociaux et des perturbations écologiques.

Ce jeu propose une situation fictive de *négociation territoriale* fondée sur un contexte réel, ceci afin de rendre la simulation plus réaliste, donc plus cohérente et pertinente. Le cas d'application qui a été retenu est le projet d'implantation de carrières d'alluvions fluviales, ou gravières, dans la Plaine du Forez (département de la Loire entre Montrond-les-Bains et Feurs). Sur ce territoire, des études ont déjà été conduites tant sur le plan social (Paran & Sébastien, 2003) que sur le plan écologique (Ulmer, 1997 ; Paran & al., 2004) et hydrologique (Mimoun, 2004) ; l'ensemble des données disponibles a servi de base à l'élaboration du jeu.

La situation de départ est la suivante. Un exploitant de granulat entreprend une prospection dans un rayon de quelques kilomètres aux alentours du site d'extraction existant pour trouver de nouveaux gisements, et identifie quatre sites potentiels d'extraction. Une *négociation territoriale* est alors organisée avec les *acteurs locaux* concernés, au cours de laquelle ils devront décider ensemble :

- du site d'implantation d'une nouvelle gravière parmi les sites proposés par l'exploitant ;
- de la nature de sa réhabilitation ou réaffectation ;
- de la teneur de l'accord concernant la gestion et le suivi du site réhabilité ou réaffecté.

Ce jeu de simulation pédagogique est destiné aussi bien à des étudiants qu'à des *acteurs territoriaux*, le but étant de les familiariser aux processus de *négociation territoriale* assistés par un médiateur et par des outils. Chacun des joueurs *incarne* alors un acteur tout au long du jeu, ceci pour leur donner l'occasion de *se mettre dans la peau d'un autre* et d'élaborer des stratégies de négociation en tenant compte des conflits de personnes, du vivant biologique et des *valeurs morales*. Ce *jeu de simulation* vise à l'intégration à la fois sociale et environnementale de l'industrie minérale sur un territoire dans une logique *multi-acteurs*, logique qui permet de confronter les enjeux tant sociaux qu'environnementaux des acteurs en présence.

Ce chapitre propose un exemple d'application¹⁴⁰ fondée sur la mobilisation des apports théoriques et pratiques exposés dans les chapitres précédents, pour validation des résultats obtenus. Cette validation est fondée sur la mise en œuvre d'un outil, ou *plate-forme pédagogique d'aide à la négociation*, permettant de réaliser une expérience de simulation de *négociation territoriale*. L'évaluation critique des résultats de cette simulation permet de valoriser l'ensemble du travail réalisé.

¹³⁸ Un article présentant la plate-forme pédagogique a été soumis pour un ouvrage collectif traitant de négociation environnementale (Presses Universitaires de Grenoble).

¹³⁹ Terme institutionnel pouvant désigner une négociation territoriale.

¹⁴⁰ La plate-forme pédagogique d'aide à la négociation est accessible par l'Internet à l'adresse suivante : <http://www.emse.fr/site/negociation/index.html>

VI.1. Un jeu de simulation fondé sur un corps à corps théorie-terrain

Ce jeu de simulation est fondé sur la théorie de la négociation, adaptée à un contexte territorial, et sur une expérience de terrain. Il tente de répondre aux problématiques actuelles que soulève l'élargissement de la concertation à un nombre de plus en plus important d'acteurs lors de la mise en œuvre de projets territoriaux. Cette simulation pédagogique, assistée par un tiers médiateur et inspirée d'un cas concret, est proposée sous une forme *informatisée*. Elle vise un objectif principal : favoriser le dialogue et les échanges entre acteurs d'un territoire.

VI.1.1. Besoins en termes de négociation territoriale : rappels et précisions

Traditionnellement, dans nos sociétés occidentales, la négociation est envisagée comme un processus compétitif¹⁴¹ (Tessier, 1997). Pour remédier aux dérives engendrées par une telle vision des choses, certains théoriciens du domaine ont proposé des processus coopératifs¹⁴² (Fisher & Ury, 1983 ; Dupont, 1986). Toutefois, il est fréquent que des attitudes compétitives réapparaissent au moment où deux partis doivent se partager les gains obtenus à l'aide de ces stratégies coopératives. Il devient alors clair que la négociation doit gérer la tension¹⁴³ existant entre coopération et compétition pour obtenir de meilleurs résultats (Lax & Sebenius, 1992 ; Mnokin & al., 2000). Si ces approches ont pu faire leurs preuves dans des situations simples de négociations bipartites, dans le cadre de relations commerciales par exemple, elles s'appliquent difficilement à des situations plus complexes de négociations multipartites. Selon Bourque & Thuderoz (2002) il convient, pour appréhender de telles situations, de développer une *sociologie de la négociation* pour une meilleure prise en compte des *contextes de négociation*. Il devient incontournable de s'intéresser de près aux relations de pouvoir, au nombre et à la nature des partis impliqués, aux normes et aux valeurs des négociateurs.

La *négociation territoriale* doit non seulement tenir compte de cette complexité, mais aussi de spécificités qui lui sont propres. Une telle négociation, engagée sur un territoire, devra tenir compte : des *valeurs morales* des acteurs, et notamment de leurs représentations du territoire en terme d'aménagement (Conan, 1994) ; des *acteurs faibles*¹⁴⁴, ou acteurs ne disposant pas des meilleurs atouts pour imposer leurs choix, défendre leurs intérêts, et qui vont donc subir *la loi du plus fort* (Villeneuve & Huybens, 2002) ; des *acteurs absents*⁷, c'est-à-dire les ressources naturelles, le vivant biologique et les générations futures (Lévêque, 1994), souvent partiellement pris en compte par les associations de protection de la nature. La *négociation territoriale* doit donc assumer la nature *pluridimensionnelle* d'un territoire : physique, biologique et humain. Elle doit dès lors aborder chacune de ces dimensions comme des entités relationnelles complexes intimement liées et en interaction (Berque, 1994).

A l'heure actuelle, les besoins en termes de *négociation territoriale* sont de plus en plus présents et pressants. Si l'on regarde, par exemple, les nouvelles problématiques soulevées par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) et la nouvelle Loi sur l'Eau française¹⁴⁵, on constate que les Agences de l'Eau doivent désormais élargir la concertation à l'ensemble

¹⁴¹ Négociation intégrative, où l'important est de gagner la plus grosse part du gâteau.

¹⁴² Négociation distributive, où l'important est de fabriquer un gâteau plus gros avant de se le partager.

¹⁴³ Négociation mixte, où l'important consiste à opposer ce qu'un des partis trouve ou espère relativement peu coûteux avec ce que l'autre trouve ou espère de la plus grande valeur et vice versa.

¹⁴⁴ Sébastien & Paran (2004).

¹⁴⁵ LOI n° 2004-338 du 21 avril 2004 portant transposition de la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=DEVX0200193L>

des usagers. On observe alors que les besoins sont importants en termes de connaissance des écosystèmes et des sociosystèmes (Wasson, 2001). Ces connaissances doivent être transmises aux usagers, lesquels sont incités à participer à cette concertation. Ces besoins existent aussi dans le domaine industriel et plus particulièrement dans l'industrie du granulat. En effet, les carriers ont dû modifier leur activité pour limiter leurs impacts écologiques, mais ils sont désormais confrontés aux associations de défense du cadre de vie et à leur slogan : « Non à la carrière ! ». Les industriels du granulat doivent donc œuvrer vers l'acceptabilité sociale de leur activité sur le territoire où ils sont implantés. Les carriers ont fait de gros progrès en matière d'amélioration des pratiques industrielles et des techniques d'aménagement. Une de leurs préoccupations actuelles reste l'acceptabilité de leur activité par le tissu social comme étape préalable à l'élaboration d'une politique de *Développement Durable*, selon les *principes de la gouvernance*¹⁴⁶.

Dans un contexte de *négociation territoriale et environnementale*, il est souvent question de l'intervention d'un tiers facilitateur ou médiateur dont l'objectif est d'aider les acteurs vers la voie de l'accord (Touzard, 2003a & 2003b ; De Carlo, 2003a). Le rôle et la fonction de médiateur territorial n'étant pas encore clairement établis et acceptés, il est nécessaire de travailler à la formation de ce type d'*acteur tiers* et de favoriser leur acceptation au niveau des *acteurs territoriaux* (Barret, 2003).

Encore faut-il que ce médiateur puisse accéder aux *valeurs morales* des acteurs en présence, pour mieux les impliquer, et qu'il ait les moyens de se faire *le porte-voix des acteurs faibles* (ayant du mal à se faire entendre à la table des négociations, ou non-invités) et le *porte-parole des acteurs absents* (ne pouvant s'exprimer par eux-mêmes à la table des négociations). Pour ce faire, nous proposons de simuler un processus de *négociation territoriale*, processus assisté par un médiateur et des outils d'*aide à la négociation*. Les objectifs sont les suivants :

- mettre en œuvre un *jeu de rôles*, simple d'utilisation, dont la structuration permet de simuler un processus de *négociation territoriale* et de favoriser les échanges entre acteurs ;
- mettre en œuvre une *plate-forme informatisée*, structurée selon le *jeu de rôles*, incluant des outils d'*aide à la négociation* favorisant la production d'*argumentaires spatiaux*¹⁴⁷. Ainsi, le médiateur ou les joueurs pourront se faire les porteurs des enjeux des *acteurs faibles* et des *acteurs absents* par l'intermédiaire, par exemple, de *représentations spatiales* (Brunet & al., 1993 ; Moquay & al., 2001a & 2001b) : des cartes adaptées et produites à l'aide d'un SIG (Système d'Informations Géographiques).

VI.1.2. Des outils d'aide à la négociation territoriale : le programme ADNT

Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme ADNT (*Aide à la Décision et à la Négociation Territoriales* selon les *principes de la gouvernance*) financé par la région Rhône-Alpes sur la période 2000-2003 dans le cadre du programme de recherche « *Aide à la Décision* publique et privée ».

Un des objectifs phares du programme *multidisciplinaire* ADNT consiste en une *plate-forme pédagogique* pour simuler sur un cas d'application les articulations fonctionnelles entre différents outils présélectionnés : les systèmes d'information géographique (SIG) pour les *représentations territoriales*, les méthodes d'analyse multi-critères (AMC) pour la représentation des préférences individuelles, les modèles d'écoulement dans les nappes et les rivières pour la représentation physique du territoire, les indicateurs biologiques pour la

¹⁴⁶ Cette démarche s'appuie, entre autres, sur la Charte de la Concertation éditée en 1995 par le Ministère de l'Environnement.

¹⁴⁷ Paran & Sébastien (2003a).

représentation du vivant et les modèles d'inspiration sociologique (*l'acteur en 4 dimensions*¹⁴⁸) pour la représentation des liens sociaux et patrimoniaux. L'articulation de la complémentarité entre ces outils doit être considérée non pas comme un a priori transposable pour tous les projets territoriaux, mais bien comme une panoplie de méthodes potentiellement utilisables selon la nature du projet concerné (Graillot & Paran, 2003).

Les experts chargés d'évaluer ce programme ont vu en la *plate-forme pédagogique* « un point de départ très riche tant pour la formation que la recherche-action », constituant « un instrument formel permettant de supporter les échanges entre acteurs dans le cadre de processus de décision publique ». Ils ont insisté sur l'importance « de considérer la façon dont les acteurs du terrain s'approprient un tel support ». C'est en tenant compte de ces remarques qu'a été développée la *plate-forme pédagogique*, testée sous sa forme actuelle.

VI.1.3. Contexte¹⁴⁹ et déroulement du jeu de simulation

La *plate-forme pédagogique* a été reconstruite à partir du langage HTML et de l'interface conviviale proposée par le logiciel Dreamweaver 4. Le cas pertinent qui a été retenu est bien sûr le projet d'implantation de carrières d'alluvions fluviales, ou gravières, dans la Plaine du Forez (département de la Loire entre Montrond-les-Bains et Feurs) où cohabitent une association de protection de la nature (FRAPNA Loire) et un exploitant de granulat (Morillon Corvol). Il a été choisi pour le contexte géographique, la problématique environnementale actuelle, les exemples concrets d'une participation active des *acteurs locaux*, l'accessibilité aux données.

La formation à la négociation dans le domaine de l'environnement et de l'aménagement comporte des enjeux pédagogiques spécifiques. Il s'agit que les apprenants puissent proposer des solutions dans le cadre de processus incertains et complexes, en présence de légitimités multiples, sur des projets ancrés dans des terrains concrets. Pour faire écho au travail de De Carlo (2003b), la formation à la négociation s'appuie sur des objectifs pédagogiques spécifiques : (1) former à la négociation dans des processus complexes ; (2) rendre compte des multiples rationalités et affectivités en présence ; et (3) favoriser la créativité et inventer de nouvelles solutions communes. De plus, il nous semble essentiel d'ajouter un quatrième objectif pédagogique aux trois précités : familiariser les apprenants à l'utilisation d'outils d'*aide à la négociation*. Ce dernier objectif s'appuie sur l'étude des dimensions physique (ressource en eau), biologique (vivant biologique) et humaine du territoire pour rendre compte de la complexité du processus et des interactions *intra* et *inter* dimensions. Si les dimensions physique et biologique permettent une approche du territoire plus objective, l'étude de la dimension humaine, quant à elle, renvoie à une approche plus subjective permettant de rendre compte des multiples rationalités, des affectivités, des points de vue des acteurs en présence : en un mot de l'intersubjectivité.

VI.1.3.1. Un jeu fondé sur un cas concret : la négociation dans le granulat

La simulation pédagogique d'*aide à la négociation* que nous proposons s'appuie sur un cas d'application concret. Il s'agit d'un site d'extraction de granulat en milieu alluvial situé dans la Plaine du Forez (France, département de la Loire). Afin de donner un cadre cohérent et réaliste au jeu de simulation, nous nous sommes attachés d'une part à repérer les moments de

¹⁴⁸ Sébastien & Paran (2003).

¹⁴⁹ Un rapport de présentation (Paran & al., 2004) du prototype a été primé par la SIM (Société d'Industrie Minérale) et a été soumis pour avis à Hesbert P. de l'UNICEM (Union Nationale des Industrie de Carrières et des Matériaux de construction), Colson A. du groupe Lafarge, ainsi qu'à Ravo N. et Fresnel P. de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne.

négociation existant lors d'un projet d'implantation de gravière (Annexe VI.1.), et d'autre part à s'approprier les particularités du territoire. Sur celui-ci, le partenariat instauré au début des années 1990 entre un industriel exploitant de granulat (Morillon Corvol) et une association de protection de la nature (FRAPNA Loire¹⁵⁰) constitue une première. Ce partenariat, d'apparence contre nature, a permis la réhabilitation de plans d'eau laissés à l'abandon après exploitation en s'appuyant sur le savoir-faire de l'exploitant, et constitue une réponse anticipée aux enjeux environnementaux dans le cadre d'une *gestion équilibrée*.

A titre expérimental, sur le mode de la négociation assistée par un tiers (médiateur), les acteurs du jeu de simulation ainsi réunis doivent décider : (1) du site d'implantation d'une nouvelle gravière parmi les sites proposés par le carrier ; (2) de la nature de sa réhabilitation ou réaffectation ; et (3) de la teneur de l'accord concernant la gestion et le suivi du site réhabilité ou réaffecté. L'objectif ici n'est pas tant d'arriver à un consensus, à un accord à tout prix par essence utopique, mais plutôt de former les apprenants pour qu'ils se comprennent et les préparer à une négociation. Le but essentiel est d'amener les apprenants à bien cerner les enjeux de la négociation et à dépasser les conflits de position pour trouver une solution ; en un mot leur donner la possibilité *de se mettre à la place des autres*.

Dans la démarche de demande d'autorisation¹⁵¹, apparaissent différents moments de négociations bipartites et multipartites. Les négociations bipartites mettent en jeu, par exemple, l'exploitant et un propriétaire de terrains (agriculteur) pour la négociation foncière, l'exploitant et son organisme de tutelle (DRIRE). Ce type de négociation n'est exploitable en terme de *jeu de simulation* que de manière annexe. Les négociations multipartites sont, quant à elles, plus intéressantes, elles vont constituer le cœur du *jeu de simulation*. Elles mettent en scène des *acteurs locaux*, dont l'exploitant de granulat. L'enjeu de ces négociations peut porter sur le choix du site d'exploitation, sa vocation et sa gestion future. En effet, un projet de gravière, qu'il soit situé à côté d'une ville, à côté d'un fleuve, sur des parcelles agricoles ou dans une zone à fort patrimoine écologique, ne fera pas réagir les mêmes acteurs de la même façon. Pour chaque acteur, il convient donc de définir ses enjeux, ses objectifs, ses intérêts, ses valeurs, ses interactions avec les autres acteurs et avec le territoire. Il faut ensuite mettre à jour les points de convergence d'opinion ou au contraire, de profonds désaccords.

La première phase du projet a consisté à contextualiser la *plate-forme pédagogique* pour que le jeu de simulation se déroule dans un cadre cohérent en tenant compte des procédures d'exploitation, de demande d'autorisation, d'étude d'impact et des moments de négociation existant dans ces procédures. La deuxième phase a consisté à intégrer les éléments de ces procédures relatifs à la conduite de projet en tenant compte du contexte *multi-acteurs* et à formaliser étape par étape le déroulement du jeu de simulation, de la négociation jusqu'à la prise de décision. Au final, ce jeu met en scène quatorze joueurs, ou apprenants, mis dans la peau de quatorze *acteurs territoriaux* devant négocier, échanger, se concerter afin de choisir ensemble parmi quatre sites potentiels celui sur lequel l'extraction aura lieu, ainsi que les modalités de sa réhabilitation ou réaffectation. La fin du jeu est scellée par une déclaration commune et par la rédaction d'un protocole d'accord.

VI.1.3.2. Acteurs en présence

Ce jeu de simulation est destiné à un groupe de six à quatorze *joueurs*, ou apprenants. Ils peuvent aussi bien être des étudiants, des élèves ingénieurs ou des techniciens (fonctionnaires territoriaux, de parcs régionaux, gestionnaires) désireux de se familiariser à la *négociation territoriale*. Si pour les élèves il s'agit simplement d'une séance de travaux pratiques dans le

¹⁵⁰ Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature, section Loire

¹⁵¹ Telle que décrite par Espace pour Demain (2002).

cadre de leur cours, pour les techniciens il s'agira plus d'une séance de formation à mettre en relation avec leur expérience de terrain.

Tout au long du jeu, les apprenants seront encadrés par un *maître du jeu*. Il aura pour tâche, d'une part, d'assurer le bon déroulement du jeu de simulation dans sa dimension pédagogique en répondant aux questions et aux attentes des apprenants. D'autre part, il devra assurer le bon déroulement du processus de négociation en prenant le rôle du facilitateur, du tiers médiateur. Dès lors, il fournira des informations, des renseignements complémentaires, fera des suggestions, des propositions permettant aux acteurs *joués* par les apprenants de se diriger vers la voie de l'accord.

Lors du jeu, le médiateur n'est pas un arbitre. Il n'a pas non plus le rôle de décideur. Son intervention vise à accompagner les acteurs vers la décision en fonction de leurs besoins et de leurs attentes (De Carlo, 2003a). Il endosse plutôt le rôle de communicant (Touzard, 2003a), de passeur d'information (Laurans & Dubien, 2003), afin d'améliorer le dialogue territorial (Barret, 2003) entre *acteurs locaux* sur des problématiques environnementales. Dès lors, le médiateur peut-être polymorphe et pluriel, c'est-à-dire incarné par plusieurs personnes aux fonctions différentes : formateur, modérateur, passeur, *porte-parole*, *porte-voix*, expert.

Le jeu met en scène des acteurs, tous faisant partie de ce que nous avons appelé un *monde*, une communauté au sens large, en d'autres termes une catégorie d'acteurs présente sur le territoire. Les *mondes* de départ impliqués dans la négociation sont les suivants (Tableau 16.) :

Mondes	Acteurs
Groupe A : Monde de l'industrie du granulat	1 : Gravel & Concrete Inc. (Industriel du granulat)
Groupe B : Monde de la protection de l'environnement et du cadre de vie	2 : Les Amis du fleuve Loire (APN) 3 : Touche pas à mon fleuve (Association de riverains)
Groupe C : Monde de la chasse et de la pêche	4 : Le fusil rusé (Fédération des Chasseurs) 5 : La gaule ligérienne (Fédération des Pêcheurs) 6 : La grosse tanche (Syndicat piscicole)
Groupe D : Monde de l'agriculture	7 : Les rois du labours (Syndicat agricole) 8 : Chambre d'Agriculture (Chambre Consulaire)
Groupe E : Monde des collectivités territoriales	9 : Commune (Mairie de Chambéon) 10 : Conseil Général (Service environnement)
Groupe F : Monde des services administratifs de l'Etat	11 : DRIRE (Service des carrières) 12 : DDE (Service hydraulique) 13 : DDASS (Service hygiène des milieux) 14 : DDAF (Service de l'eau)

Tableau 16. Les six mondes en présence

VI.1.3.3. Phases et étapes du jeu de simulation

Le jeu se déroule en quatre phases principales comprenant huit étapes construites d'après les travaux formels sur la négociation (Bourque & Thuderoz, 2002 ; Oliver & al., 1994), sur les processus de *négociation territorialisée* de Roche (2001 & 2002), sur la formation pratique et l'encadrement pédagogique à la négociation raisonnée (Bourque, 1996) et sur l'enseignement de la concertation (De Carlo, 2003b). Ces étapes permettent de mettre en scène les apprenants à la manière d'un *jeu de rôles* encadré par le médiateur.

- *Phase 1 : phase de ritualisation*

Les trois premières étapes doivent permettre aux apprenants de s'appropriier et d'assimiler les différents paramètres du jeu de simulation : *étape 1* – présentation du contexte du jeu, *étape 2* – présentation des *fiches acteurs* aux apprenants, *étape 3* – présentation des *fiches site* aux apprenants. Cette phase de découverte, de prise de contact, permet d'instaurer le climat et d'identifier les enjeux de la négociation. La durée de cette phase dépend du nombre d'informations disponibles.

- *Phase 2 : phase d'information/exploration*

Les trois étapes suivantes permettent aux apprenants de mieux prendre conscience des problématiques à négocier : *étape 4* – présentation et écoute pour une 1^{ère} déclaration individuelle, *étape 5* – repositionnement et réaction pour une 2^{ème} déclaration individuelle, *étape 6* – consultation pour une 3^{ème} déclaration individuelle. Lors de chacune de ces trois étapes, chaque apprenant doit faire une déclaration devant les autres. Cette déclaration contient une présentation de l'organisme représenté par l'acteur, des objectifs et des intérêts affichés lors de la négociation. A ce stade, un apprenant peut cacher certaines informations, ou même parfois mentir. Pour conclure, il devra justifier et argumenter un classement des sites par ordre de préférence associé à un code couleur : en vert le ou les sites qu'il souhaite favoriser, en bleu les sites *neutres* ou négociables, en rouge les sites qu'il rejette. Il doit aussi proposer des solutions d'aménagement.

La première déclaration individuelle est effectuée à *chaud* face aux autres, dès que les joueurs se sont appropriés le contexte de jeu. La deuxième déclaration individuelle est l'occasion pour l'apprenant de modifier ses choix en fonction de ceux des autres, ou en fonction des informations nouvelles qu'il aura acquises. C'est durant cette étape qu'apparaissent des tensions (coopération, compétition) car chaque participant, en fonction de la stratégie qu'il adopte, divulgue ou cache éventuellement des informations. La troisième déclaration individuelle se fait après consultation des autres acteurs du jeu ou d'acteurs extérieurs au jeu.

- *Phase 3 : phase de négociation au sens strict*

Lors de cette phase, les apprenants sont amenés à faire des propositions et des contre-propositions justifiées et argumentées. C'est l'étape (*étape 7* – Commission Locale de Concertation et de Suivi) de concertation pour la recherche d'un consensus visant à la production d'un accord sur le choix du site et sur sa réhabilitation ou réaffectation. Elle réunit tous les acteurs et est pilotée par l'exploitant de granulats qui doit proposer un ordre du jour. Cette étape est critique, car il peut y avoir accord sans consensus. Il convient de réfléchir à une voie de sortie honorable pour les acteurs qui se retirent de la décision finale.

- *Phase 4 : phase de formation de l'accord*

Lors de cette phase les apprenants devront clarifier les résultats obtenus, argumenter leurs choix et questionnements et les mettre en forme. Si les apprenants arrivent à un consensus, ils devront rédiger un protocole définissant les termes de l'accord et les moyens de l'appliquer. Ils devront ensuite rédiger une déclaration collective qui scelle l'accord en explicitant le rôle de chacun (*étape 8* – l'accord).

- *Phase auxiliaire 1 : appui théorique*

Avant de débiter le jeu et en cours de jeu, les apprenants peuvent avoir accès aux notions théoriques adaptées sous forme de cours concernant les notions de *développement durable*, *gouvernance*, négociation, médiation, conservation, sur l'industrie du granulats et sur les outils d'*aide à la négociation*. Les connaissances acquises pourront être mises en pratique durant le

jeu de simulation, par exemple pour l'obtention de comportements coopératifs entre les acteurs et de choix respectueux de l'environnement.

- *Phase auxiliaire 2 : Débriefing*

Au terme de chacune des 4 phases du jeu, il est important que le médiateur réserve un moment pour réaliser un débriefing avec les apprenants, afin de répondre à leurs questions, de préciser certaines notions théoriques et de tenir compte des remarques et impressions des apprenants pour une amélioration continue du jeu de simulation (Ex : enrichir la documentation disponible, étoffer le contenu des *fiches acteurs* et des *fiches sites*). Comme le souligne De Carlo (2003b), l'espace débriefing est essentiel. Il permet de faire le point sur chaque phase de travail et surtout de faire le lien entre simulation et réalité pour souligner les apports du jeu.

VI.2. Un jeu de rôles informatisé fondé sur le dialogue et l'utilisation d'outils

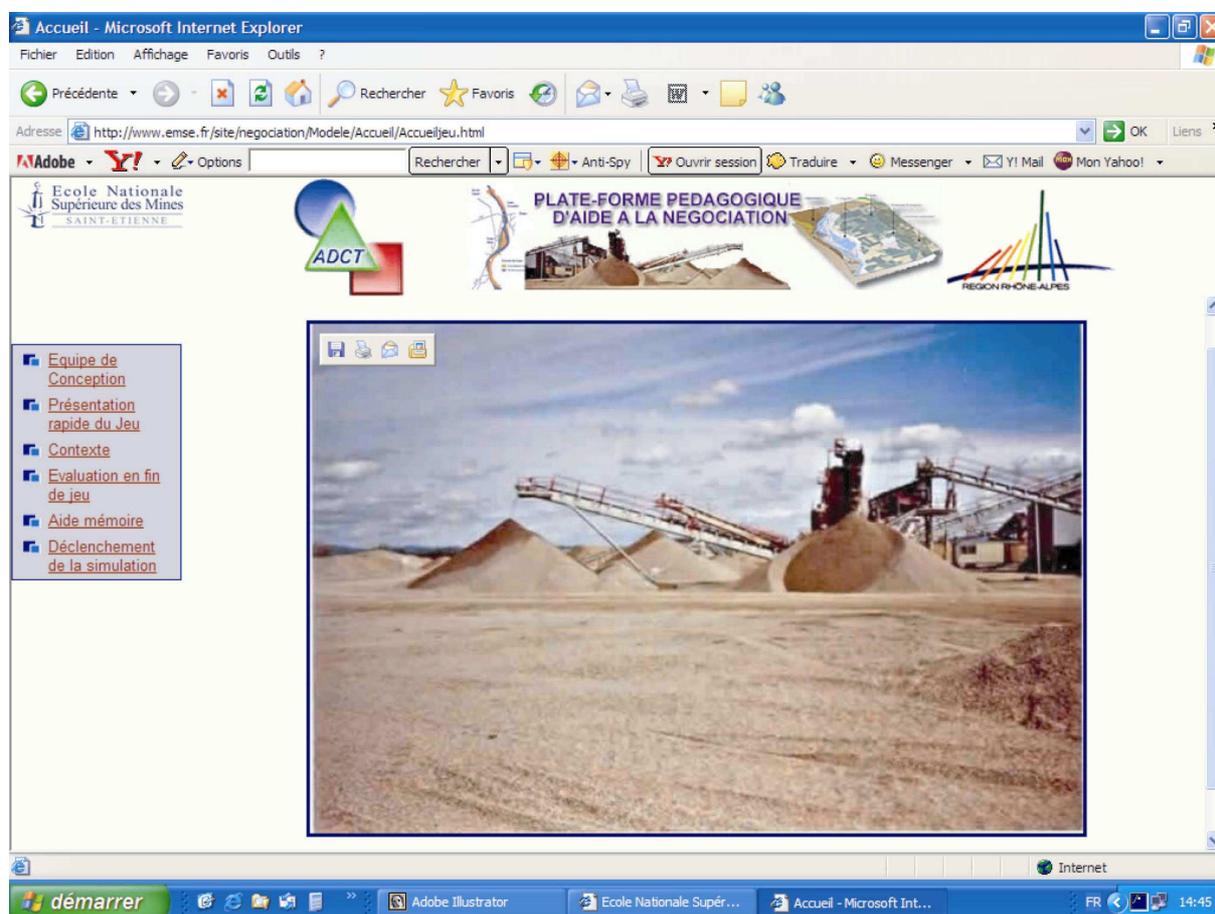


Figure 41. Page d'accueil de la Plate-forme pédagogique

[La mise en forme respectant la charte graphique de l'Ecole des mines a été effectuée par Breuil F.]

Cette *plate-forme* fonctionne à la manière d'un site Internet, avec la possibilité de naviguer d'une page à l'autre au moyen de liens hypertextes. Elle a été créée avec le logiciel DreamWeaver 4. Cette interface conviviale permet de réaliser des pages HTML sans connaissances particulières en programmation. Cette partie présente les informations qui se cachent sous les différents liens hypertextes.

VI.2.1. Accueil des apprenants dans le simulateur

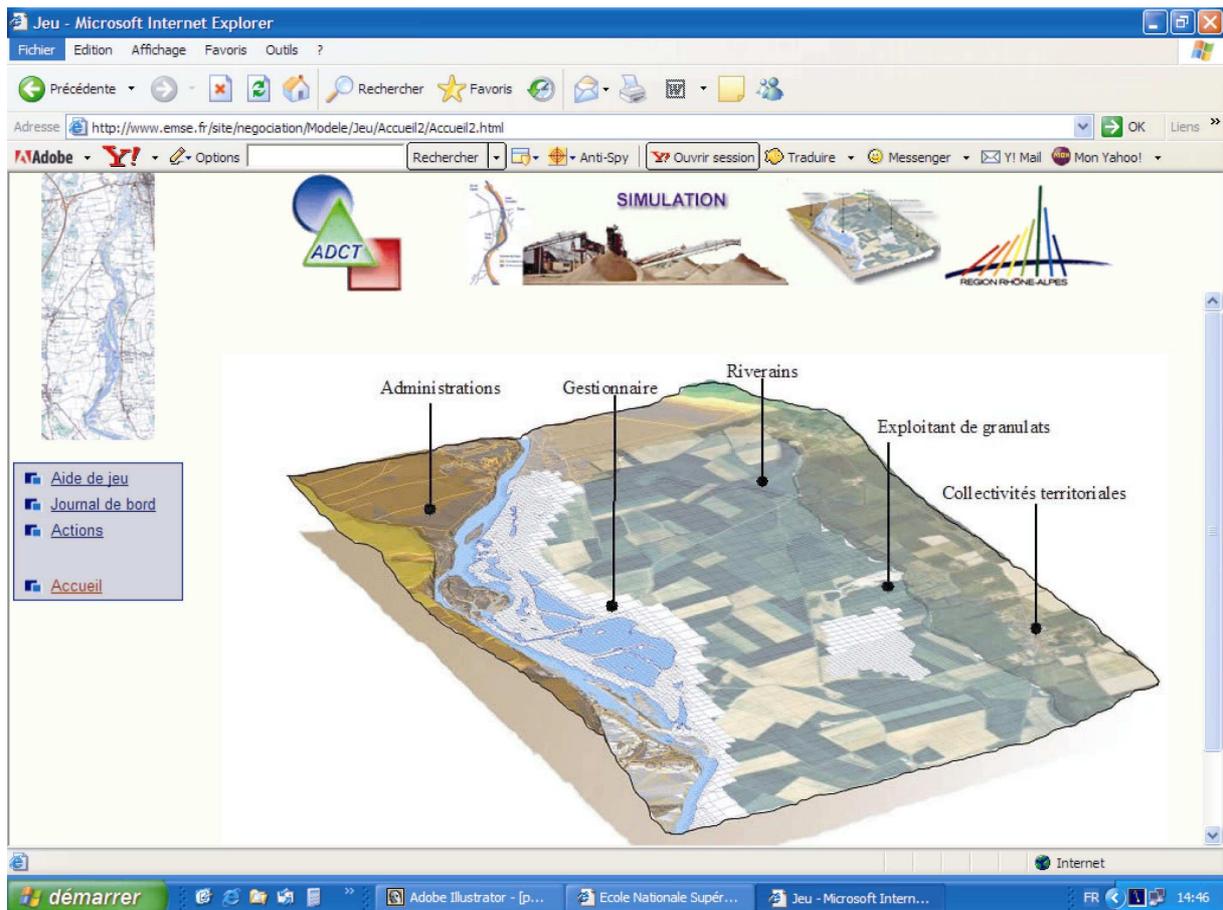


Figure 42. Page de déclenchement de la simulation

[La mise en forme respectant la charte graphique de l'Ecole des mines a été effectuée par Breuil F.]

La page d'accueil du site (Figure 41.) hébergeant le jeu de simulation se présente sous la forme d'un sommaire. Ce sommaire propose un menu constitué de plusieurs [liens hypertextes](#) qui permettent le bon déroulement du jeu. Cette page donne donc accès aux informations suivantes :

- [présentation rapide du jeu](#) : donne un résumé synthétique des principales informations à connaître pour le bon déroulement du jeu ;
- [contexte](#) : donne une description du cas concret ayant inspiré la situation de jeu et de plus amples informations sur l'industrie du granulat ;
- [évaluation en fin de jeu](#) : explique clairement aux apprenants ce qu'il est attendu d'eux et comment ils seront évalués en fin de jeu (l'évaluation est variable selon le statut des apprenants) ;
- [aide mémoire](#) : propose un glossaire définissant les principaux termes employés dans le simulateur ;
- [déclenchement de la simulation](#) : une fois ces informations de bases assimilées, ce dernier lien donne accès à un nouveau sommaire, celui de la session de simulation proprement dite.

VI.2.2. Déclenchement de la simulation

Dans ce nouveau sommaire (Figure 42.), les apprenants disposent d'une [aide de jeu](#) contenant les *fiches acteurs* et les *fiches sites*, d'un [journal de bord](#) permettant d'enregistrer le déroulement de la simulation et d'une liste des [actions](#) possibles lors du jeu.

VI.2.2.1. Aide de jeu

Le lien [aide de jeu](#) propose des informations concernant les acteurs et les sites proposés à l'exploitation. Il permet aux apprenants de mieux cerner les *rappports sociaux et patrimoniaux* sur le territoire de la simulation.

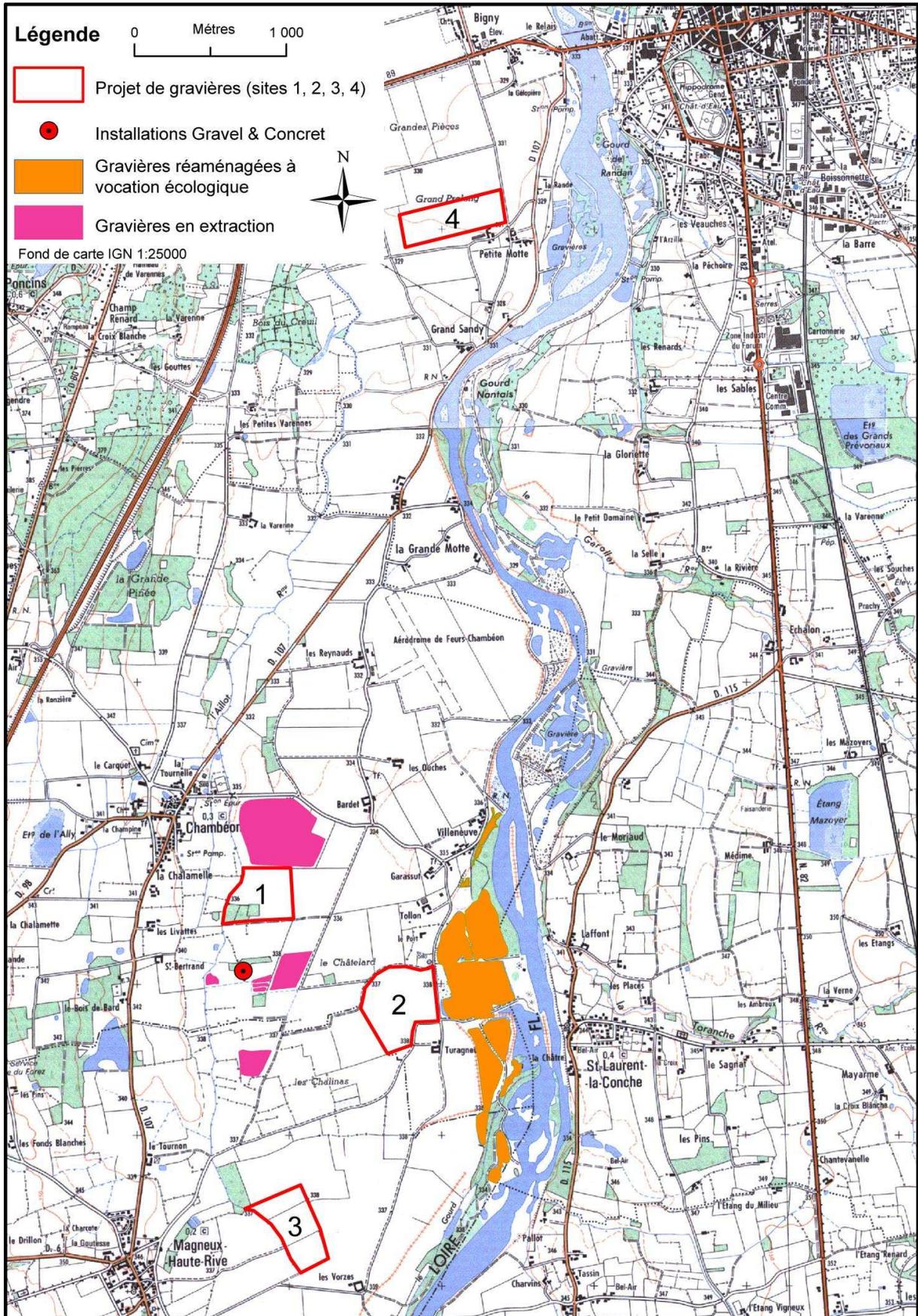
- *Les fiches acteurs*

Elles présentent les missions, objectifs et perceptions de l'acteur représenté (Annexe VI.2.). La première rubrique de la *fiche acteur* donne des [informations d'ordre général](#), accessibles à tous les apprenants, sur le *personnage* : nom et type d'organisme, nombre de personnes concernées par l'activité, activité principale, objectifs généraux, rayon d'action de l'activité, propriétés foncières, partenaires privilégiés de l'acteur et organismes réels apparentés à l'acteur. La seconde rubrique, [informations spécifiques](#), est accessible seulement à l'apprenant interprétant l'acteur en question et protégée par un code secret. Elle positionne plus clairement le rôle dans la *négociation territoriale* en décrivant les positions de l'acteur et ses intérêts face au projet en question en décrivant : ses relations avec les autres, ses enjeux dans la négociation, ses perceptions du territoire, ses perceptions des outils d'*aide à la négociation*. Elle donne aussi accès à une documentation particulière.

L'apprenant, après avoir pris conscience de son personnage de manière générale, rentre alors plus directement dans la négociation et commence à cerner ses enjeux propres. La dernière partie des *fiches acteurs* représente un des intérêts centraux du jeu, car elle décrit les relations d'un *personnage* avec les autres : (1) *Comment l'acteur perçoit les autres* ; (2) *Comment il croit être perçu par les autres*.

Toute l'originalité du jeu de simulation réside dans la prise en compte des écarts de perceptions entre acteurs pour refléter le caractère complexe d'une négociation. En effet, les différentes négociations sur un territoire rassemblent souvent les mêmes acteurs, acteurs qui se côtoient depuis des années. Dans ce contexte, la perception qu'ils ont les uns des autres est fondamentale. Un acteur n'est pas forcément perçu par les autres comme il le croit, ce qui engendre parfois des malentendus, voire des conflits de personne. La prise en compte des écarts de perceptions sociales et territoriales dans le jeu de simulation enrichit et étoffe la négociation.

Chacune des *fiches acteurs* a été établie suite à des entretiens réalisés sur le terrain, à l'analyse de discours réels et au modèle de *l'acteur en 4 dimensions*. Toutefois, le *personnage* proposé est fictif. Même s'il est pour partie inspiré d'un acteur réel, le *personnage* doit être considéré comme une caricature, comme la somme de traits caractéristiques appartenant à différents acteurs réels du même *monde*. Ces traits ont été volontairement grossis pour les besoins du jeu, ceci afin que les apprenants interprètent plus facilement leur *personnage*.



Carte 17. Carte de localisation des 4 sites

- *Les fiches sites et carte de localisation*

Cette rubrique propose une carte de [localisation générale du site d'extraction](#), à l'échelle du département de la Loire, et une carte de localisation précise des quatre [sites d'exploitation de granulats proposés](#) (Carte 17.) à l'échelle des communes concernées. Cette carte, produite par SIG, présente le territoire en question et positionne précisément chacun des sites proposés à l'exploitation. Elle est réactive, et un simple *clic de souris* sur l'un des sites renvoie à sa fiche descriptive. Cette carte permet d'abord aux joueurs de s'imprégner véritablement du territoire, en ayant une vue réaliste de celui-ci, et ensuite de s'approprier les enjeux liés à chacun des sites. Selon l'acteur joué, chacun aura une vision différente de cette carte et des sites, selon ses objectifs et intérêts. Toutes ces précisions sont importantes car elles permettent de fixer et de localiser les objectifs, comme préalable indispensable à la négociation, qui doivent être compris par tous.

Les fiches sites (Annexe VI.3.) présentent succinctement les particularités de chacun des sites potentiels d'extraction. Chaque fiche site décrit, pour l'ensemble des sites en négociation : sa localisation (par rapport au fleuve, au village, au site de traitement, au réseau routier), les résultats de la prospection minière (qualité du granulats), les impacts de l'extraction sur la faune, la flore et les milieux, la ressource en eau, sur l'activité humaine (impacts hydrauliques, écologiques, sociaux et paysagers), la ou les réhabilitations/réaffectations proposées et les spécificités du site à travers d'éventuelles remarques. La présentation des sites est succincte mais présente l'intérêt d'intégrer des enjeux à la fois sociaux et environnementaux, ce qui complexifie les interactions entre joueurs puisque ces derniers réalisent que leurs choix auront des répercussions à la fois sur le territoire, mais aussi sur leurs relations avec les autres. Il est donc important de confronter des acteurs qui représentent ces différents enjeux sociaux et environnementaux.

VI.2.2.2. *Journal de bord*

Cette page permet aux apprenants de noter et de conserver toutes les informations acquises lors du *jeu*. Il est important que chaque *joueur* garde à disposition une trace du déroulement du processus de négociation. Que ce soit au niveau des déclarations et des arguments exposés, du résultat des consultations ou des rencontres, toutes ces informations permettront à l'apprenant de faire des propositions et des contre-propositions lors de la formation de l'accord. Le lien [journal de bord](#) se décompose en trois parties :

- [historique des actions](#) : se présente sous la forme d'un tableau Excel dans lequel l'apprenant peut saisir chaque action qu'il a réalisée lors du jeu, avec sa justification, ses résultats et les incidences sur la suite du jeu ;

- [argumentaire](#) : se présente sous la forme d'un fichier Word dans lequel l'apprenant peut saisir, en fonction de son rôle et de ses objectifs dans la négociation, un résumé de chacune de ses trois déclarations, les réactions et les déclarations des autres ;

- [synthèse des choix](#) : se présente sous la forme d'un tableau Excel dans lequel l'apprenant peut saisir de manière synthétique l'ensemble des choix concernant les préférences de chaque acteur pour l'ordre des sites à exploiter et la nature de leur aménagement.

VI.2.2.3. *Actions*

Le lien [actions](#) présente les actions principales que peut réaliser l'apprenant lors de la simulation :

- [prise de rendez-vous](#) : se présente sous la forme d'un fichier Word dans lequel l'apprenant peut saisir tout au long du jeu le nom des acteurs qu'il souhaite rencontrer et les raisons qui le motivent. Les rencontres entre acteurs du jeu se font directement entre les

apprenants, celles avec des acteurs extérieurs sont gérées par un intervenant. Pour des raisons d'optimisation du temps de jeu, les rendez-vous sont fixés par le médiateur.

– [consultation d'acteurs extérieurs et de documents](#) : entre ses déclarations et ses rendez-vous l'apprenant peut, s'il le désire, effectuer des recherches libres sur l'Internet par l'intermédiaire d'un moteur de recherche. Il peut aussi consulter des documents présélectionnés et mis en ligne par nos soins. Ces documents sont classés par acteur les détenant. Certains sont disponibles par un simple *clic*, d'autres nécessitent de rencontrer l'acteur en disposant.

– [rédaction du protocole d'accord](#) : ce lien propose aux apprenants des exemples de protocoles d'accords existants, ainsi qu'un modèle type en blanc qu'ils auront soin de préremplir pour préparer la réunion de concertation (Annexe VI.4).

– [utilisation d'outils d'aide à la négociation](#) : ce lien renvoie aux différents outils d'aide à la négociation dont les apprenants disposent pour faciliter leur choix parmi les quatre sites en concurrence et pour convaincre les autres du bien fondé de ce choix. Chaque outil est assorti d'une courte description expliquant son utilité.

Une fois que les joueurs ont pris connaissance de ces trois grandes rubriques (Aide de jeu, Journal de bord et Actions), le jeu peut commencer, de la première déclaration individuelle à la rédaction d'un protocole d'accord commun. Il est à noter qu'au cours du jeu peuvent apparaître des acteurs ne figurant pas sur la liste officielle des parties prenantes. Ces nouveaux acteurs interviennent sous deux cas de figure :

– un joueur nécessite une information particulière, une précision sur tel ou tel aspect de la négociation. Il souhaite demander des études complémentaires sur un point précis et solliciter l'intervention d'un expert ou d'un scientifique. Le joueur a alors la possibilité, en cours de jeu, de consulter des acteurs qui ne sont pas présents à la table de négociation. Ces nouvelles informations sont délivrées par l'organisateur du jeu ou le médiateur. A titre d'exemple, le médiateur pourra simuler le recours à un bureau d'étude ou à un laboratoire de recherche.

– un acteur inattendu se mêle à la négociation pour tenter d'en dévier les enjeux, faire blocage ou se rallier à un groupe d'acteurs en présence. L'acteur inattendu est joué par l'organisateur du jeu ou le médiateur, qui juge intéressante l'arrivée inopinée de ce *perturbateur* à un stade avancé de la négociation. L'objectif de mêler de nouveaux acteurs qui viennent *brouiller les cartes* au sein du processus de négociation est de complexifier la simulation. Sur un site intéressant pour les acteurs en présence, le médiateur pourra par exemple, en cours de jeu, interpréter un agriculteur attaché à ses terres qui refuse catégoriquement de vendre sa propriété. Cet acteur peut influencer alors fortement sur le processus de négociation en conduisant les joueurs à réajuster leur stratégie.

VI.2.2.4. Les outils d'aide à la négociation

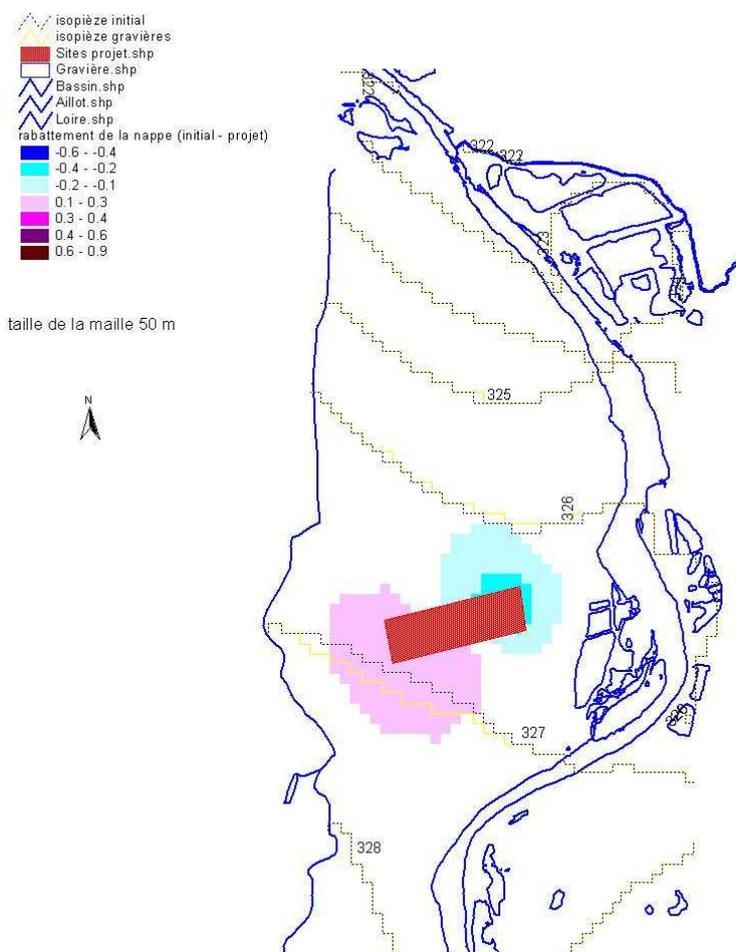
Tous les outils d'aide à la négociation proposés ne sont pas disponibles de la même façon pour les apprenants. On distingue un outil disponible en accès libre (AMC ou Analyse Multi-Critères) avec possibilité de solliciter une aide extérieure, deux outils disponibles uniquement avec assistance extérieure (SIG ou Systèmes d'Informations Géographiques, Modèle physique) et deux autres (indicateurs biologiques et modèle sociologique) en phase d'élaboration et non encore disponibles au moment du test de simulation. Toutefois, si les apprenants ne peuvent pas encore manipuler ces deux derniers outils, ils peuvent solliciter un intervenant capable de leur délivrer l'information.

- *Analyse Multi-critères pour une évaluation des potentialités de réhabilitation*

L'utilisation de cet outil permet d'évaluer les potentialités de réhabilitation des sites de gravière. C'est un moyen de faciliter le processus de négociation pour le choix de la vocation future des zones de gravières. Cette évaluation est réalisée à l'aide d'une Analyse Multi-Critères (Mimoun, 2004). Les critères ont été sélectionnés suite à trois interrogations : 1) Interrogation sur l'intégration hydraulique de la gravière ; 2) Interrogation sur l'insertion paysagère du plan d'eau dans le territoire ; et 3) Interrogation sur le contexte socio-économique. Certains des critères sont plus faciles à renseigner si l'on utilise les autres outils proposés.

- *Système d'Informations Géographiques pour des représentations territoriales*

Le logiciel de SIG utilisable dans notre cas est Arcview 8.1. En activant ce logiciel, les apprenants peuvent obtenir les couvertures suivantes : cadastre, occupation du sol, éléments hydrologiques, zones protégées, photographies aériennes, piézométries, puits, limnimètres. A l'aide des fonctions d'*analyse spatiale*, ils peuvent effectuer plusieurs opérations très utiles (calculs de surface, de proximité, de périmètres).



Carte 18. Impact simulé de l'implantation du site 4 sur le niveau de la nappe phréatique

[Cette carte a été réalisée par D. Mimoun avec le logiciel ModFlow. On observe que le niveau de la nappe phréatique diminue (en rose) à l'amont de la gravière (en rouge) et augmente à l'aval (en bleu clair)]

- *Modèles physiques pour une prise en compte de la ressource en eau*

Le logiciel utilisable est ModFlow. Il permet de modéliser mathématiquement l'écoulement de la nappe phréatique du secteur et de simuler l'impact de l'implantation d'une nouvelle gravière sur les écoulements souterrains, sur les ouvrages (puits) et sur les bassins du secteur. Le travail de modélisation a été effectué par Mimoun (2004).

La carte 18. montre une simulation réalisée pour le site 4. On observe sur celle-ci le rabattement de la nappe phréatique causé par l'implantation d'une gravière. Les cartes obtenues pour les sites 1, 2 et 3 se trouvent en annexe VI.5.

- *Indicateurs biologiques pour une prise en compte du vivant biologique*

Les modèles mathématiques peuvent manquer de précision. De plus, les modélisations mathématiques d'écoulement ne tiennent compte que des caractéristiques physiques du milieu, ces dernières étant rarement connues avec précision. Un diagnostic écologique quant à lui peut pallier les manques des modèles car il travaille sur des êtres vivants. En ce sens, une telle démarche propose une alternative aux modèles car elle s'intéresse aux relations qui unissent des êtres vivants à leur milieu de vie. L'interprétation de données concernant les invertébrés souterrains de la nappe phréatique et des macrophytes des gravières est désormais terminée et peut être intégrée au jeu¹⁵².

- *Modèle sociologique pour une prise en compte des valeurs morales des acteurs*

Une étude sociologique vise à mieux comprendre le fonctionnement du *jeu d'acteurs* dans le secteur, et plus particulièrement à mieux comprendre les acteurs engagés dans cette négociation. Pour cela, un modèle d'inspiration sociologique, appelé *l'acteur en 4 dimensions*, a été élaboré¹⁵³ et est désormais disponible sous une forme simplifiée (Annexe VI.6.). Ce modèle s'intéresse aux relations des acteurs entre eux (relations sociales) et aux relations des acteurs avec leur territoire (relations patrimoniales).

L'ensemble de ces outils doivent permettre aux acteurs de construire des arguments adaptés à leurs besoins pour étayer leur discours et tenter de convaincre les autres du bien fondé de leur choix. Ils pourront notamment s'appuyer sur des *argumentaires spatiaux* cartographiques construits à l'aide du SIG. Nombre de cartes présentées dans le chapitre IV. de ce mémoire ont été utilisées pour le test de la *plate-forme*.

VI.3. Résultats : compte rendu d'une expérience de simulation

Ce chapitre propose un compte-rendu et une analyse d'une session de simulation en *négociation territoriale* pour la recherche de gisements de matériaux en milieu alluvionnaire, réalisée avec des étudiants en Master. L'objectif principal de cette expérience de simulation consistait en premier lieu à tester la pertinence de l'*argumentation spatiale* dans un contexte de négociation. En second lieu, cette simulation avait un intérêt pédagogique puisqu'elle permettait à des étudiants de découvrir la *négociation territoriale* assistée par un médiateur, de se familiariser avec des outils d'*aide à la négociation* et de mieux connaître l'industrie du granulat en milieu alluvial.

¹⁵² Réalisée en collaboration avec le laboratoire Ecologie des Hydrosystèmes Fluviaux de l'Université Lyon 1.

¹⁵³ Réalisé en collaboration avec le CRESAL de l'Université de Saint-Etienne

VI.3.1. Intérêts pédagogiques de la session de simulation

La session s'est déroulée en décembre 2004 sur quatre demi-journées avec dix étudiants interprétant, en général en binômes, les six groupes d'acteurs représentant : le *monde* de l'industrie à l'initiative du projet, le *monde* des services administratifs de l'Etat chargés de vérifier la conformité du projet proposé, le *monde* de la protection de l'environnement et du cadre de vie, le *monde* de l'agriculture, le *monde* de la chasse et de la pêche et le *monde* des collectivités territoriales impliquées par la localisation d'un futur centre d'exploitation. Faute d'un nombre suffisant d'étudiants, certains devaient interpréter deux acteurs. L'animateur de la session avait un rôle principal de médiateur. Il s'agissait pour lui de planifier les rencontres entre les différents acteurs du jeu et avec les acteurs extérieurs, notamment les experts (hydrogéologue, biologiste, SIG). L'animateur avait pour tâche d'organiser les trois déclarations rassemblant tous les acteurs tout au long du jeu et la réunion de concertation finale. Ceci tout en régulant la diffusion d'informations techniques, juridiques et socio-administratives au fur et à mesure de l'avancement du projet et du développement des négociations.

Les objectifs pédagogiques établis auparavant consistaient à faire découvrir aux apprenants les différents enjeux liés à l'exploitation de granulats dans un cadre de *négociation territoriale*. La manipulation de différents outils d'*aide à la négociation* (SIG, modèles physiques, analyse multi-critères), présentés en dehors de la simulation dans un cadre plus académique, devait les rendre capables d'argumenter leur choix en matière d'implantation d'une nouvelle gravière ou d'en expliquer l'acceptabilité. Après avoir rappelé et bien défini les acteurs qu'ils représentaient, les apprenants devaient rédiger la synthèse argumentée de leur choix, résumer les différentes actions entreprises. Ils devaient en particulier spécifier les facteurs (événements, informations) ayant contribué au développement de la négociation permettant d'aboutir à un accord, ou bien identifier les facteurs ou raisons de blocage du processus. L'argumentaire devait être étayé à partir des résultats issus de la mobilisation des outils d'*aide à la négociation* et illustré par une représentation cartographique constituant en quelque sorte le *tapis de jeu* de la négociation.

VI.3.2. Profil des apprenants

Cette session de simulation de projet a été organisée pour un module de Master-recherche dans le domaine de l'*aide à la décision territoriale* et du *développement durable*. Le profil des apprenants était différent dans la mesure où les autres modules d'enseignement suivis par les étudiants n'étaient pas les mêmes. Chaque apprenant avait également suivi antérieurement un cursus différent (expérience professionnelle, stage de maîtrise en service administratif, connaissances principalement académiques). Parmi les profils, on peut relever des compétences en géographie (SIG), des compétences en ingénierie, des expériences en services administratifs (DRIRE ou DDE), en structures associatives et en collectivités territoriales. Tous les apprenants possédaient des compétences assez générales en gestion territoriale et d'autres plus spécifiques en matière de techniques de conduite d'entretiens ou de traitement de données d'enquêtes, ceci expliquant leur relative habitude à être confrontés à un flux d'informations important.

VI.3.3. Analyse de la démarche des acteurs et argumentaires spatiaux

A la lumière des résultats de la simulation, deux types de démarche apparaissent. La première correspond plutôt à celle de l'ingénierie relevant des acteurs impliqués dans les processus de construction technique et réglementaire du projet (industriels et services administratifs). L'argumentaire produit en cours et en fin de négociation repose sur des

données essentiellement quantitatives : des avis d'expert ou des études d'impact ayant mobilisé par exemple des modèles hydrodynamiques de nappe ou des indicateurs biologiques. Cette première catégorie d'acteurs a plutôt un rôle moteur dans la réalisation du projet. Un site candidat est déterminé et les négociations s'engagent pour le faire accepter. La seconde démarche relève davantage des acteurs socio-économiques dont les activités vont être influencées par le projet (associations de riverains, pêcheurs, chasseurs et agriculteurs, collectivités locales). Les pratiques et outils mobilisés sont essentiellement destinés à cerner le *jeu d'acteurs* et à dégager les intérêts des uns et des autres (entretiens, enquêtes, information générale sur les outils mobilisés par les promoteurs du projet et sur lesquels ils vont fonder leur argumentaire, analyse multicritères). La procédure de négociation s'engage par élimination de sites d'exploitation en se focalisant sur les désavantages et les nuisances potentielles (proximité, bruit, pollutions potentielles des eaux de surface).

En résumé, les *représentations territoriales* ne sont pas les mêmes pour chaque groupe d'acteurs – plus physiques pour la première catégorie d'acteurs avec un souci des impacts a priori non visibles (eaux souterraines par exemple) pour les services chargés de l'application de la réglementation ; plus humaines et sociales pour la seconde avec souvent un *rapport patrimonial* important au monde du vivant (la faune halieutique et cynégétique), la préservation de la biodiversité pour les associations de protection de la nature. Des outils communs aux deux approches, comme les SIG, sont cependant capables de produire des cartes illustrant les argumentaires de chaque groupe, ce qui permet dans un premier temps aux différents acteurs de *reconnaître leur territoire* et d'être d'accord sur les principaux enjeux (tracé du cours d'eau, localisation des sites candidats, infrastructures, captages d'eau potable, périmètres irrigués, zones protégées). Dans un second temps, ce sont des cartes plus spécifiques qui permettront de faire valoir les intérêts de chacun (surface des gravières, contours des plans d'eau réhabilités à usage récréatif, nouvelles voies d'accès) et d'identifier les objections au projet (proximité des captages, proximité des zones d'habitations, tracé de la pollution en cas de dysfonctionnement des rejets d'eau de lavage). Ces cartes plus spécifiques sont construites à l'aide de modèles hydrodynamiques, à partir d'avis d'experts ou – mais cela n'a pas été le cas faute de temps durant cette session – à partir de diagnostics écologiques.

En définitive, après une période de conflit important en début de négociation entre les représentants de la protection du cadre de vie d'une part et les chasseurs d'autre part, un protocole d'accord initié par le groupe représentant les industriels du granulat a été rédigé en commun accord avec les autres partis, exceptées les associations de pêche et de chasse. Cet accord stipule les conditions dans lesquelles l'exploitation d'un nouveau site est possible. Ce site sera réhabilité tout d'abord en plan d'eau praticable pour la pêche dans un premier temps puis, si la qualité des eaux s'y prête, en zone de loisirs incluant éventuellement la baignade pendant l'été. Il s'agit d'un site localisé dans le lit majeur de la Loire, à proximité d'une commune pour laquelle la réaffectation en zone de loisirs peut constituer un atout attractif. Un classement relativement consensuel concernant les autres sites candidats a pu être établi. A terme, un second site pourrait être exploité et faire l'objet d'un aménagement à vocation écologique. L'accord s'installe donc sur le plan spatial, mais aussi dans le temps compte-tenu bien sûr des informations disponibles au moment de l'accord. Les autres sites candidats ont été éliminés car ils étaient soit trop proches de zones de captage pour l'alimentation en eau potable ou l'irrigation ou bien nécessitaient d'emprunter des voies d'accès à forte circulation. Ce protocole a été validé par les services administratifs après vérification des contraintes d'urbanisme, de l'incidence de l'implantation de la gravière sur le rabattement du niveau de la nappe et sur la production des captages d'eau potable, du respect des normes de qualité en matière d'eaux rejetées en fin de procédé d'extraction.

VI.4. Discussion : évaluation et intérêt de l'outil de simulation

La discussion concernant la *plate-forme pédagogique d'aide à la négociation* est fondée pour partie sur l'analyse de l'expérience de simulation, mais surtout sur l'avis de professionnels engagés dans des projets territoriaux, auxquels nous avons présenté ces travaux. De telles rencontres révèlent leurs besoins et leurs attentes dans un contexte territorial, ce qui permet d'évaluer de manière pratique le simulateur de négociation et d'envisager des perspectives d'amélioration.

Outre l'intérêt pédagogique que cela représente (mise en situation réelle des apprenants, travail en équipe, gestion d'hypothèses et d'informations, apprentissage des outils d'*aide à la négociation*), ce type de simulation confirme plusieurs points. Les acteurs d'un projet territorial peuvent avoir un système de valeurs différent ou identique (valeur patrimoniale, objet de conflit, système de production). Leur conception de la ressource en eau peut-être différente (valeur d'usage, bien public, objet de négociation, vecteur de pollution ou de bien-être). Ces notions faisant appel à une multitude de données et d'informations, la simulation constitue un support appréciable permettant de matérialiser ces notions à l'aide de représentations physiques, biologiques ou sociales propres à chaque groupe d'acteur. En favorisant (à l'aide du médiateur) la communication entre les différents acteurs, elle contribue au développement de la négociation. Même si celle-ci n'aboutit pas forcément à un consensus général, l'outil de simulation permet de *fixer* les étapes du processus pour lequel il y a eu accord à certains moments et d'en conserver la trace. En situation réelle, ceci permettrait sans doute aux acteurs de repérer les pièges et les étapes clefs de la négociation. Ils apprendraient ainsi non seulement à mieux négocier, mais aussi à mieux argumenter.

En somme, comme le souligne De Carlo (2003b), ce type de simulation permet un apprentissage théorique fondé sur l'expérience d'une situation de négociation. Il convient d'insister sur le caractère restrictif du rôle et de l'information disponible pour faire le lien avec la réalité. Côté négociation, il est impératif de placer les apprenants dans une situation favorisant la créativité et l'invention, en évitant un cheminement trop linéaire donnant l'impression d'une seule solution possible. Ces simulations sont le cadre idéal pour montrer aux joueurs qu'une situation de conflit reconnue, légitimée, peut servir de base à la compréhension d'une situation problématique, voire à sa résolution.

Afin d'apprécier le fonctionnement de la *plate-forme pédagogique informatisée* et de l'améliorer, nous l'avons présentée à des professionnels engagés dans des négociations *territoriales*. Ces derniers nous ont donné leur avis en soulignant les points en adéquation avec leurs attentes et les problèmes auxquels il faudra remédier pour une meilleure prise en compte de leurs problématiques actuelles.

Premièrement, nous avons rencontré des représentants de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne. Ceux-ci voient en cet outil un élément d'élargissement de la concertation autour de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau : un outil *qui met la connaissance à portée de l'utilisateur, qui fait qu'on parle ensemble*. En ce sens, la *plate-forme* peut être vue comme un liant entre acteurs permettant de sortir de la sphère des spécialistes tout en donnant à l'utilisateur l'occasion d'avoir son mot à dire dans l'appropriation des politiques publiques. Pour répondre aux besoins de l'Agence de l'Eau, la *plate-forme* doit faire face à deux questionnements : *Comment consulter les acteurs ? et comment susciter de l'intérêt pour la consultation ?* En ce sens, elle devra être modifiée : (1) pour permettre aux apprenants de découvrir leur personnage au fur et à mesure, voire de le construire eux-mêmes ; (2) pour mieux prendre en compte les perceptions du territoire et des outils d'*aide à la négociation* (SIG, AMC) ; et (3)

pour faire comprendre aux usagers les mécanismes de décision afin qu'ils puissent se positionner et qu'ils sachent à quel moment intervenir.

Deuxièmement, nous avons rencontré des représentants de l'UNICEM¹⁵⁴ et du groupe Lafarge. Aujourd'hui, les industriels du granulat sont très préoccupés par l'acceptabilité sociale de leurs projets, et notamment par le réflexe NYMBY¹⁵⁵. Si la *plate-forme* a suscité leur intérêt, elle doit toutefois être modifiée pour répondre à leurs attentes de la façon suivante : (1) en donnant plus de poids à l'aspect foncier qui est de toute première importance dans le domaine du granulat ; (2) en donnant aux joueurs tous les éléments de réflexion pour la décision à commencer par discuter si le projet d'implantation doit avoir lieu ou pas ; (3) en remédiant à l'aspect fictif de la situation de départ car dans la réalité, pour des raisons financières, il n'y a généralement pas quatre projets en concurrence¹⁵⁶ ; (4) en dépassant l'approche technique qui semble laisser peu de place à la psychologie, en trouvant un meilleur dosage entre données techniques et négociation ; (5) en modifiant la position de l'exploitant de granulat, qui doit être un acteur à part et qui devrait ne pas donner de classement lors des déclarations ; et (6) en demandant en fin de jeu à chaque joueur : *Qu'est-ce que vous avez appris des autres ?*.

Notre outil de simulation d'un processus de *négociation territoriale* est issu d'un travail d'équipe *multidisciplinaire*. Ce projet, par sa dimension pédagogique, plonge les *acteurs territoriaux* dans le monde de l'industrie minière en leur faisant découvrir les enjeux et les rouages de l'implantation d'une gravière en milieu alluvial. Concrètement, le jeu de simulation proposé est destiné à tous les *acteurs territoriaux* intéressés à s'approprier les nouveaux enjeux liés au *développement durable*, à la *gouvernance* ainsi qu'aux processus de négociation et de conservation qui en découlent. *Mis dans la peau* d'un chasseur, d'un maire ou d'une association de protection de la nature, l'apprenant prend rapidement conscience des différents enjeux à la fois sociaux et environnementaux, des conflits d'intérêt et de position, des divers objectifs et représentations du territoire : bref, il perçoit la complexité que revêt l'implantation d'un tel projet industriel.

Convivial, simple et rapide à mettre en place, la *part jeu de rôles* fait la part belle à la psychologie de la négociation car elle insiste sur les échanges et le dialogue entre joueurs. La *part informatisée* demande davantage de moyens mais permet aux joueurs de manipuler des outils *d'aide à la négociation* et donne accès à un grand nombre d'informations. Il faut néanmoins veiller à ce que les joueurs ne se laissent pas submerger pour le flot important d'informations, ni endiguer par les aspects techniques.

Ce travail est essentiellement orienté vers la prise en compte des différents acteurs de la négociation environnementale afin de favoriser ce que nous pourrions appeler *une négociation plus écologique et une conservation plus humaine*. Dans une logique de *développement durable* et pour respecter les principes de la *gouvernance*, le jeu vise une négociation environnementale devant intégrer les *acteurs faibles*, les *acteurs absents* et la pluralité des *valeurs morales*. Une question importante se rapporte plus particulièrement à la place prépondérante de l'information et de la qualité des échanges entre participants. *Quel est le processus capable d'assurer l'équilibrage des savoirs, la réduction des effets dus aux écarts de perceptions, la prise en compte des différents acteurs ?* La méthodologie proposée

¹⁵⁴ Union Nationale des Industries de Carrières et des Matériaux de Construction

¹⁵⁵ Du NYMBY (Not In My Back-Yard) au PIMBY (Please In My Back-Yard)

¹⁵⁶ En général, il n'y a qu'un seul projet en instance, sauf cas exceptionnel sur des secteurs géographiquement éloignés.

consiste à s'appuyer sur un médiateur, clairement identifié dans le jeu de simulation. Reste à savoir, dans une négociation réelle, *quelle est la place du médiateur et qui peut incarner un rôle de tiers neutre ?* A l'heure actuelle, la médiation environnementale est peu reconnue en France ; certains *acteurs territoriaux* craignent d'être dépossédés de leurs pouvoirs de décision, d'autres redoutent la partialité et le manque de confidentialité. Des enjeux de pouvoirs et de confiance qui barrent la route au médiateur.

- Conclusion générale -

Les problématiques environnementales et territoriales sont maintenant présentes et bien ancrées dans le paysage politique, scientifique et médiatique occidental. Désormais, en ces temps de hausse des prix du baril de brut, de changements climatiques, d'accidents industriels, de pollutions et de pénurie d'eau, la prise de conscience environnementale se généralise et la sensibilisation s'accroît. L'expérience des sens apporte du *vécu* à la prise de conscience pour celui qui a vu, senti, entendu, goûté ou touché les effets de la crise environnementale, que ce soit au niveau global, national, régional ou local. Sur le fleuve Loire, par exemple, le 29 juillet dernier, suite à un orage, ce sont 5 tonnes de poissons morts, flottant le ventre en l'air, qui ont été retirés, entre Andrézieux-Bouthéon et Veauchette, à cause d'une pollution venue du Furan¹⁵⁷. Lors de cet épisode orageux accompagné de pluies torrentielles, cet affluent de la Loire est devenu l'égout de l'agglomération stéphanoise car la quantité d'eaux usées a dépassé la capacité de traitement des stations d'épuration. Le fleuve, qui était alors à son débit d'étiage minimum, n'a pas pu diluer toute la pollution. Dès lors, pêcheurs et protecteurs de la nature s'indignent, donnent l'alerte, mais ne s'entendent pas sur les solutions.

Ainsi, s'il est souvent convenu qu'il est urgent d'agir pour la sauvegarde de l'environnement, des conflits se déclarent lorsque les solutions envisagées divergent. Les problématiques environnementales ont ceci de particulier qu'elles dépendent fortement des acteurs impliqués, des conflits, de l'échelle considérée, du contexte, des connaissances disponibles, des ressources considérées, et qu'elles sont entachées de complexité, d'ambiguïté et d'incertitude. Désormais, la prise de décision en matière environnementale doit assurer la *gestion durable*, la *gestion équilibrée* des écosystèmes, respecter les principes de la *gouvernance* et garantir le bien-être de l'homme.

Ce travail se veut une contribution à l'*aide à la décision environnementale*, appréhendée sous l'angle de la *négociation territoriale locale* dans une logique *multi-acteurs* appliquée au domaine de l'eau, et plus particulièrement à celui des nappes phréatiques. Il s'appuie sur des études spécifiques d'un territoire concret, visant à améliorer la connaissance des eaux souterraines et à produire des *représentations territoriales* validées et complémentaires. Ces représentations, une fois converties en *argumentaires spatiaux* adaptés aux acteurs et au territoire, sont envisagées comme des outils d'*aide à la négociation/médiation territoriale*. La fonction de *médiateur*, polymorphe et plurielle, prend une place centrale en tant que moyen pour mettre à disposition les résultats, les connaissances, les informations et familiariser les acteurs à la manipulation d'outils d'*aide à la négociation*, en s'appuyant par exemple sur un *simulateur de négociation pédagogique*.

Dans cette conclusion, nous reviendrons tout d'abord sur les principaux résultats de ce travail. Ensuite, nous soulignerons leurs limites et proposerons des perspectives d'amélioration. Pour finir, des perspectives scientifiques seront évoquées à travers la notion d'*anthroposystème*.

I. Synthèse

Dans cette partie, nous évoquerons d'abord les fondements théoriques de ce travail à travers les notions de *développement durable*, de *gouvernance*, de *négociation*, de *territoire* et de *représentations*. Ensuite, nous aborderons les apports de chacune des dimensions territoriales étudiées pour la construction de représentations et d'*argumentaires spatiaux*. Pour finir, nous reviendrons sur la composition de l'*argumentation spatiale*, appliquée à

¹⁵⁷ Le Progrès, jeudi 18 août 2005, p43.

l'extraction de granulat, dans un premier temps sur un plan théorique et dans un second temps sur un plan pratique, à travers une expérience de simulation.

1.1. Synthèse théorique

Les notions de *développement durable* et de *gouvernance* sont aujourd'hui incontournables dans les problématiques de prise de décision environnementale. En effet, ces notions tentent de concilier harmonieusement l'économie, la nature et l'homme. Le domaine de l'eau, avec l'idée de *gestion équilibrée*, n'échappe pas à la tentative de conciliation harmonieuse de ce triptyque. Il apparaît, dès lors, que les politiques de l'eau soulignent les besoins existant en termes de connaissances des écosystèmes et des sociosystèmes, pour atteindre cet équilibre harmonieux. Désormais, l'acquisition et le partage de connaissances, l'implication des *acteurs locaux*, les diagnostics *écosystémiques* et *sociosystémiques* sont des points centraux dans la gestion de l'eau.

Dans un contexte territorial, la *négociation* semble être un des moyens adaptés pour répondre aux problématiques de prise de décision environnementale. Elle doit toutefois veiller à ne pas oublier de bien prendre en compte les *acteurs faibles*, les *acteurs absents* et les *valeurs morales*, pour assumer l'entité territoriale dans son ensemble, et finalement respecter la nature et l'homme. Elle peut aussi s'appuyer sur des outils d'*aide à la négociation* pour faciliter la prise de décision. Toutefois, la complexité des situations dans un contexte territorial et la nature parfois hermétique des outils peuvent être un frein au processus de négociation. Dès lors, il est possible de faire appel à la *médiation*, aux fonctions de *médiateur*, comme tiers communicant, facilitateur, modérateur, passeur, expert, *porte-parole*, *porte-voix*.

Un territoire est une entité relationnelle complexe difficile à appréhender en raison de sa nature *pluridimensionnelle*. La négociation doit donc composer avec un *territoire biophysique* et un *territoire humain* en interaction à travers les liens *homme-homme-nature*, ou autrement dit en interaction à travers des *rappports sociaux et patrimoniaux*. Ce type de relations est fortement conditionné par les différentes représentations que se font les acteurs de leur territoire et du *complexe multi-acteurs* dans lesquels ils évoluent. La connaissance et la considération de telles représentations sont des paramètres importants lors du processus de négociation assisté par un médiateur, pour aboutir à une *gestion commune* d'un territoire. Les *représentations territoriales* peuvent donc être utilisées comme outils d'*aide à la négociation/médiation territoriale* sous la forme d'*argumentaires spatiaux*.

Au final, ce travail s'appuie sur une méthodologie *multidisciplinaire* fondée sur une approche *pluridimensionnelle* du territoire incluant une dimension physique, une dimension biologique et une dimension humaine. Cette méthodologie a été testée sur un cas concret, dans la Plaine du Forez, et appliquée à la gestion de l'eau, notamment phréatique, dans un contexte d'exploitation de granulat en milieu alluvial.

L'étude spécifique de chacune de ces dimensions vise donc à produire des *représentations territoriales* validées et complémentaires. Elles doivent être vecteurs de connaissances, d'informations et d'argumentations adaptées aux besoins, aux attentes et aux spécificités du territoire et des acteurs.

1.2. Synthèse des résultats

Les deux premières dimensions correspondent au *territoire biophysique*. Elles permettent de mettre en avant l'*acteur absent* que constitue l'entité nappe phréatique. Des modèles mathématiques d'écoulement souterrain restituent le fonctionnement physique de l'aquifère considéré. Les représentations obtenues, sous forme cartographique, sont issues d'un SIG. Les cartes élaborées illustrent des paramètres intrinsèques de l'aquifère (ex : perméabilité) et des paramètres conditionnés par les écoulements (ex : hauteur mouillée, épaisseur non-saturée, vitesse, sens). Ces cartes permettent aussi de repérer les objets hydrologiques (ex : fleuve, ruisseaux, gravières, remblais) les uns par rapport aux autres, et par rapport à d'autres objets territoriaux (ex : chemins, villages, puits, habitations).

Ces premières représentations appréhendent la ressource en eau souterraine de manière quantitative. Des analyses physico-chimiques et l'étude d'organismes biologiques, tels les invertébrés souterrains et les macrophytes des gravières, fournissent des représentations plus qualitatives de l'aquifère. Associées aux représentations physiques, ces représentations biologiques permettent d'appréhender la nappe phréatique comme un écosystème à part entière. Les cartes établies soulignent les altérations et les modifications anthropiques subies par cet écosystème (ex : pollution agricole, extraction de granulats, remblaiement, endiguement). Elles mettent aussi en avant la forte diversité biologique souterraine du secteur et les paramètres d'importance influençant la répartition de la faune souterraine (ex : teneurs en COD, épaisseur non-saturée, perméabilité). Rappelons au passage l'importance de cette faune qui, associée à des bactéries, assurent l'autoépuration des aquifères. Les macrophytes, quant à eux, montrent la nature eutrophe des bassins de gravière et leur faible diversité végétale, ainsi que la forte minéralisation des eaux phréatiques.

Les cartes représentant la dimension biophysique sont complémentaires. Elles sont des supports d'informations spécifiques qui parfois sont corrélées et donc se renforcent. Ainsi, par exemple, la diversité souterraine semble liée à la teneur en COD, les analyses physico-chimiques (ex : conductivité) confirment les sens d'écoulement calculés par le modèle, les macrophytes présents dans les gravières tendent à souligner le caractère fortement minéralisé de l'aquifère.

L'étude de la dernière dimension correspond au *territoire humain*. A l'aide d'un modèle d'inspiration sociologique – l'*acteur en 4 dimensions* – ce sont cette fois les *rapports sociaux et patrimoniaux* des hommes d'un territoire qui sont explorés. Ce modèle permet une représentation graphique de chacun des acteurs dans un plan *socio-patrimonial* mettant en avant leur relation de *coopération conflictuelle* avec les hommes et leur relation de *cohabitation dominatrice* avec le *territoire biophysique*. Ce modèle fournit, pour chacun des acteurs, leur perception, leur regard, en un mot les représentations qu'ils se font du territoire, de la ressource en eau, du *jeu d'acteurs* et d'eux-mêmes. Une analyse plus fine du discours permet d'illustrer ces représentations à l'aide d'exemples. Ainsi, il apparaît qu'il existe une opposition forte entre *conservateurs du cadre de vie* et *conservateurs de la nature*, confrontant agriculture et associations de protection de la nature ; que les acteurs, s'ils se font facilement une représentation des autres, ne connaissent pas précisément celles qu'ils véhiculent ; que les nappes phréatiques sont des entités sous-considérées ; que la ressource en eau est souvent source de conflits ; et que le fleuve Loire pourrait être un objet créant du lien entre les acteurs. Au final, cette étude souligne la diversité des représentations des acteurs et la nécessité d'en tenir compte lors d'une négociation.

Conclusion générale

Cette étude sociologique nous a aussi permis de circonscrire les besoins des acteurs en termes d'argumentation. L'approche sociale constitue un préalable indispensable pour la construction, la composition d'une *argumentation spatiale* adaptée car il est nécessaire de connaître les préférences, les besoins et les attentes des acteurs afin d'élaborer les arguments les plus pertinents possibles.

Grâce à l'étude du *territoire en 3 dimensions* et de l'*acteur en 4 dimensions*, sur le secteur de l'Ecozone du Forez, nous avons proposé un exemple de composition de l'*argumentation spatiale* dédié à la concertation pour décider ensemble du choix du site d'implantation d'une nouvelle gravière et de la nature de son aménagement. Dans cet exemple, l'*argumentation spatiale* doit permettre de répondre aux questions suivantes : *où, pourquoi, comment implanter, ou ne pas implanter une nouvelle gravière ? comment et pourquoi choisir tel ou tel aménagement ?* De telles actions sont contraintes par des éléments *spatialisables* (ex : localisation, zone inondable, zones protégées). Les représentations issues des 3 dimensions peuvent être mobilisées, selon le cas, sous forme d'*argumentaires spatiaux* pour prodiguer des conseils d'exploitation ou d'aménagement en fonction des acteurs concernés et récepteurs. Dans cet exemple, ces acteurs peuvent être aussi bien l'exploitant de granulat, le médiateur ou les acteurs impliqués.

Afin de valider cette approche et la composition de l'*argumentation spatiale*, un test de simulation de négociation assistée par un médiateur polymorphe et pluriel a été réalisé à l'aide d'une *plate-forme pédagogique informatisée* incluant les données, les résultats, les représentations et les outils issus de l'étude du *territoire en 3 dimensions*, complétés par de nouveaux outils (ex : analyse multi-critères). Ce test reprend comme contexte une négociation visant à l'implantation et à l'aménagement d'une gravière sur le secteur de l'Ecozone du Forez. De plus, il inclut une dimension pédagogique permettant aux apprenants de se familiariser avec la négociation et avec les outils d'*aide à la négociation territoriale*.

Ce test de simulation de négociation, réalisé avec des étudiants interprétant des acteurs (*jeu de rôles*), révèle que les *représentations territoriales* ne sont pas les mêmes pour chaque groupe d'acteurs. Il apparaît que deux démarches s'opposent : une première relevant de l'ingénierie qui vise à bâtir des argumentaires techniques et réglementaires fondés sur des avis d'experts, des études d'impacts pour faire accepter le projet ; la seconde, relevant des acteurs socio-économiques dont les activités vont être influencées par le projet, qui vise à bâtir des argumentaires mettant en avant les impacts et les nuisances liés au projet. Ainsi, selon les acteurs, différentes cartes ont servi d'argumentaire : pour les premiers, ce sont majoritairement des représentations de la dimension physique (ex : impacts hydrodynamiques obtenus par modélisation mathématique) ; pour les seconds, ce sont majoritairement des représentations biologiques et humaines (ex : faune halieutique et cynégétique, biodiversité). Dans les deux cas l'outil SIG a pris une grande place, notamment en début de négociation quand il était question de se repérer sur le territoire.

Pour conclure, l'ensemble de ce travail est dévolu à la prise en compte des différents acteurs de la *négociation territoriale*, que ce soit les *acteurs forts* ou les *acteurs faibles* (dimension humaine), les *acteurs absents* (dimension biophysique) ou les *acteurs de la médiation* (ex : modérateur, expert). Il vise à favoriser une *négociation plus écologique et une conservation plus humaine* en donnant une place importante au partage et à l'échange d'informations, fondés sur des *représentations territoriales* supports de l'*argumentation*

spatiale. Au final, ce travail se veut une contribution pour l'aide à la négociation/médiation territoriale dans le cadre de prise de décision axée sur des problématiques environnementales.

II. Limites et perspectives d'amélioration

Cette partie expose les limites et les perspectives d'amélioration de l'étude des 3 dimensions du territoire, de la composition de l'*argumentation spatiale* et du test de validation. Par souci de simplification, les deux premières dimensions seront groupées pour constituer le territoire biophysique.

II.1. Dimension biophysique

L'étude des dimensions physique et biologique reflète l'aspect biophysique de notre zone de travail. Il s'agit d'une contribution visant à améliorer la connaissance des hydrosystèmes fluviaux essentiellement dans leurs compartiments hypogés aquatiques (et dans une moindre mesure dans leurs compartiments épigés aquatiques), mais qui laisse de côté les écosystèmes superficiels semi-aquatiques et terrestres. Les résultats obtenus avec des modèles mathématiques, des invertébrés souterrains et des macrophytes des gravières sont encourageants. Toutefois, pour aller plus avant, il conviendrait d'augmenter leur fiabilité à plusieurs niveaux :

(1) Réduire l'incertitude des valeurs de perméabilité.

Il apparaît nécessaire d'avoir une meilleure connaissance de l'hétérogénéité des alluvions. En effet, nous disposons de seulement 5 essais de pompage et d'une carte des résistivités pour estimer une variable qui semble d'importance majeure dans la structuration des communautés animales. De plus, l'hétérogénéité de la perméabilité est augmentée par la présence de secteurs remblayés¹⁵⁸.

(2) Améliorer la représentativité des puits échantillonnés au regard de l'aquifère.

Il semble nécessaire de tenir compte des effets locaux induits par la nature des puits et par l'usage qui leur est associé. Par exemple, pour certains puits, il n'a pas été possible de pomper 50 litres d'eau. Il y a donc de fortes probabilités pour que ces puits soient colmatés. Comme l'a montré Dumas (2000), il apparaît que le mode d'exploitation des puits influe sur les paramètres physico-chimiques de l'eau et sur les communautés animales. Les puits constituent en eux-mêmes des habitats particuliers. Ainsi, le gradient de nappe mis en évidence pour le COD pourrait potentiellement refléter simplement des effets locaux.

(3) Déterminer comment les relations espèces-environnement évoluent au cours du temps.

Il s'avère nécessaire d'augmenter le nombre de date d'échantillonnage. En effet, janvier 2003 est le plus haut niveau piézométrique relevé depuis les 3 dernières années. La recharge de l'aquifère et l'infiltration étaient donc importantes. D'autre part, août 2003 est le plus bas niveau piézométrique relevé depuis les 3 dernières années. Même si les paramètres environnementaux et la structure faunistique apparaissent stables dans l'aquifère de l'Ariège (Dumas, 2000) sur une période de 18 mois (3 prélèvements), il n'est pas sûr que tous les aquifères présentent une telle stabilité temporelle. Outre les conditions climatiques relativement extrêmes auxquelles nous avons été confrontés, pour la période d'étude et pour le secteur, il faut aussi tenir compte de variations locales ou de pollutions ponctuelles.

¹⁵⁸ Les remblais semblent aussi avoir un impact sur la qualité de l'eau de l'aquifère. Pour mieux connaître leur impact réel sur la qualité de l'eau, il apparaît nécessaire d'effectuer des analyses physico-chimiques plus complètes incluant notamment les métaux lourds et les composés organiques.

(4) Compléter l'inventaire des macrophytes des gravières.

Du fait de la faible richesse spécifique de la végétation aquatique des gravières, il est envisageable de réaliser un inventaire des invertébrés benthiques qui, s'ils ne sont pas de bons marqueurs de l'eutrophisation, peuvent s'avérer être de bons témoins des phénomènes d'anoxie des fonds, des colmatages et d'évolution de la qualité de l'eau (Carbiener & al., 1990 ; Haury, 1994). Il est aussi potentiellement envisageable d'inventorier la faune hyporhéique du secteur.

En termes d'*argumentation spatiale*, il apparaît que les résultats des modèles apportent une information plus abondante et plus facilement utilisable que les invertébrés souterrains dans le domaine de l'extraction de granulat. L'avantage des représentations physiques est de couvrir l'intégralité du secteur étudié grâce aux calculs permettant l'interpolation maille à maille. Par ailleurs, il aurait été possible d'utiliser des modèles mathématiques aux différences finies à maillage irrégulier (Mimoun, 2004) ou des modèles mathématiques par éléments analytiques (Dauvergne & al., 2003) pour améliorer la finesse des représentations.

Toutefois, il convient de ne pas minimiser l'apport des invertébrés souterrains. Rappelons d'abord que ces animaux ont une importance simplement parce qu'ils existent, ce qui est loin d'être un savoir commun. Ensuite, ils interviennent dans l'autoépuration des aquifères. Pour finir, ils sont potentiellement des indicateurs de la perméabilité des aquifères. Ces points peuvent constituer des amorces pour de futures recherches.

II.2. Dimension humaine

L'étude de la dimension humaine repose sur le modèle de l'*acteur en 4 dimensions* (A4D) qui est un outil de caractérisation des acteurs. La caractérisation des acteurs, ainsi que leurs *empreintes*, proposent une typologie qui tente de mettre en exergue les différences des acteurs. Une telle typologie aurait eu sans doute plus de poids si elle avait considéré un nombre d'acteurs plus important et si elle avait pris en compte des paramètres historiques. Cette caractérisation est aussi fortement dépendante de la façon dont nous nous sommes présentés aux acteurs, donc sujette à un effet de l'enquêteur sur l'enquêté et à un *effet observateur*.

Le point fort de ces résultats est de proposer une catégorisation des acteurs qui permet de mettre en avant des systèmes de valeur différents, importants à considérer dans le cadre d'une négociation. Selon Dodier & Baszanger (1997), il existe trois méthodes de totalisation pour l'ethnologie et donc trois possibilités pour présenter un terrain d'étude selon la manière d'envisager le rapport au temps : (1) le panorama, consistant en une description purement historique des faits et des configurations passées ; (2) la narration, relatant une *aventure* autobiographique et collant de près à l'actualité par le biais de l'observation participante, *j'y étais et j'ai vu* ; et (3) la problématique de questionnement, abolissant pour le besoin de l'étude le rapport au temps et travaillant sur des configurations supposées stables pour permettre une modélisation, *j'y allais avec des questions, comment se sont-elles transformées au fil du terrain ?* Le modèle de l'*acteur en 4 dimensions* résulte de cette dernière car, s'il est fondé sur un travail de recherche bibliographique, il s'est modifié au fil des rencontres avec les acteurs et le territoire, selon un processus constitué d'*aller-retour théorie-terrain*, pour proposer un modèle.

Il semble nécessaire de prendre un peu de recul sur l'étude de la dimension humaine. Un regard critique sur la méthode, les résultats et les considérations précédentes permet de lister un certain nombre de limites du modèle de l'*acteur en 4 dimensions* (A4D) :

(1) *Contraintes générées par le jeu de données et la façon dont celui-ci a été obtenu.*

Ainsi, le panel d'acteurs rencontrés n'est pas forcément représentatif du territoire. D'une part, il est difficile de rencontrer des *acteurs faibles* car leur statut les rend peu visibles et donc peu repérables. D'autre part, l'élargissement du panel conduirait sans doute à l'apparition de nouveaux enjeux, de nouvelles représentations et certains *acteurs absents* pourraient voir leurs enjeux soutenus. Un tel panel ne donne accès qu'à une partie des relations inter-organisationnelles, laissant de côté les relations intra-organisationnelles et inter-individuelles. Selon Bourque & Thuderoz (2002), il est nécessaire de prendre en compte ces trois configurations structurelles pour étudier la négociation.

De plus, cette étude ne se base que sur le discours des acteurs et sur une seule série d'entretiens. D'autres rencontres et l'étude d'un corpus constitué de documents (rapports, site Internet) auraient permis de préciser les résultats, notamment sur la prise en compte des connaissances des acteurs. Par ailleurs il existe un *effet observateur* entre l'enquêteur et l'enquêté, car se présenter comme étudiants de l'Ecole des mines, comme scientifiques, n'est pas neutre. Il est ainsi possible que les acteurs accordent leur discours à notre statut. Par ailleurs, de manière plus personnelle, mon parcours professionnel m'a conduit à m'entretenir avec des acteurs que j'avais déjà côtoyé, dont certains que je connaissais très bien¹⁵⁹, d'autres moins bien ou seulement de réputation. Ainsi, l'expérience personnelle joue sur la façon dont l'entretien va se dérouler.

(2) *Contraintes générées par les indicateurs et la notation.*

Le nombre important d'indicateurs à renseigner pour chaque acteur fait de l'A4D une méthode gourmande en temps. L'élargissement du panel d'acteurs augmenterait considérablement le temps nécessaire à la construction des *empreintes territoriales*. En effet, un seul acteur supplémentaire conduit à s'intéresser à ses relations avec tous les autres, et réciproquement, pour renseigner correctement l'A4D.

Il est aussi difficile de renseigner l'A4D pour des acteurs *multi-casquettes*, ou *multi-appartenance*, cumulant différentes fonctions ou différentes activités. Il est parfois difficile de faire la part entre le discours personnel (avis personnel) de l'acteur et son discours officiel lié à son groupe d'appartenance.

De plus, l'échelle de notation des indicateurs doit être validée. Il est possible d'envisager et de tester d'autres types d'échelle de notation, par exemple des échelles non-linéaires. Il est donc souhaitable de vérifier la pertinence des indicateurs et de la notation auprès des acteurs de terrain. Par ailleurs, il convient de tester le modèle lors de séances de travail avec des acteurs réels pour tester sa pertinence et sa capacité à générer du collectif lors d'une *négociation territoriale*.

(3) *Contraintes générées par le découpage en 4 dimensions.*

Il apparaît, à travers les résultats, que la dimension patrimoniale semble moins bien construite que la dimension sociale. En effet, les dimensions *cohabitation* et *dégradation* s'opposent, ce qui traduit un manque d'indépendance de chacune. Par ailleurs, les dimensions *attaché* et *éloigné* n'ont qu'un poids limité dans l'analyse, ce qui traduit peut-être un problème quant au choix des composantes et des indicateurs.

Les 4 dimensions laissent de côté les questions économiques (financières), les questions organisationnelles (politiques, découpages administratifs, rapports entre institutions) et

¹⁵⁹ On remarque que les deux acteurs présentant les *empreintes* les mieux renseignées sont ceux avec lesquels j'avais travaillé récemment, à savoir les mondes de la protection de la nature et de la chasse.

technologiques. Ceci est le fait d'une orientation de recherche visant à privilégier d'une part une approche qualitative, relative par le biais des représentations des acteurs les uns par rapport aux autres, et d'autre part une approche territoire sous l'angle biophysique.

Le modèle de l'*acteur en 4 dimensions* est construit sur la base d'entretiens individuels visant à connaître les responsabilités des acteurs, leurs projets individuels, leurs liens avec les autres et avec le territoire, et leurs rapports avec la ressource en eau. Les négociations, les projets territoriaux collectifs et l'histoire *socio-patrimoniale* du territoire sont abordés de manière indirecte à travers ce qui transparaît dans le discours des enquêtés.

Pour augmenter la précision des *empreintes territoriales* et l'analyse du *jeu d'acteurs*, une meilleure prise en compte du contexte historique est souhaitable pour connaître les éléments prépondérants qui ont construit la situation actuelle. Une meilleure connaissance des projets territoriaux en cours est indispensable pour repérer les éléments pouvant présider à la construction d'un collectif. Une telle connaissance doit permettre la reconnaissance des points d'achoppement et des conflits, pour favoriser les relations entre acteurs et limiter l'évitement. Une option de recherche future pourrait consister à suivre différentes négociations, attachées à des projets, selon les méthodes d'observation participante. Si ces méthodes, à travers la présence physique du chercheur, peuvent influencer la négociation, y laisser des traces, elles peuvent permettre de mieux cerner les intrigues et les *rapports socio-patrimoniaux*. Ainsi le chercheur, s'il est accepté, pourrait mieux cerner les besoins réels des acteurs lors de négociations, et mieux jauger la pertinence et l'utilité des *représentations territoriales* et de l'*argumentation spatiale*.

II.3. Argumentation spatiale et test de validation

Malgré les limites précédemment exposées, l'étude du *territoire en 3 dimensions* a permis de proposer de nombreux éléments permettant la composition d'une *argumentation spatiale* mobilisable pour une concertation appliquée à l'extraction de granulat. Au-delà de cet exemple, notre méthodologie pourrait être utilisée pour la gestion de site bénéficiant d'un statut de protection (ex : Ecozone du Forez). D'une manière plus générale, il serait aussi possible de l'appliquer à l'*aide à la négociation/médiation* (ex : Agenda 21, SAGE, formation à la négociation).

La composition de l'*argumentation spatiale* telle que nous l'avons proposée, sous forme de *représentations territoriales* cartographiques, soulève quelques points qu'il serait nécessaire d'approfondir :

(1) Adaptabilité de la démarche.

L'adaptabilité de la démarche à d'autres sites suppose l'acquisition d'un volume de données important, ce qui est gourmand en temps de travail. Il est donc essentiel de recenser les données déjà disponibles et d'identifier les données complémentaires à acquérir de manière impérative.

(2) Pertinence de l'argumentation spatiale.

Cette démarche est fondée sur la prise en compte des représentations internes des acteurs visant à construire des représentations communes du territoire, ou représentations externes, lors de processus participatifs. Si ces dernières peuvent être supports d'informations, de dialogues, d'analyses et d'argumentations, il est nécessaire de mieux considérer la façon dont elles peuvent être intégrées à un processus de négociation : ceci afin de s'assurer que ces représentations sont bien issues d'une réflexion collective, acceptées par tous et utiles à l'avancement d'une négociation.

(3) *Choix sémiologique et représentations complémentaires.*

La carte est la représentation essentielle de notre démarche. Les exemples de carte proposés dans ce travail sont construits indépendamment d'une réflexion collective. Il conviendrait donc : d'une part de cerner les représentations essentielles à la progression du processus de négociation, et d'autre part d'adapter les légendes, la sémiologie cartographique en collaboration avec les acteurs impliqués pour répondre à leurs besoins et s'assurer que les cartes sont comprises par tous. Il serait aussi intéressant d'associer aux représentations cartographiques des représentations complémentaires (ex : dessins, films, chorèmes), selon les besoins des acteurs et de la négociation.

Les premières expériences de simulation réalisées avec la *plate-forme pédagogique* pour tester la composition de l'*argumentation spatiale*, ainsi que les rencontres avec des professionnels, nous conduisent à proposer quelques perfectionnements :

(1) *Améliorer le support de la simulation.*

Pour cela, il s'agit de résoudre certains problèmes techniques comme l'enregistrement des fichiers du journal de bord. Il serait aussi intéressant de générer automatiquement la saisie de l'historique des actions et de gérer automatiquement la prise en compte des coûts et des délais pour augmenter le réalisme du jeu. La création d'un forum Internet de discussion permettrait de répondre aux questions des apprenants en temps réel et en dehors des séances de simulation.

(2) *Améliorer le contenu de la simulation.*

Pour donner plus de crédibilité à la simulation, il est possible d'insérer dans la *plate-forme pédagogique* des éléments de la réalité comme des documents audio (ex : entretiens enregistrés), des photos (ex : paysages du secteur), des documents vidéo (ex : entretiens filmés, reportages), des articles de presse, dans l'esprit du CD-Rom La Francilienne (De Carlo, 2003b). Ces documents, et les émotions qu'ils véhiculent, soumis à la subjectivité des apprenants, permettent de recréer une réalité, même si celle-ci est contractée. En effet, en quelques jours de jeu de simulation, les apprenants sont immergés au cœur d'un processus se déroulant sur plusieurs années et entrent dans la peau d'un personnage dont les relations sociales et patrimoniales se sont construites au fil des ans. De plus, il serait intéressant d'intégrer à l'appui théorique, en plus des notions déjà abordées, un support de cours présentant les mécanismes de décision. Un tel support permettrait aux apprenants de mieux comprendre comment se fait, comment se prend une décision, comment ils peuvent intervenir et à quel moment (voies de recours, voies d'expression) et comment ils peuvent se positionner, lors d'une étude d'impact par exemple. Il serait aussi possible de mettre à disposition des apprenants des outils d'*aide à la négociation* supplémentaires selon les besoins.

(3) *Améliorer le déroulement de la simulation.*

Pour favoriser le dialogue, il semble pertinent d'intégrer au moins une table ronde supplémentaire réunissant tous les acteurs en cours de jeu, sans se contenter de la réunion de concertation finale. Pour mieux prendre en compte les perceptions des acteurs, il faudrait réfléchir à un dispositif permettant aux apprenants de changer de rôle en cours de jeu afin qu'ils puissent plus facilement se mettre à la place de l'autre. Toutefois, cette option comporte le danger que les apprenants s'identifient moins à leur personnage et soient donc moins efficaces. Un changement de rôle serait donc potentiellement plus pertinent dans un autre cours de formation. Il conviendrait aussi de réfléchir à des dispositifs permettant une meilleure acceptation des fonctions de médiateur dans une *négociation territoriale*.

(4) Valider la simulation.

La validation de cette *plate-forme* peut passer par une adaptation de son contenu en fonction des besoins : a) du point de vue de l'UNICEM et du groupe Lafarge, en modifiant la place de l'industriel, en ne proposant qu'un seul site d'implantation, en insistant sur le contrôle foncier et sur les problèmes type Nimby ; et b) du point de vue de l'Agence de l'Eau, en insistant sur les perceptions des acteurs et les mécanismes de décisions. Il serait essentiel de mettre en situation de jeu des acteurs réels, impliqués dans les CLE des SAGE par exemple, afin qu'ils valident l'outil de simulation et les *fiches acteurs*.

Au final, notre méthodologie *multidisciplinaire*, abordant le territoire comme une entité *pluridimensionnelle* complexe, pourrait être un *outil d'aide à l'action* visant à faire accepter la *diversité*. La *diversité*, au sens de Micoud (1997), c'est tenir compte des autres, du vivant et de la vie : *je dois prendre en compte que je ne suis pas le seul, pas le premier, je dois prendre en compte aujourd'hui le différent*. Ici, la *diversité* s'oppose à l'uniformisation, elle peut devenir diversifiante, en ce sens que *laisser la vie vivre* est très différent de gérer la nature. Cette notion pourrait ainsi englober *concertation* et *conservation*, pour réunir d'un côté un système économique qui s'étend à la gestion de la nature et de l'autre un mouvement écologique qui s'institue en opposition. Dès lors la métaphore du *partage du gâteau* en négociation peut être utilisée de manière symbolique, non pas pour augmenter la taille d'une ressource physique, mais pour créer de nouvelles valeurs en tant que propriétés émergentes et, pourquoi pas, réunir écologie¹⁶⁰ et économie¹⁶¹ à travers leur racine grecque commune *oikos*.

III. Perspectives scientifiques : l'anthroposystème, un nouveau paradigme de l'évolution ?

Suite aux considérations plutôt techniques présentées précédemment, cette dernière partie propose, en guise d'ouverture plus théorique, une courte réflexion fondée sur l'*hypothèse Gaïa* et la notion d'*anthroposystème*. Désormais homme et nature pourraient faire un, en tant qu'éléments constitutifs d'un *gros animal*.

III.1. La maison Terre : un gros animal ?

Quelle est la place de l'homme sur un territoire ? Quelle est la place de l'homme dans les grands biomes, dans la biosphère ? Quelle est sa place dans la maison Terre ? Si l'on en croit le chimiste de l'atmosphère James Lovelock, elle est mince. A travers l'*hypothèse Gaïa*, Lovelock (1979) décrit la Terre comme « une entité autorégulatrice et autosuffisante, et qui adapte constamment son environnement de façon à entretenir la vie ». En d'autres termes, la biosphère est capable de s'ajuster continuellement elle-même afin de conserver à la Terre sa *santé* en maintenant la vie. La Planète *Gaïa* est donc envisagée comme un *gros animal* possédant des organes dont certains sont davantage indispensables, comme les forêts tropicales et les zones humides, pour lui conserver son intégrité. Autrement dit, « tandis que *Gaïa* est capable de supporter la perte de son *gros orteil*, c'est-à-dire la baleine bleue, elle ne peut se permettre de perdre ses *poumons*, c'est-à-dire les forêts tropicales humides » (Sharper, 1995). Dès lors, la place de l'homme dans la *théorie Gaïa* devient négligeable. La pollution, les ravages causés par le développement industriel et technologique moderne, ne peuvent ainsi s'avérer destructeurs et douloureux que pour notre espèce. Il y a 3,5 milliards d'années, par exemple, les premières bactéries ferro-réductrices, dont l'activité est attestée par la

¹⁶⁰ Sciences de la maison.

¹⁶¹ Administration de la maison.

construction de stromatolithes, ont causé leur propre perte en produisant un déchet qui a progressivement saturé l'eau des océans et l'atmosphère : l'oxygène ! (Mathieu, 1995). Ainsi, la pollution générée par l'homme peut être considérée comme un *déchet organique naturel*. L'homme doit donc se sauver lui-même car, selon Lovelock (1979), si un cataclysme nucléaire serait dommageable pour l'humanité, « il n'affecterait probablement pas *Gaïa* de façon draconienne ». Dans son analyse Scarper (1995), en s'appuyant sur les réactions de la communauté scientifique, confronte l'*hypothèse Gaïa* à la *théorie de l'évolution*. En réalisant l'unification de la biosphère et de l'environnement atmosphérique en un seul système naturel qui s'est créé lui-même, *Gaïa* devient l'unité de base de l'*évolution*. Les néo-darwiniens, qui considèrent que la *chose vivante individuelle* est l'unité de base, critiquent beaucoup cette théorie. Quoi qu'il en soit, la vision *Gaïa* présente l'avantage de mettre en avant les processus de coopération, au contraire de la vision darwiniste classique qui met en exergue la compétition. Dès lors, l'*hypothèse Gaïa* « nous aide à regarder le monde non pas comme une machine cartésienne mécanique, mais plutôt comme une entreprise vitale, coopérative et tissée de relations réciproques, et où l'interdépendance plus que la compétition constitue la marque de la vie [...] au-delà de ses aspects sociaux, économiques et politiques, et ce afin d'y inclure une dimension planétaire fondamentale ».

III.2. Une fusion à prononcer en un souffle : homnature ?

Ces considérations conduisent, comme le propose Frégné (2003) en s'appuyant sur la notion d'*anthropo-écologie*, « à *requalifier* l'homme comme une espèce dans la biosphère, et la nature comme une production essentielle des sociétés humaines ». Il s'agit dès lors de nier le clivage entre *nature biochimique*, caractérisée par les écosystèmes, et *nature anthropisée*, envisagée comme l'environnement. Une telle négation n'est pas simple à dépasser, car elle suppose une approche *multidisciplinaire* devant s'accorder sur des notions polysémiques comme l'environnement et sur différentes approches méthodologiques. A l'échelle territoriale, Muxart (2004) propose d'aborder cette problématique de recherche à partir de la notion d'*anthroposystème* envisagée comme « un système interactif entre deux ensembles constitués par un ou des sociosystèmes, un ou des écosystèmes naturels ou artificiels s'inscrivant dans un espace géographique donné évoluant avec le temps sous l'effet de facteurs externes ou internes au système ».

L'objectif ultime de ces recherches, faisant écho aux propos de Lovelock tout en les nuanciant, s'oriente vers une analyse de la *coévolution* de systèmes naturels et sociaux sur le long terme, en appliquant par exemple la notion de résilience à l'étude des changements sociaux. Ce type de recherche nécessite bien entendu une approche *multidisciplinaire*. Dans un contexte de *gouvernance*, les disciplines investies dans une telle recherche (sociologie, économie, sciences politiques, droit, anthropologie, géographie, écologie) doivent se donner pour objet « l'étude et la compréhension des moyens par lesquels les groupements humains divers prennent collectivement en compte les effets de leurs activités sur l'environnement » (Micoud, 2004). Il s'agit désormais de faire travailler ensemble les acteurs publics de l'environnement et les acteurs ordinaires afin que, de ce partenariat, émerge une démocratisation des choix scientifiques et techniques.

- Bibliographie -

- Abakerli S. (2001) *A critique of development and conservation policies in environmentally sensitive regions in Brazil*. *Geoforum*, 32, 551-565.
- Agence de l'eau rmc (2002) *SAGE mode d'emploi n°2. Premier retour d'expérience en complément du SAGE mode d'emploi édité en mars 1997*. Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Diren Rhône-Alpes, 79p.
- Agences de l'eau (1996) *Extraction de matériaux et protection des milieux aquatiques*. Note technique SDAGE, (1), 30p.
- Agences de l'eau (1999) *Les outils d'évaluation de la qualité des cours d'eau : principes généraux*. Les études des Agences de l'Eau, 72, 11p.
- Agences de l'eau (2000a) *Système d'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau : Rapport de présentation (Version 0)*. Les études des Agences de l'Eau, 77, 27p.
- Agences de l'eau (2000b) *Système d'évaluation de la qualité des cours d'eau : principes généraux (Version 1)*. Les études des Agences de l'Eau, 64, 21p.
- Agences de l'eau (2000c) *Effets de l'extraction des granulats alluvionnaires sur les milieux aquatiques : bilan et alternatives*. Les études des Agences de l'eau, 71, 41p.
- Agences de l'eau (2001) *Système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines : Rapport de présentation*. Agences de l'eau, MATE, BRGM, 48p.
- Agulard-Martin J. (1982) *Modélisation mathématique et simulation des systèmes de l'environnement : dominante eau et végétation : Textes du séminaire, Toulouse mai 1981*, organisé par le Programme interdisciplinaire sur l'environnement. CNRS, Centre régional de publications de Toulouse, 207p.
- Aiken M.W., Martin J.S., Paolillo J.G.P. & Shirani A.I. (1994) *A group decision support system for multilingual groups*. *Information & management*, (26), 3, 155-161.
- Allard P. (1999) *L'évolution de la notion de risque naturel : le cas de la Camargue au 17^e et au 19^e siècle*. In. *L'eau en représentations : gestion des milieux aquatiques et représentations sociales*. GIP Hydrosystèmes, Cemagref, 43-52.
- Allignol F. (1997) *Analyse spatiale et aide à la décision pour la recherche de gisements alluvionnaires : application à la Loire supérieure (42)*. Mémoire de thèse de doctorat, Ecole des Mines de Saint-Etienne, 224p.
- Amoros C. & Bornette G. (1999) *Antagonistic cumulative effects of connectivity : a predictive model based on aquatic vegetation in riverine wetlands*. *Large rivers*, (11), 3, 311-327.
- Amoros C. & Petts G.E. (1993) *Hydrosystèmes fluviaux*. Masson.
- Amoros C., Bornette G. & Henry C.P. (2000) *Environmental auditing : a vegetation-based method for ecological diagnosis of riverine wetlands*. *Environmental Management*, (25), 2, 211-227.
- Andrews K. (2003) *Pelicans, pubs and politics : negotiating a future in lake Eyre basin*. In. *Première biennale internationale de la négociation : la négociation décloisonnée, journée d'échanges et de réflexion, décembre 2003*, organisé par Negocia, Paris.
- Appert F. (1997) *La Loire et ses crues dans la Plaine du Forez : rapport*. FRAPNA Loire, 48p.

Bibliographie

- Armstrong M.P. (1994) *Requirements of the development of GIS-based group decision-support systems (Spatial information)*. Journal of the American Society for Information Science, (45), 9, 669-677.
- Aspe C. (1999) *Introduction*. In. L'eau en représentations : gestion des milieux aquatiques et représentations sociales, GIP Hydrosystèmes, Cemagref, 9-14.
- Atou (1997a) *Ecopôle du Forez, établissement du Plan de Gestion 1997/2001, volet économique : phase 1, diagnostique*. FRAPNA Loire, 87p.
- Atou (1997b) *Ecopôle du Forez, établissement du Plan de Gestion 1997/2001, volet économique : phase 2, stratégies et propositions*. FRAPNA Loire, 87p.
- Bacchi A. (2000) *Les invertébrés aquatiques, indicateurs du fonctionnement de l'écosystème ligérien*. In. Séminaire technique des gestionnaires de la Loire, Orléans 2000.
- Banque Mondiale (1992) *Governance and Development*. Washington D.C.
- Banque mondiale (2001) *Stratégie environnementale de la Banque Mondiale*. [en ligne] <http://worldbank.org/environment> (page consultée en janvier 2002)
- Barouch G. (1989) *La décision en miettes : système de pensée et d'action à l'œuvre dans les milieux naturels*. L'Harmattan. (Collection logiques sociales).
- Barret P. (2003) *Négociation, médiation ou concertation : les nombreuses voies du dialogue territorial*. In. Première biennale internationale de la négociation : la négociation décloisonnée, journée d'échanges et de réflexion, décembre 2003, organisé par Negocia, Paris.
- Barreteau O., Bousquet F. & Attonaty J. M. (2001) *Role-playing games for opening the black box of multi-agent systems : method and lessons of its application to Senegal River Valley irrigated systems*. Journal of Artificial Societies and Social Simulation, (4), 2.
- Beaud M. (1994) *Face à la croissance mortifère : quel développement durable ?* Tiers Monde XXXV, 137, 143p.
- Beck U. (2001) *La société du risque : sur la voie d'une autre modernité*. Aubier.
- Berland J.M. (1998) *Impact sur l'environnement de l'extraction de granulats*. Office International de l'Eau, 17p. (Synthèse rapide).
- Berque A. (1994) *Paysage, milieu, histoire*. In. Cinq propositions pour une théorie du paysage, Champ Vallon, 11-29.
- Bertrand L. & Martel J.M. (2001) *Mise en oeuvre d'une démarche participative multicritère pour la gestion intégrée des forêts publiques*. In. Développement durable : participation, concertation, évaluation et illustration, actes des deuxièmes journées de l'APREMA, Université de Corse. Oberti & Faucheux, 35-36.
- Beuret J.E. & Trehet C. (2001) *Pour la gestion concertée de l'espace rural : appuyer des médiations territoriales*. Courier de l'environnement, 43. [en ligne] <http://www.inra.fr/Internet/Produits/dpenv/beurec43.htm> (page consultée en juin 2005)
- Billaud J.P. (1999) *Gestion de l'eau et formation des sociétés locales*. In. L'eau en représentations : gestion des milieux aquatiques et représentations sociales. GIP Hydrosystèmes, Cemagref, 31-42.

- Blanchet A. & Gotman A. (2000) *L'enquête et ses méthodes : l'entretien*. Nathan Université.
- Boehmer-Christiansen S. (2002) *The geopolitics of sustainable development : bureaucracies and politicians in search of the holy grail*, *Geoforum*, 33, 351-365.
- Bontemps P. & Rotillon G. (1998) *Economie de l'environnement*. La Découverte & Syros.
- Bornette G. & Amoros C. (1991) *Aquatic vegetation and hydrology of a braided river floodplain*. *Journal of Vegetation Science*, 2, 497-512.
- Bornette G. (2003) *Fonctionnement des zones humides fluviales et conséquences pour la gestion et la restauration ?* In. Entre fleuve et tourbière, richesse et enjeux des zones humides, actes des deuxièmes rencontres naturalistes Rhône-Alpe, Feurs, octobre 2003, organisée par la FRAPNA Loire.
- Borraz O. (1998) *Gouverner une ville : Besançon, 1959-1989*. Presses Universitaires de Rennes.
- Bou C. & Rouch R. (1967) *Un nouveau champ de recherche sur la faune aquatique souterraine*. *Compte-rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 265, 369-370.
- Bou C. (1974) *Recherches sur les eaux souterraines : les méthodes de récolte dans les eaux souterraines interstitielles*. *Annales de Spéléologie*, 29, 611-619.
- Bourque R. & Rioux C. (1994) *Tendances récentes de la négociation collective dans l'industrie du papier au Québec*. *Relations industrielles*, (49), 4, 730-749.
- Bourque R. & Thuderoz C. (2002) *Sociologie de la négociation*. La Découverte & Syros.
- Bourque R. (1996) *Négociation raisonnée et démocratie syndicale : acte du 5^e colloque Gérard-Picard, Québec*. [en ligne]
<http://www.csn.qc.ca/GPhtml/GPBourque.html> (page consultée en janvier 2002)
- Boutaud A. (2002) *Le développement durable, entre construction coopérative et appropriation compétitive : une valeur nouvelle issue de la négociation internationale*. Rapport à l'ADEME n°1, 59 p.
- Boutaud A. (2005) *Le développement durable : penser le changement ou changer le pansement ? Bilan et analyse des outils d'évaluation des politiques publiques locales en matière de développement durable en France : de l'émergence d'un changement dans les modes de faire au défi d'un changement dans les modes de penser*. Mémoire de thèse de doctorat, ADEME, Ecole des Mines de Saint-Etienne, 414p.
- Bravard J.P. & Malavoi J.R. (2000) *Les carrières et l'espace de liberté des cours d'eau*. In. *Recréation de zones humides : l'apport de l'écologie des carrières*, colloque international, Paris, 7p.
- Bravard J.P. (1998) *Le temps et l'espace dans les systèmes fluviaux : deux dimensions spécifiques de l'approche géomorphologique*. *Ann. Géo.*, 599, 3-15.
- Breton, Y. (1997) *Bâtir sa communauté : pour un développement global intégré : un cadre et des pistes*. Gatineau : Synergica.
- Brodhag C. (1994) *Pour concilier l'entreprise et l'environnement, il faut adopter une approche systémique*. Ecole des Mines de Saint-Etienne. (*Annales des Mines*).

Bibliographie

- Brossolet C. (1999) *La théorie des jeux*. [en ligne]
<http://www.univ-orleans.fr/DEG/LEO/CRE/ecoindus/session6.html> (page consultée en janvier 2002)
- Brunet R., Ferras R. & They H. (1993) *Les mots de la géographie : dictionnaire critique*. 3^e Edition. La documentation française.
- Cairol D. & Piveteau V. (2001) *Les relations chercheurs-acteurs : place des représentations sociales*. In. Représentations spatiales et développement territorial, dirigé par S. Lardon, P. Maurel & V. Piveteau. Hermès sciences, 57-74.
- Callon M., Lascoumes P. & Barthe Y. (2001) *Agir dans un monde incertain : essai sur la démocratie technique*. Seuil.
- Carbiener R., Trémolières M., Mercier J.L. & Ortscheit A. (1990) *Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream waters (Upper Rhine plain, Alsace)*. *Vegetation*, 86, 71-88.
- Cassen B. (2001) *Le piège de la gouvernance*. *Le Monde Diplomatique*, juin 2001, 28p.
- Castella C. & Amoros C. (1986) *Diagnostic phyto-écologique sur les anciens méandres*. In Recherches interdisciplinaires sur les écosystèmes de la basse-plaine de l'Ain (France) : Potentialités évolutives et gestion. PIREN Rhône, CNRS, Université Lyon I, Université Grenoble, Université Lyon III. Université science et médecine de Grenoble, 97-108.
- Caune J. (1999) *Pour une éthique de la médiation : le sens des pratiques culturelles*. PUG.
- Cavallier, G. (1998) *Défis pour la gouvernance urbaine dans l'Union européenne*, Fondation Européenne pour l'Amélioration des Conditions de Vie et de Travail. Luxembourg : OPOCE.
- Cesame & Géoscope (2003) *Plan de Gestion Ecozone/Ecopôle du Forez 2003-2008 : objectifs et opérations*, document de travail. Comité de Pilotage du 7 février 2003. FRAPNA Loire, 24p.
- Cesame (1996) *Plan de Gestion des milieux naturels Ecopôle / Ecozone du Forez : rapport intermédiaire*. FRAPNA Loire, 145p.
- Cesame (2003) *Plan de gestion, Ecozone/Ecopôle du Forez 2003-2008 : volet milieux naturels et état des lieux*. FRAPNA Loire, 130p.
- Cfeg (1994) *Recherche de matériaux d'emprunt, commune de Chambéon : sablières et entreprises Morillon Corvol, rapport E.178/84*. Morillon Corvol, 22p.
- Charles L. (2001) *Du milieu à l'environnement*. In. L'environnement question sociale. Odile Jacob, 21-28.
- Cirad (1995) *La notion de développement durable*. [en ligne]
<http://www.reds.msh-paris.fr/communication/textes/devdur.html> (page consultée en juin 2004)
- Clark C.W, Munn R.E. (1986) *Sustainable Development of the Biosphere*. Cambridge University Press.
- Clesceri L.S., Greenberg A.E. & Eaton A.D. (1998) *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington : American Public Health Association.

- Cmed (1988) *Notre avenir à tous : rapport Brundtland*. Québec : Fleuve.
- Commission on Global Governance (1995) *Our global neighbourhood*. Oxford University Press.
- Common M. & Perrings C. (1992) *Towards an ecological economics of sustainability*. *Ecological Economics*, 6, 7-34.
- Conan M. (1994) *L'invention des identités perdues*. In. Cinq propositions pour une théorie du paysage. Champ Vallon, 31-49.
- Conway G. & Barbier R. (1990) *After the Green Revolution*. London : Earthscan Publications LTD.
- Cornier T. (1996) *Etude de la dynamique de la végétation de la plaine alluviale de la Loire : essai de caractérisation du fonctionnement écologique des groupements végétaux, département de la Loire et de Saône-et-Loire*. Equipe Pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature, 65p.
- Cornier T. (1997) *Les plantes protégées du lit majeur de la Loire : du département de la Loire à l'estuaire*. Equipe Pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature, 23p.
- Cornier T. (2000) *La végétation, un bon indicateur de qualité*. In. Séminaire technique des gestionnaires de la Loire, Orléans 2000.
- Cornier T. (2002) *La végétation alluviale de la Loire entre le Charolais et l'Anjou : essai de modélisation de l'hydrosystème*. Mémoire de thèse de doctorat, Université Rabelais de Tours, 227p.
- Cresal (1993) *Les raisons de l'action politique : entre expertise et débat*. L'Harmattan.
- Creuzé des Châteliers M. & Poinssart D. (1991) *Caractéristiques des aquifères alluviaux et diversité faunistique du sous-écoulement du Rhône*. *Hydrobiologie*, 3, 201-215.
- Creuzé des Châteliers M., Turquin M.J. & Gibert J. (1991) *Les aquifères : des systèmes biologiques*. *Hydrobiologie*, 3, 163-185.
- Crozier M. & Friedberg E. (1977) *L'acteur et le système*. Seuil.
- Culver D.C., Jones W.K., Fong D.W. & Kane, T.C. (1994) *Organ cave karst basin*. In: *Groundwater ecology*, dirigé par J. Gibert, D.L. Danielopol & A. Stanford. San Diego : Academic Press, 451-473.
- Cutcher-Gershenfeld J. (1994) *Bargaining over how to bargain in labor-management negotiations*. *Negotiation Journal*, (10), 4, 323-335.
- Danielopol D.L. (1989) *Groundwater fauna associated with riverine aquifers*. *Journal of the north american benthological society*, 8, 18-35.
- Danielopol D.L., Pospisil P. & Rouch R. (2000) *Biodiversity in groundwater : a large scale view*. *Trends ecology and evolution*, (15), 6, 223-224.
- Datry T. (2003) *Urbanisation et qualité des nappes phréatiques : réponses des écosystèmes aquatiques souterrains aux pratiques d'infiltration d'eau pluviale*. Mémoire de thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon 1, 220p.

- Datry T., Malard, F. & Gibert, J. (in press) *Response of invertebrate assemblages to increased groundwater recharge rate in a phreatic aquifer*. Journal of the north american benthological society. [in press].
- Dauvergne F., Mimoun D. & Graillet D. (2003) *Comparison between finite different methods and AEM for groundwater of a local aquifer in France (Loire)*. In. Proceeding of the fourth international conference on the analytic element method, novembre 2003, organisé par l'Ecole des Mines de Saint-Etienne.
- De Carlo L. (2003a) *Dispositifs de médiation et facilitation : un regard en termes de dynamiques de groupes*. In. Première biennale internationale de la négociation : la négociation décloisonnée, journée d'échanges et de réflexion, décembre 2003, organisé par Negocia, Paris.
- De Carlo L. (2003b) *Teaching "concertation" : the acceptance of conflicts and the experience of creativity using La Francilienne CD Rom*, Document de recherche. ESSEC, 25p.
- De Singly F. (2001) *L'enquête et ses méthodes : le questionnaire*. Nathan.
- Deffontaines J.P. & Marcelpoil E. (2001) *Le développement territorial : une diversité d'interprétations*. In. Représentations spatiales et développement territorial, dirigé par S. Lardon, P. Maurel & V. Piveteau. Hermès sciences, 39-56.
- Delage D. (1998) *Indicateurs biologiques des eaux souterraines*. Office International de l'Eau, 7p. (Synthèses rapides).
- Delorme F. (1994) *Les changements de la morphodynamique fluviale de la Loire dans la Plaine du Forez entre Montrond-les-Bains et Feurs*. Mémoire de DEA, Université Lyon 3, 121p.
- Descola P. & Palsson G. (1996) *Nature and society : anthropological perspectives*. London : Routledge.
- Descola P. (2001) *Anthropologie de la nature : leçon inaugurale de la Chaire d'anthropologie de la nature*. Collège de France. [en ligne]
http://www.college.de.France.fr/media/anthrop/UPL51939_DescolaR01-02.pdf (page consultée en août 2005)
- Deverre C. (1998) *La place des sciences sociales dans la problématique environnementale*. INRA, 11-30. (Les dossiers de l'environnement, 17).
- Diegues A.C.S. (1992) *Sustainable development and people's participation in wetland ecosystem conservation in Brazil: two comparative studies, grassroots environmental action : people's participation in sustainable development*. New York : Routledge.
- Dodier N. & Baszanger I. (1997) *Totalisation et altérité dans l'enquête ethnographique*. Revue française de sociologie, 38, 37-66.
- Dolédec S., Chessel D. & Gimaret-Carpentier C. (2000) *Niche separation in community analysis : a new method*. Ecology, (10), 81, 2914-2927.
- Donadieu P. (1994) *Pour une conservation inventive du paysage*. In. Cinq propositions pour une théorie du paysage. Champ Vallon, 53-81.
- Donnadieu G. (2002) *La systémique : penser et agir dans la complexité*. Rueil Malmaison : Liaisons.

- Dousset B. (2003) *Bibliothèque, identité et NTIC*. Mémoire de DEA, Ecole Nationale Supérieure Lettres et Sciences Humaines, Lyon, 92p.
- DRIRE Franche-Comté (2004) *Orientations à privilégier en matière de réaménagement de carrière*. [en ligne]
<http://www.franche-comte.drire.gouv.fr/ssol/carrieres/pages/hs/orientations.htm> (page consultée en décembre 2004)
- Drouin J.M. (1991) *L'écologie et son histoire : réinventer la nature*. Flammarion. (Champs).
- Dubar C. (2005) *Le pluralisme en sociologie : fondements, limites, enjeux*. Feuille d'information, 53. Association Française de Sociologie. [En ligne]
<http://www.afs-socio.fr/0lettre.thm> (page consultée en août 2005)
- Duclos P. (1967) *Géologie et minéralisation uranifères de la Plaine tertiaire du Forez*. Mémoire de thèse, Centre à l'Energie Atomique, rapport 3117, Fontenay-aux-Roses, 104p.
- Dufrêne M. (1998) *Description des habitats CORINE*. [en ligne]
<http://mrw.wallonie.be/cgi/dgrne/sibw.habitats.des.pl> (page consultée en janvier 2005)
- Dumas P. & Fontanini G. (2001) *Sampling fauna in aquifers : a comparison of net-sampling and pumping*. Arch. Hydrobiol., (150), 4, 661-676.
- Dumas P. & Lescher-Moutoué F. (2001) *Cyclopid distribution in a agriculturally impacted alluvial aquifer*. Arch. Hydrobiol., (150), 3, 511-528.
- Dumas P. (2000) *Les Crustacés souterrains indicateurs de l'aquifère alluvial de l'Ariège (France, Pyrénées)*. Mémoire de thèse de doctorat, Université de Toulouse, 166p.
- Dumas P., Bou C. & Gibert J. (2001) *Groundwater macrocrustaceans as natural indicators of the Ariège alluvial aquifer*. Internat. Rev. Hydrobiol., (86), 6, 619-633.
- Dupont C. (1986) *La négociation : conduite, théorie, applications*. Dalloz.
- Dussart B. (1969) *Les copépodes des eaux continentales*. Boubée.
- Encem (1987) *Etude de faisabilité de réaménagement de carrière en secteur scientifique et d'observation pédagogique, commune de Chambéon, département Loire*, Rapport T.10.264. Morillon Corvol, 113p.
- Encem (1992) *Demande d'autorisation d'ouverture de carrière, commune de Chambéon, lieux-dits La Pège et Randan*, Rapport 10 42 1698. Morillon Corvol, 175p.
- Encem (1998) *Dossier de demande d'autorisation de renouvellement et d'extension de carrière, communes de Chambéon, Saint-Laurent la Conche, lieux-dits Les Graviers et Au Moriaud : Etude d'impact*, Rapport 10 42 1122. Morillon Corvol, 131p.
- Espace pour Demain (2002) *L'industrie des carrières et le développement durable : un guide pour comprendre et agir*. Johanet.
- European commission (2000) *Sustainable management and quality of water : integrated catchment water modelling*. Fifth framework programme (1998-2002), catalogue of presentations, 14 November, Information Day.

Bibliographie

- Ferreira D., Malard F., Dole-Olivier M.J. & Gibert, J. (in press) *Obligate groundwater fauna of France: diversity patterns and conservation implications*. Biodiversity and conservation. [in press].
- Fisher R. & Ury W. (1983) *Getting to yes : negotiating agreement without giving in*. New York : Pingouin Books.
- Fne (1999) *Investigation sur l'impact des extractions de granulats dans les zones alluviales des cours d'eau*. FNE, MATE, 117p.
- Fouvet A.C. & Bekhtiar R. (1995) *Cartographie de la végétation de l'Ecozone du Forez : rapport*. FRAPNA Loire, 20p.
- Frégné C. (2003) *Questions à l'anthropo-écologie*. Esprit critique, 5. [en ligne] <http://www.espritcritique.org> (page consultée en décembre 2004)
- Friedman R.A. (1994) *Missing ingredients in mutual gains bargaining theory*. Negotiation Journal, (10), 3, 265-280.
- Froger G. (2001) *Gouvernance et développement durable*. Economie écologique. Bâle : Helbing & Lichtenhahn.
- Frontier S. & Pichod-Viale D. (1998) *Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution*. Dunod.
- Fruget J.P. (2003) *Changements environnementaux, dérives écologiques et perspectives de restauration du Rhône français : bilan de 200 ans d'influence anthropiques*. Vertigo, la revue des sciences de l'environnement, (4), 3.
- Fustec E. & Lefeubre J.C. (2000) *Fonctions et valeurs des zones humides*. Dunod.
- Gagnon R., Morin H., Lord D., Krause C., Cloutier S. & Savard G. (2003) *Importance de la recherche forestière en aménagement forestier durable*, mémoire présenté à la Commission d'étude sur la maximisation des retombées économiques de l'exploitation des ressources naturelles dans les régions ressources, Laboratoire Ecologie et physiologie végétale, UQAC, Montréal.
- Gauthier M. (1998) *Participation du public à l'évaluation environnementale : une analyse comparative d'études de cas de médiation environnementale*, Mémoire de thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal.
- Géoscope (2002) *L'Ecopôle du Forez, Plan Pluriannuel d'actions : Phase 1, diagnostic accueil et fréquentation du public*. FRAPNA Loire, 25p.
- Gibert J. & Deharveng L. (2002) *Subterranean ecosystems : a truncated functional biodiversity*. Bioscience, 52, 473-481.
- Gibert J. (1991a) *Vers une vision intégrée des eaux souterraines, résumé et recommandation*. Hydrogéologie (3), 257-263.
- Gibert J. (1991b) *Les écotones souterrains/superficiels : des zones d'échanges entre environnements souterrain et de surface*. Hydrobiologie, 3, 233-240.
- Gibert J., Stanford J.A., Dole-Olivier M.J., & Ward J.V. (1994) *Basic attributes of groundwater ecosystems and prospects for research*. In. Groundwater ecology, dirigé par J. Gibert, D.L. Danielopol & A. Stanford. San Diego : Academic Press, 7-40.

- Gibert, J. (1986) *Ecologie d'un système karstique jurassien : hydrogéologie, dérive animale, transits de matières, dynamique de la population de Niphargus (Crustacé Amphipode)*. Mémoires de Biospéologie, 13, 1-379.
- Gilard O. (1998) *Les bases techniques de la méthode inondabilité*. CEMAGREF.
- Godard O. (1992) *La science économique face à l'environnement : la résilience d'une discipline*. In. Sciences de la nature, sciences de la société. Les passeurs de frontière. CNRS.
- Godard O. (1994) *Le développement durable: paysage intellectuel*. Nature, Sciences, Sociétés (2), 4, 309-324.
- Godard O. (1998) *Le principe de précaution : renégocier les conditions de l'agir en univers controversé*. Nature, sciences et sociétés, (6), 1, 41-45.
- Godet M. (1990) *De l'anticipation à l'action : manuel de prospective et de stratégie*. Dunod.
- Godet M. (2000) *Manuel de prospective stratégique : tome 2, l'art et la méthode*. Dunod.
- Godreau V., Bornette G., Frochot B., Amoros C., Castella E., Oertli B., Chambaud F., Obertli D. & Craney E. (1999) *Biodiversity in the floodplain of Saône : a global approach*. Biodiversity and conservation, 8, 839-864.
- Goffman E. (1974) *Les rites d'interactions*. Minuit.
- Gomez-Pompa A. (1992) *Taming the wilderness myth*. Bioscience, (4), 42.
- Gounot A.M. (1991) *Ecologie microbienne des eaux et sédiments souterrains*. Hydrobiologie, 3, 239-248.
- Graillot D & Paran F. (2002) *Projet ADNT : Aide à la Décision et à la Négociation Territoriale selon les principes de la gouvernance*, CPER : Aide à la Décision Publique et Privée, rapport d'activité année 2. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 111p.
- Graillot D. & Paran F. (2003) *Projet ADNT : Aide à la Décision et à la Négociation Territoriale selon les principes de la gouvernance*, CPER : Aide à la Décision Publique et Privée, rapport d'activité année 3. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 84p.
- Graillot D. & Roche V. (2001) *Projet ADNT : Aide à la Décision et à la Négociation Territoriale selon les principes de la gouvernance*, CPER : Aide à la Décision Publique et Privée, rapport d'activité année 1. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 191p.
- Grand K. (2000) *Carte des unités écologiques de l'Ecozone du Forez*. FRAPNA Loire.
- Hannigan .A. (1995) *Environmental sociology : a social constructionist perspective*. London : Routledge.
- Hardin G. (1968) *The tragedy of the commons*. Science, 162, 1243-1248.
- Hatem F. (1994) *Le concept de développement durable*. Economie Prospective Internationale, 44.
- Haury J. (1994) *Les macrophytes, estimateurs de la qualité des cours d'eau*. In. Les variables biologiques : des indicateurs de l'état de santé des écosystèmes aquatiques, séminaire national, novembre 1994, Paris, organisé par le Ministère de l'environnement. GIP hydrosystème, 153-170.

Bibliographie

- Heckschier C. & Hall L. (1992) *Improving negotiations : two levels of mutual gains intervention*, IRRA 44TH Proceedings, Madison. IRRA, 160-168.
- Henry C.P., Amoros C. & Roset N. (2002) *Restoration ecology of wetlands : a 5-years post-opération survey on the Rhône River, France*. Elsevier Sciences, 12p.
- Hunter L.W. & McKersie R.B. (1992) *Can mutual gains training change labor : management relationship ?* Negotiation Journal, (8), 4, 319- 330.
- Huybens N. (2003) *Communication et environnement : notes de cours*. Montréal : Presses de l'UQAC.
- Iied (1994) *Whose eden ? An overview of community approaches to wildlife management*. London : Russel Press.
- Jay M.N. (1985) *Aménagement et mise en valeur écologique des gravières des bords de Loire de Chambéon - Magneux-haute-Rive*. FRAPNA Loire, 75p.
- Jodelet C. (1991) *Les représentations sociales*. PUF. (Collection Sociologie d'aujourd'hui).
- Johnson D.W. (2003) *Reaching-out : interpersonal effectiveness and self-actualization*. Paris : Allyn & Bacon.
- Jolivet E. & Legrand P. (1998) *L'environnement : objet de recherche et débats de société*. INRA, 5-8. (Les Dossiers de l'environnement, 17).
- Jollivet M. & Pena-Vega A. (2002) *Relier les connaissances, transversalité, interdisciplinarité*. Nature, Sciences et sociétés, (10), 1, 78-95.
- Jones T. (2000) *Mise en œuvre de la directive cadre communautaire dans le domaine de l'eau : note de synthèse, séminaire 1, eau et agriculture*, Bruxelles février 2000. WWF, Commission européenne, TAIEX, 19p.
- Jones T. (2001a) *Promouvoir la gestion intégrée des bassins hydrographiques : éléments pratiques pour la mise en œuvre de la directive cadre communautaire dans le domaine de l'eau*, Bruxelles février 2000. Commission européenne, WWF, 72p.
- Jones T. (2001b) *Mise en œuvre de la directive cadre communautaire dans le domaine de l'eau : séminaire 3, bonnes pratiques dans la planification des bassins hydrographiques*, Bruxelles février 2000. Commission européenne, WWF, TAIEX, 21p.
- Jones T. (2001c) *Mise en œuvre de la directive cadre communautaire dans le domaine de l'eau : séminaire 2, le rôle des zones humides dans la gestion des bassins hydrographiques*, Bruxelles février 2000. Commission européenne WWF, TAIEX, 22p.
- Joseph I., Battegay A. & Fritsch P. (1977) *Disciplines à domicile, les dispositifs de normalisation de la famille*. Recherches, 28.
- Kalaora B. & Charles L. (2000) *Intervention sociologique et développement durable : le cas de la gestion intégrée des zones côtières*. Nature, Sciences et sociétés, (8), 2, 31-38.
- Kalhansky M. & Souchon Y. (1994) *Quelles variables biologiques pour quels objectifs de gestion ?* In. Les variables biologiques : des indicateurs de l'état de santé des écosystèmes aquatiques, séminaire national, novembre 1994, Paris, organisé par le Ministère de l'environnement. GIP hydrosystème, 49-102.

- Kuty O. (1998) *La négociation des valeurs : introduction à la sociologie*. De Boeck.
- Lardon S. & Moquay P. (1999) *Modèles spatiaux pour le développement territorial : synthèse*, séminaire MSDT. INRA, Cemagref, ENGREF.
- Lardon S., Maurel M. & Piveteau V. (2001) *Modèles spatiaux pour le développement territorial : vue d'ensemble d'une démarche en cours*. In. Représentations spatiales et développement territorial, dirigé par S. Lardon, P. Maurel & V. Piveteau. Hermès sciences, 23-35.
- Lassus B. (1994) *L'obligation de l'invention : du paysage aux ambiances successives*. In. Cinq propositions pour une théorie du paysage. Champ Vallon, 83-106.
- Laurans Y. & Dubiens I. (2003) *La négociation de l'implantation de lignes électriques : les bases de la rationalité des parties*. Première biennale internationale de la négociation : la négociation décloisonnée, journée d'échanges et de réflexion, décembre 2003, organisé par Negocia, Paris.
- Laurent F., Kermadi S., Toreau V. & Stein M. (2000) *Représentation spatiale pour une gestion patrimoniale des ressources en eau : application au bassin de la Vègre*. Revue géographique de l'Ouest et des pays de l'Atlantique Nord, 185, 47, 53-62.
- Lax D. & Sébénus J. (1992) *The manager as negotiator : the negotiator's dilemma : creating and claiming value*. In. dispute resolution. 2^e édition. Goldberg, Sander & Rogers, 49-62.
- Le Bot J.M. (2002) *Du développement durable au bien public : essai anthropologique sur l'environnement et l'économie*. L'Harmattan.
- Le Bourhis J.P. (1999) *Le renouvellement des outils de la politique de l'eau (CLE et SAGE) : résultats de pistes de recherche sur la gestion territoriale de l'eau*. In. L'eau en représentations : gestion des milieux aquatiques et représentations sociales. GIP Hydrosystèmes, CEMAGREF, 59-72.
- Le Galès P. (1995) *Du gouvernement des villes à la gouvernance urbaine*. Revue française des sciences politiques, 1, 57-95.
- Le Griel A. (1975) *L'évolution morphologique de la Plaine du Forez au Pliocène et au Quaternaire*. Mémoire de thèse de 3^{ème} cycle, Laboratoire rhodanien de géomorphologie, 268p.
- Le Griel A. (1984) *Géologie et relief de la Plaine du Forez*, In. Paysages et milieux naturels de la Plaine du Forez. Centre d'Etudes Foréziennes, 139-188.
- Le Pimpec P. (2002) *Guide pratique de l'agent préleveur chargé de la police des milieux aquatiques*. CEMAGREF.
- Leprince J.H (1998) *Etude botanique Ecozone de Feurs à Montrond-les-Bains et Bords de Loire de Montrond-les-Bains à Saint-Just Saint-Rambert : rapport*. FRAPNA Loire, 14p.
- Leroy P. (2001) *La sociologie de l'environnement en Europe : évolution, champs d'action et ambivalences*. Nature, Sciences et sociétés, (9), 1, 29-39.
- Lévêque C. & Mounolou J.C. (2001) *Biodiversité, dynamique biologique et conservation*. Dunod.

Bibliographie

- Lévêque C. (1994) *Etat de santé des écosystèmes aquatiques : l'intérêt des variables biologiques*. In. Les variables biologiques : des indicateurs de l'état de santé des écosystèmes aquatiques, séminaire national, novembre 1994, Paris, organisé par le Ministère de l'environnement. GIP hydrosystème, 11-26.
- Lévêque C. (2001) *Ecologie, de l'écosystème à la biosphère*. Dunod.
- Lovelock J.E. (1979) *Gaïa : a new look at life on Earth*. Oxford University Press.
- Malard F., Dole-Olivier M.J., Mathieu J. & Stoch F. (2002) *Sampling manual for the assessment of regional groundwater biodiversity : european project Pascalis, protocols for the assessment and conservation of aquatic life in the subsurface*. Université Lyon 1, 74p.
- Maman L. (1996) *La végétation alluviale, témoins du fonctionnement écologique de la Loire*. La Loire et ses Terroirs, 27.
- Maréchal J.P. (1996) *L'écologie de marché, un mythe dangereux*. Le Monde Diplomatique, Novembre 1996.
- Mathieu R. (1995) *Biologie*. DeBoeck Université.
- Mauclaire L. & Gibert J. (2001) *Environmental determinants of bacterial activity and faunal assemblages in alluvial riverbank aquifers*. Archiv für Hydrobiologie, 152, 469-487.
- Maurel P. (2001) *Les représentations spatiales : concepts de base et éléments de typologie*. In. Représentations spatiales et développement territorial, dirigé par S. Lardon, P. Maurel & V. Piveteau. Hermès sciences, 75-108.
- Mauss M. (2003) *Sociologie et anthropologie*. PUF. 10^e édition.
- Mauz I. (2002) *Gens, cornes et crocs : relations hommes-animaux et conceptions du monde, en Vanoise, au moment de l'arrivée des loups*. Mémoire de thèse de doctorat, ENGREF, 511p.
- Mermet L., Laurans Y., Dubien I. & Emerit A. (2003) *Porteurs de projets et porteurs d'objections : comment évaluer la concertation des projets d'infrastructure ?* In. Première biennale internationale de la négociation : la négociation décloisonnée, journée d'échanges et de réflexion, décembre 2003, organisé par Negocia, Paris.
- Merrien F. (1998) *De la gouvernance et des Etats-providence contemporains*. Revue internationale des sciences sociales, 155.
- Michal P. (1992) *Rapport géologique sur la réalisation d'une carrière sur la commune de Chambéon*. SEMC, Morillon Corvol.
- Micoud A. (1997) *En somme, cultiver tout le vivant ou comment la protection de la biodiversité peut être aussi un moyen pour reconnaître la diversité des cultures humaines*. In. La biodiversité, tout conserver ou tout exploiter ? dirigé par M.H. Parizeau. DeBoeck Université, 137-151.
- Micoud A. (2000) *Entre Loire et Rhône, ou comment des objets naturels peuvent faire du lien*. In. Ce qui nous relie, dirigé par A. Micoud & M. Peroni. Aube, 227-239.
- Micoud A. (2001) *La patrimonialisation, ou comment dire ce qui nous relie : un point de vue sociologique*. In. Analyser le patrimoine, Séminaire de Reims.

- Micoud A. (2004) *Le rôle des institutions et des acteurs dans la gouvernance de l'anthroposystème*, Colloque de prospective de l'INSUE, Division sociétés et environnements, février 2004, Paris.
- Micoud A. (2005) *Une nébuleuse associative au service de l'environnement*. Sciences humaines, 49, 54-59.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Rapport de synthèse de l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (EM) : version provisoire finale destinée à la revue pour impression*. [en ligne]
<http://www.millenniumassessment.org> (page consultée en août 2005)
- Mimoun D. (1999) *Etude des échanges Loire/nappe alluviale à différentes échelles à l'aide d'un SIG et de modèles hydrauliques et hydrodynamiques*. Mémoire de DEA, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 59p.
- Mimoun D. (2001) *Analyse des flux hydrauliques de la nappe sur l'Ecozone du Forez, rapport d'étude de première année de thèse*. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 76p.
- Mimoun D. (2004) *Spatialisation de l'information : une aide à l'analyse hydraulique et paysagère développée lors de la réhabilitation de sites post-industriels, cas des réaménagements des gravières en eau en milieu alluvionnaire*. Mémoire de thèse de doctorat, Ecole des Mines de Saint-Etienne, 362p.
- Mnokin R.H., Peppet S.R. & Tulumello A.S. (2000) *Beyond winning : negotiating to create Value in deals and disputes*. New-York : Belknap Press.
- Moline N. (2003) *Méthodes et outils pour la planification des grandes infrastructures linéaires et leur évaluation environnementale*. Mémoire de thèse de doctorat, Université Jean Monnet, Saint-Etienne.
- Mollard E. & Vargas S. (2003) *Démarrer une négociation au Mexique : stratégies e tactiques des groupes d'intérêts dans un espace peu régulé*. In. Première biennale internationale de la négociation : la négociation décloisonnée, journée d'échanges et de réflexion, décembre 2003, organisé par Negocia, Paris.
- Molles A. (1995) *Vers une psycho-géographie*. In. Encyclopédie de géographie, dirigé par A. Bailly, R. Ferras & D. Pumain. Economica, 159-187.
- Montegut J. (1987) *Le milieu aquatique : tome 1, milieu aquatique et flore*. ACTA.
- Moquay M., Lardon S. & Piveteau V. (2001b) *Grilles d'analyse et de synthèse pour articuler modélisation spatiale et développement territorial*. In. Représentations spatiales et développement territorial, dirigé par S. Lardon, P. Maurel & V. Piveteau. Hermès sciences, 361-386.
- Moquay P., Maurel P., Lardon S. & Piveteau V. (2001a) *Pour un usage raisonné des représentations spatiales : bilan et perspectives*. In. Représentations spatiales et développement territorial, dirigé par S. Lardon, P. Maurel & V. Piveteau. Hermès sciences, 411-437.
- Morge M. (2005) *Système dialectique multi-agents pour l'aide à la concertation*. Mémoire de thèse de doctorat. Ecole des Mines de Saint-Etienne.

Bibliographie

- Morillon Corvol (2001a) *Rapport environnement 1998-2000*. 35p.
- Morillon Corvol (2001b) *Plan environnement entreprise*. 22p.
- Moscovici S. (1961) *La psychanalyse, son image et son public*. PUF.
- Moscovici S. (1989) *Des représentations collectives aux représentations sociales*. In. Les représentations sociales, dirigé par D. Jodelet. PUF, 62-86.
- Mösslacher F. (1998) *Subsurface dwelling crustaceans as indicators of hydrological conditions, oxygen concentration and sediment structure in an alluvial aquifer*. International Review of Hydrobiology, 83, 349-364.
- Mösslacher F. & Notenboom J. (1999) *Groundwater biomonitoring*. In. Biomonitoring of polluted water, dirigé par A. Gerhardt. Zürich : Trans Tech Publications, 119-140.
- Muxart T. (2004) *L'anthroposystème et la zone atelier : nouveaux concepts territorialisés de l'étude des co-évolutions des sociétés avec leurs milieux*. In. Séminaire interdisciplinaire sur le développement durable (SIDD), novembre 2004, Lille.
- Nash R. (1989) *The rights of nature : a history of environmental ethics*. University of Wisconsin Press.
- Neal M. & Bazerman M. (1991) *Cognition and rationality in negotiation*. New York : Free Press.
- Norton B.G. (1991) *Toward unity among environmentalists*. Oxford university Press.
- Oieau (2000) *Les acteurs de l'eau*. [en ligne]
<http://cartel.oieau/guide/acteurs.htm> (page consultée en janvier 2005)
- Oieau (2001) *Guide recommandations pour une meilleure gestion de l'eau entre régions de têtes de bassins et d'aval*. Office International de l'Eau, Junta de Extremadura, CEE, Région Limousin, 64p.
- Oliver R.L., Sundar Balakrishnan P.V. & Barry B. (1994) *Outcome satisfaction in negotiation : a test of expectancy disconfirmation*. Organizational behavior and human decision processes, (60), 2, 252-275.
- Ollagnon H. (1989) *Une approche patrimoniale de la qualité des milieux naturels*. In. Du rural à l'environnement, la question de la nature aujourd'hui. L'Harmattan, 258-268.
- Ollagnon H. (1991) *La restauration des terrains en montagne dans une France décentralisée*. Revue Forestière Française.
- Ollagnon H. (2001) *Stratégies patrimoniales pour un développement durable : cahier n°2*. Ecole doctorale des sciences juridiques, économiques et de gestion, patrimoine, approches croisées.
- Ostrom E. (1990) *Governing the commons : the evolution of institutions for collective actions*. Cambridge University Press.
- Pabich W.J., Valiela I. & Hemond H.F. (2001) *Relationship between DOC concentrations and vadose zone thickness and depth below the water table in ground water of Cape Cod, U.S.A*. Biogeochemistry, 55, 247-268.

- Paran F. & Sébastien L. (2003) *La question de l'eau, des acteurs en 4D sur un territoire en 3D*. In. Entre fleuve et tourbière, richesse et enjeux des zones humides, actes des deuxièmes rencontres naturalistes Rhône-Alpe, Feurs, octobre 2003, organisé par la FRAPNA Loire.
- Paran F. & Sébastien L. (2003a) *Représentations territoriales et argumentaires spatiaux pour l'aide à la négociation*. In. Première biennale internationale de la négociation : la négociation décloisonnée, journée d'échanges et de réflexion, décembre 2003, organisé par Negocia, Paris.
- Paran F., Chapelle M. & Feuvrier P. (1997) *Réserve de Biterne : premier plan de gestion*. Fédération départementale des chasseurs de la Loire, 114p.
- Paran F., Malard F., Mathieu J., Michel Lafont M., Galassi D. & Pierre Marmonier P. (2004) *Distribution of groundwater invertebrates along an environmental gradient in a shallow water-table aquifer*. In. Symposium on World Subterranean Biodiversity, CNRS-UCBL, Villeurbanne, 8, 9, 10 December 2004.
- Paran F., Sébastien L., Batton-Hubert M., Brodhag C. & Graillet D. (2004) *Plate-forme pédagogique d'aide à la négociation pour une intégration sociale et environnementale des gravières sur un territoire*. Société d'Industrie Minérale (SIM), 84p.
- Passet R. (1979) *L'économie et le vivant*. Payot.
- Pearce D. & Markandya A. (1988) *Natural environments and the social rate of discounts*. Project appraisal, (3), 1, 2-12.
- Peffer J.R. (1982) *Fly ash disposal in a limestone quarry*. Ground Water, 20, 267-273.
- Pezzey J. (1992) *Sustainable Development Concepts*. World Bank Environnement.
- Picon B. (1999) *Mythologie et sciences naturelles : le cas de la Camargue*. In. L'eau en représentations : gestion des milieux aquatiques et représentations sociales. GIP Hydrosystèmes, CEMAGREF, 53-58.
- Pnud (1999) *Global public goods : international cooperation in the 21st century*. Oxford University Press.
- Poulson T.L. (1992). *The Mammoth Cave ecosystem*. In. The Natural History of Biospeology, dirigé par A.I. Camacho. Madrid : National Museum of Natural Sciences, 568-611.
- Puech D. (1999) *La prise de conscience du caractère patrimonial de l'eau, origine de nouvelles perspectives de gestion de cet éléments naturel ?* In. L'eau en représentations : gestion des milieux aquatiques et représentations sociales. GIP Hydrosystèmes, CEMAGREF, 73-94.
- Pupin V. (2003) *Les processus de patrimonialisation comme stratégie explicite de prise en charge d'une réalité transappropriative*, document de travail. CRESAL, Université de Saint-Etienne.
- Quivy R. & van Campenhoudt L. (1995) *Manuel de recherche en sciences sociales*. Dunod.
- Raiffa H. (1982) *The art and science of negotiation*. Harvard University Press.
- Ratiu E. (1999) *Différenciation des relations environnementales à l'eau et modèles d'analyse psychologiques*. In. L'eau en représentations : gestion des milieux aquatiques et représentations sociales. GIP Hydrosystèmes, CEMAGREF, 15-29.

Bibliographie

- Rey A. (1998) *Le Robert : dictionnaire historique de la langue française*. Le Robert.
- Reynaud J.D. (1989) *Les règles du jeu : l'action collective et la régulation sociale*. Colin.
- Roche V. (2001) *Impacts de l'incertitude et de l'ambiguïté sur la pratique des SIRS*. Mémoire de thèse de doctorat, Ecole des Mines de Saint-Etienne, Université de Montréal, 355p.
- Roche V. (2002) *Pertinence du couplage système d'information géographique : méthode d'analyse multi-critères, systèmes multi-agents*. Rapport de stage post-doctoral, Université du Québec à Montréal, 169p.
- Roger A. (1994) *Histoire d'une passion théorique ou comment on devient un raboliot du paysage*. In. Cinq propositions pour une théorie du paysage. Champ Vallon, 109-123.
- Ronzon G. (1997) *Etude de la végétation des bords de Loire : rapport*. FRAPNA Loire, 27p.
- Rosenau J. (1995) *Governance in the twenty-first century*. Global Governance, (1), 1, 13-14.
- Rouch, R., Pitzalis A. & Descouens A. (1993) *Effets d'un pompage à gros débit sur le peuplement des Crustacés d'un aquifère karstique*. Annales de Limnologie, 29, 15-29.
- Rouyre C. (2003) *Guide de l'eau : comment moins la polluer ? comment la préserver ?* Seuil.
- Roy B. (1985) *Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision*. Economica. (Collection Gestion).
- Sadler B. & Jacobs P. (1990) *Définir les rapports entre l'évaluation environnementale et le développement durable : la clé de l'avenir*. In. Développement durable et évaluation environnementale : perspectives de planification d'un avenir commun. Ottawa : Conseil canadien de recherche sur l'évaluation environnementale.
- Sandra M. (1991) *Conflits et négociation*. In. Management : aspects humains et organisationnels, dirigé par N. Aubert, J.P. Gruère, J. Jabes, H. Laroche & S. Michel. PUF, 309-310.
- Scet, Raee & Emse (2003) *Assistance technique à la réalisation du projet de territoire durable : Agenda 21 local de Saint-Etienne Métropole*, proposition de mission. SCET, RAEE, EMSE, 43p.
- Scharper S.B. (1995) *L'hypothèse Gaïa et sa portée sur la théologie politique chrétienne de l'environnement*. Religiologique, 11, 325-355.
- Schnitzler A., Eglin I., Robach F. & Trémolières M. (1996) *Reponse of aquatic macrophyte communities to levels of P and N nutrients in an old swamp of the upper Rhine plain (Eastern France)*. Ecologie, (1), 27, 51-61.
- Sébastien L. & Paran F. (2003b) *Une négociation un peu plus écologique + une conservation un peu plus humaine = une gouvernance environnementale mesurée ?* In. Sociologie de l'environnement et du développement durable, actes du Congrès de l'Acfas, CR-23 de l'AISLF, Université de Montréal, Rimouski (Québec), février 2003.
- Sébastien L. & Paran F. (2004) *Acteurs absents et Acteurs faibles*. In. Dictionnaire du développement durable, dirigé par C. Brodhag, F. Breuil, N. Gondran & F. Ossama. ARMINES, AFNOR, 283p.
- Contribution à deux articles du dictionnaire visibles en page 2.
- Simmel G. (1999) *Sociologie : études sur les formes de la socialisation*. PUF.

- Smouts M.C. (1998) *Du bon usage de la gouvernance en relations internationales*. Revue internationale des sciences sociales. UNESCO, 155.
- Sogreah & Aquascope (1996) *Etude géomorphologique de la Loire dans le département de la Loire*, rapport 30 0325 R5. DDE Loire.
- Sogreah (2000) *Plan de prévention des risques naturels prévisibles d'inondation : département Loire, fleuve Loire*, rapport 55 0538. DDE Loire.
- Solagral (1997) *Réforme de l'Etat et nouvelle gouvernance*. Courrier de la planète, 41, juillet-août 1997.
- Solagral (2000) *Gouvernance locale : la scène et les acteurs*. Courrier de la planète, 58, juillet 2000.
- Solily L. (1999) *Le Contrat Territorial d'Exploitation : outil de mise en œuvre d'une politique de terroir ?* Mémoire de DESS, Université Jean Monnet, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 67p.
- Solow R. (1993) *Sustainability : an economist's perspective*. In. Selected readings in environmental economics, dirigé par R. Dorfman & N. Dorfman. New York : Norton.
- Stanford J. (1994) *La négociation : redéfinir le succès, pratique de la Gestion*. Centre Canadien de Gestion.
- Strauss A. (1978) *Negotiations : varieties, contexts, processes, and social order*. San Francisco : Jossey-Bass.
- Tessier P.G. (1997) *La négociation interpersonnelle dans la dimension humaine des organisations*. ENAP. [en ligne]
<http://www.enap.quebec.ca/didactheque/html-fra/outils/informateur/negotiation/nego-modes.htm>
 (page consultée en janvier 2002)
- Thioulouse J., Chessel D., Dolédec S. & Olivier J.M. (1997) *ADE-4 : a multivariate analysis and graphical display software*. Statistics and Computing, 7, 75–83.
- Thomas J.N. (1998) *Systèmes de représentation et stratégies d'acteurs face aux interventions économiques des collectivités locales : une approche méthodologique appliquée à la Région Rhône-Alpes*. Revue de Géographie de Lyon, (2), 3, 161-171.
- Thompson L., Peterson E. & Brodt S.E. (1996) *Team negotiation : an examination of integrative and distributive bargaining*. Journal of personality and social psychology, (70), 1, 66-78.
- Thuillier E., Paran F. & Roche V. (2002) *Les agendas 21 locaux : un difficile passage du savoir à l'action*. Vertigo, la revue en sciences de l'environnement, (3), 3, 13p.
- Tietenberg T.H. (1984) *Environmental and Natural Resources Economics*. Glenview (Illinois) : S. Foresman.
- Touzard H. (2003a) *Médiation et gestion des ressources humaines : un état des lieux des pratiques en France*. In. Première biennale internationale de la négociation : la négociation décloisonnée, journée d'échanges et de réflexion, décembre 2003, organisé par Negocia, Paris.

Bibliographie

- Touzard H. (2003b) *Un paradoxe : le pouvoir est au centre des résistances à la médiation en France*. In. Première biennale internationale de la négociation : la négociation décloisonnée, journée d'échanges et de réflexion, décembre 2003, organisé par Negocia, Paris.
- Trustnet (2000) *Une nouvelle prospective sur la gouvernance des activités à risques : propositions et conclusions du séminaire européen*, organisé par Trustnet.
- Turner K., Pearce D. & Bateman I. (1994) *Environmental economics : an elementary introduction*. New York : Harvester Wheatsheaf.
- Ulmer A. (1997) *Expertise écologique de l'Ecozone du Forez : rapport*. FRAPNA Loire, 41p.
- Ultsch J. (2005) *Etude patrimoniale sur le fleuve Loire : département de la Loire, inventaire des projets naturels et culturels, rapport d'étape*. DDE Loire, SEA, AEEG, Université Jean Monnet, IERP, 51p. [en ligne]
<http://www.loire.equipement.gouv.fr/> (page consulté en août 2005)
- Van den Hove S. (2000) *Approches participatives pour la gouvernance en matière de développement durable : une analyse en termes d'effet*. In. Gouvernance et développement durable, dirigé par S. Faucheux & G. Foger. Helbing & Lichtenhahn.
- Verneaux, J., Galmiche, P., Janier, F., & Monnot, A. (1982) *Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes : un indice biologique de qualité générale (IBG)*. Biologie Animale : Annales Scientifiques de l'Université, Besançon, (4), 3, 11-21.
- Villeneuve C. & Huybens N. (2002) *Les éco-conseillers : promoteurs et acteurs du développement durable*. Vertigo, La revue en sciences de l'environnement, (3), 3.
- Vought L.B.M, Pinay G., Fuglsang A. & Ruffinoni C. (1995) *Structure and function of buffer strips from water quality perspective in agricultural landscapes*. Landscape an urban planning, 31, 323-331.
- Wagner J. (1996) *Foreign language acquisition through interaction : a critical review of research on conversational adjustments*. Journal of Pragmatics, (26), 2, 215-235.
- Walton R.E. & Mckersie R.B. (1965) *A behavioral theory of labor negotiations : an analysis of a social interaction system*. New York : McGraw Hill.
- Warin P. & Labranche S. (2003) *La concertation du public construite par la recherche : une étude rétrospective des productions scientifiques, working paper*, Journée du programme CDE, Marseille, CERAT.
- Wasson J.F. (2001) *Les questions de recherche posées par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau : problématique pour les eaux de surface continentales*. Hydroécologie Appliquée, (13), 1, 1-19.
- Weber J. (1999) *Perspectives de gestion patrimoniale des ressources renouvelables*. In. Quelles politiques foncières pour l'Afrique rurale ? Réconcilier pratiques, légitimité et légalité, dirigé par Karthala. Coopération française, 535- 552.
- Weingart L.R., Hyder E.B. & Prietula M.J. (1996) *Knowledge matters : the effect of tactical descriptions on negotiation behavior and outcome*. Journal of personality and social psychology, (70), 6, 1205-1217.

- Weissenbach J. (2003) *Vivant et information*. In. Qu'est-ce que la diversité de la vie ? dirigé par Y. Michaud. Odile Jacob, 11-31.
- Wisskirchen R., Kisteneich S. & Krause S. (1998) *Analysis of floristical and environmental gradients in the longitudinal profile of the Loire (France)*. Feddes repertorium, 109, 291-312.
- Wotto M. & Waaub J.P. (2003) *Process of limited societal participation in the strategic environmental assessment of transportation planning scenarios in Montreal in a GDSS context: methodological proposal*. African Journal of Environmental Assessment and Management, 5, 92-101.
- Zartman W. (1991) *Common elements in the analysis of the negotiation process*. In. Negotiation. theory and practice, dirigé par W. Breslin & J. Rubin. Cambridge : Harvard School Law.

N° d'ordre : 392 SGE

Frédéric Paran

Thesis title : Territorials representations for an equilibrate management of an ecological and an anthropical patrimonies in water field

Specialities : Sciences and engineering of environment

Key words : territorials representations, spatial argumentation, water resources, negotiation and mediation support, pedagogical simulator, groundwater model, subterranean invertebrate, macrophyte, sociological model.

Abstract :

The aim of this research is to design validated and complementary *territorials representations* (ex : map) as negotiation support for locals territorials projects including numerous actors involved in water resources management projects. Our *multidisciplinary methodology* considers the territory as a *multidimensional entity* (biophysical and human) to facilitate an *equilibrated management* of an ecological and an human patrimony. By studying ecosystem and sociosystem, this methodology reaches a *more ecologic negotiation and a more human conservation of water resources*.

In order to reach a more equitable *environmental negotiation*, it seems important to take into account *weak actors* (contemporary humans under-represented), *absent actors* (future generations and ecosystems) and *morals values* for a decision which respect human and ecosystem. Our methodology was tested in the Forez Plain (Plaine du Forez, Loire (42), France). The study area is located in an agricultural zone near the River Loire. This River is generally considered as one of the last semi-natural large rivers in France, the Forez Plain has been highly modified by human activities including river embankment, intensive agriculture, and in particular gravel extraction. On the study area a nature protect association (FRAPNA Loire) and an industrial gravel-producing (Morillon Corvol) were pioneers in ecological redevelopment of gravel pits.

To put our methodology into practice we worked and focused on the aquifer of *the study case in 3 dimensions* : a physical dimension studied with a finite-difference groundwater flow model ; a biological dimension studied with physico-chemicals analysis of the aquifer, subterranean invertebrates and gravel pit macrophytes ; and an human dimension studied with a sociological model called *the actor in 4 dimensions*. The results of these 3 studies improve the water resources knowledge, especially aquifer knowledge. There are used to obtain validated and complementary *territorials representations* (ex : map build with GIS – Geographic Information System). We improve and complete territory physical representations with biological representations, and vice versa. With the sociological study, we can know which are the *territorials representations* the more adapted for the actors. Finally, these representations are allowed to build a *spatial argumentation* adapted to a specific territory. This *spatial argumentation* is a *territorial negotiation/mediation support tool*.

The outcome of this research consists in a *negotiation support pedagogical simulator* including *role playing* (actors, mediators), *negotiation and mediation support tools* and *territorials representations*. This simulator is used to test the *spatial argumentation* in a context of gravel extraction : the players have to choose together the best place for a gravel pit and the best redevelopment (rehabilitation, re-affectation). This simulation of negotiation proposes to share out the knowledge of this research and to familiarize players with *negotiation support tools* and *multi-actors negotiation processes*. With this simulation we can test the *spatial argumentation*.

N° d'ordre : 392 SGE

Frédéric Paran

Titre de la thèse : Représentations territoriales pour la gestion équilibrée d'un patrimoine écologique et anthropique dans le domaine de l'eau

Spécialité : Sciences et Génie de l'Environnement

Mots clefs : Représentations territoriales, argumentation spatiale, ressource en eau, aide à la négociation et à la médiation territoriale, simulateur pédagogique, modélisation hydraulique, invertébrés souterrains, macrophytes, modélisation sociologique.

Résumé :

L'objectif de ce travail consiste à produire des *représentations territoriales* validées et complémentaires pour faciliter un processus de négociation dans le cadre de projets territoriaux locaux *multi-acteurs* dans le domaine de l'eau. La *méthodologie multidisciplinaire* mise en œuvre permet d'appréhender un territoire en tant qu'entité *pluridimensionnelle* biophysique, afin de faciliter la *gestion équilibrée* d'un patrimoine écologique et anthropique. En d'autres termes, permettre *une négociation plus écologique et une conservation plus humaine* d'un bien commun environnemental, l'eau, en combinant étude des écosystèmes et de sociosystèmes.

La *négociation territoriale* nécessite de considérer de manière attentive des *acteurs faibles*, des *acteurs absents* et des *valeurs morales* pour une décision à la fois respectueuse des hommes et des écosystèmes. La méthodologie proposée est testée sur un site d'application situé dans la Plaine du Forez (Loire, France), secteur rural et agricole en bordure du fleuve Loire, où cohabitent un industriel du granulat et une association de protection de la nature. Ce site, qui a subi de nombreuses modifications et altérations d'origine anthropique (exploitation de granulats, agriculture intensive, endiguement du fleuve, barrage hydroélectrique), fut aussi pionnier en matière d'aménagement à vocation écologique d'anciennes gravières.

L'application proposée se focalise sur la nappe phréatique de la zone et aborde le *territoire en 3 dimensions*. Une dimension physique prise en charge par un modèle mathématique aux différences finies d'écoulement souterrain. Une dimension biologique qui combine analyses physico-chimiques et indicateurs biologiques (invertébrés souterrains et macrophytes des gravières). Une dimension humaine qui est explorée à l'aide d'un modèle d'inspiration sociologique appelé *l'acteur en 4 dimensions*. Les résultats de ces 3 études spécifiques permettent d'une part d'améliorer la connaissance de la ressource en eau du territoire, notamment l'aquifère, et d'autre part d'obtenir des *représentations territoriales* validées et complémentaires (cartes issues de SIG). Il s'agit d'améliorer et de compléter les représentations physiques du territoire à l'aide des représentations biologiques et réciproquement. L'étude sociologique permet de connaître les *représentations territoriales* les plus adaptées en fonction des acteurs. Au final, ces représentations, une fois converties en *argumentaires spatiaux* adaptés, sont mobilisables en tant qu'outils d'*aide à la négociation/médiation territoriales*, par exemple, pour le choix du site d'implantation et l'aménagement d'une gravière en milieu alluvial.

Au final, ce travail a permis de mettre en œuvre une *plate-forme pédagogique informatisée* qui permet de tester l'*argumentation spatiale* et de simuler un processus de négociation en incluant *jeu de rôles* (acteurs, médiateurs), outils d'*aide à la négociation/médiation* et *représentations territoriales*. La négociation simulée vise à choisir l'emplacement et le mode de réhabilitation/réaffectation d'une gravière en milieu alluvial selon un processus participatif. La simulation propose ainsi un partage des connaissances acquises dans ce travail, ainsi qu'un déroulement permettant aux apprenants (joueurs) de se familiariser avec des outils d'*aide à la négociation* et les processus de négociations *multi-acteurs*. Cette simulation a permis de tester les *argumentaires spatiaux* développés dans le cadre de ce travail.