



Programme PIREN-Seine

Rapport de synthèse 2011-2015

Volume 6

“Changement d’échelle Physique et Sociale”

Volume 7

“Cartographie historique”

Direction et secrétariat :
UMR CNRS 7619 Metis
Université P&M Curie
Tour 56, 3e étage, boîte 105
4, place Jussieu
75252 Paris cedex 05



Programme PIREN-Seine

Rapport de synthèse 2011-2015

Volume 6

“Changement d’échelle Physique et Sociale”

Changement d'échelle Physique et Sociale¹

Catherine Carré^{1*}, Nicolas Becu², Amandine De Coninck³, Jean-Paul Haghe⁴, José Deroubaix³, Cyril Pivano⁵, Nicolas Flipo⁶, Céline Lepichon⁷, Jean-Marie Mouchel⁸, Gaëlle Tallec⁷.

¹Institut de géographie, Université Paris 1.

²UMR 7266 LIENSS, CNRS

³Université Paris Est, LEESU

⁴UMR 8586 PRODIG, Université Rouen

⁵Université Paris Est, LVTM.

⁶Ecoles des Mines

⁷UR HBAN, Irstea

⁸UMR Metis

*catherine.carre@univ-paris1.fr

Sommaire général

1	Introduction	1
2	Changement d'échelle sociale, un premier état des lieux.....	3
3	Changement d'échelle sociale et démarche de modélisation d'accompagnement	7
4	Changement d'échelle et conférence de citoyens	44
5	Conclusion	48
6	Remerciements.....	48
7	Références bibliographiques.....	48

1 Introduction

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE 2000/60/CE du 23 octobre 2000) exige la reconquête du bon état écologique des masses d'eau fondée sur des critères biologiques, physico-chimiques et morphologiques. Cette reconquête s'appuie sur un ensemble de structures au niveau national, régional et local, avec des niveaux d'interconnexion et d'intégration divers (Orstom, 1990 ; Wittmer et al., 2006 ; Hewett et al., 2009 ; Volk et al., 2010). Or, on se rend compte aujourd'hui que les pressions et la hiérarchisation des mesures à prendre sont différentes selon les acteurs et les échelles considérés (Carré et al., 2009. La question de la Qualité, Programme PRUNE du PIREN Seine). Les actions peuvent être limitées au cours d'eau ou plus globales et concerner l'ensemble du bassin versant. Typiquement, les petites rivières franciliennes, qui présentent aujourd'hui un fort enjeu de reconquête écologique, relèvent à la fois d'acteurs locaux, du fait du statut non domanial du cours d'eau, mais aussi d'acteurs régionaux. Pour une adéquation des actions à différents niveaux, l'injonction de la DCE à la restauration suppose une maîtrise écologique des milieux aquatiques à différentes échelles et donc une compréhension et la modélisation multi-échelles de ces

¹ En bibliographie, cet article sera cité de la façon suivante :

Carré et al., (2016) – *Changement d'échelle Physique et Sociale. PIREN-Seine, Rapport de synthèse 2011 – 2015.*

systèmes. De même les processus sociaux associés à la perception du milieu apparaissent comme des chaînes de transfert interconnectant des réseaux sociaux à différentes échelles. Historiquement, un dialogue fort s'est mis en place entre le SDAGE Seine et les chercheurs du PIREN Seine ; ce qui a permis de mieux prendre en compte la vision scientifique du bassin de la Seine dans les prises de décision à l'échelle régionale. Aujourd'hui la mise en place des SAGE, d'une dimension beaucoup plus locale implique une compréhension plus fine des processus et différentes échelles de modélisation.

Dans cet axe transversal du programme, nous nous sommes intéressés à la mise en place de méthodologies de changement d'échelle concernant d'une part des processus physiques (hydro-biogéochimiques et écologiques) et d'autre part des processus sociaux. Ce projet d'axe s'est cristallisé autour d'une réflexion menée sur les problèmes rencontrés pour emboîter des modèles les uns dans les autres, autrement dit à faire dialoguer des modèles utilisés à des échelles de temps et d'espace différentes.

Les objectifs étaient d'identifier et comprendre i) les mécanismes de changement d'échelles lorsque l'on passe des modèles régionaux du bassin de la Seine aux modèles plus locaux et inversement et ii) les mécanismes de transfert de la connaissance scientifique à ces deux échelles distinctes de gestion du territoire. Cette analyse interdisciplinaire de la relation homme-territoire tend à mettre en relation des échelles communes de fonctionnement et de gestion d'hydrosystèmes (Figure 1).

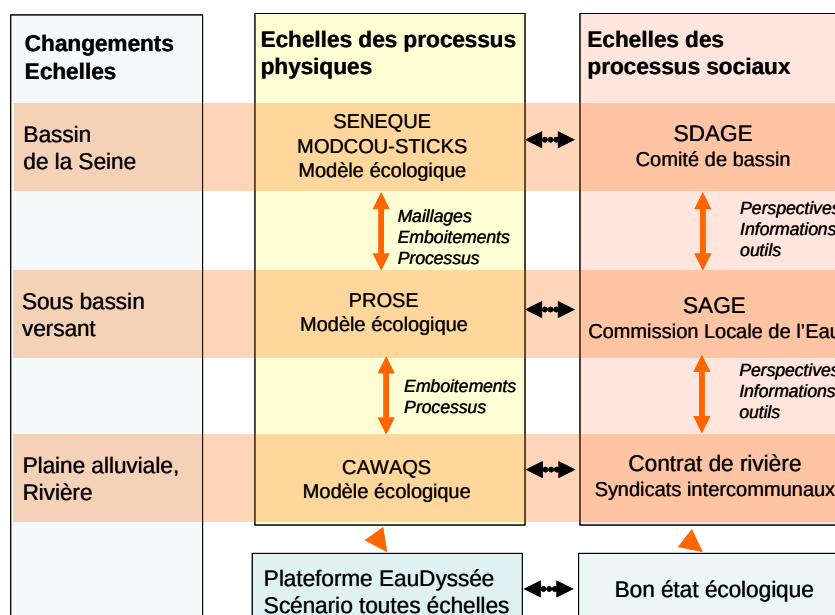


Figure 1. Changements d'échelle et processus emboîtés.

Cependant, la relation homme-territoire est un système complexe composé de sous-systèmes interconnectés avec leur environnement dépassant le strict cadre spatio-temporel. En creusant cette notion de système complexe, plusieurs types d'interfaces apparaissent : des interfaces homme-territoire, observations-modèles, déterminisme-stochastique-logique floue, hydro-biogéochimique-écologique ou encore gestionnaires-chercheurs. Pour exemple, les hydrosystèmes peuvent être vus comme un emboîtement d'interfaces qui introduisent des discontinuités dans des processus physiques décrits historiquement de manière continue par les modèles à base physique. L'idée novatrice de ce thème est que le changement d'échelle peut être géré par emboîtement de modèles autour des interfaces qui sont des objets communs aux différentes échelles, mais décrits de manières différentes.

Si les travaux concernant le changement d'échelle physique et sociale ont été menés parallèlement lors de la

phase 6 du PIREN Seine, l'un répondant à l'autre, l'identification et la compréhension des mécanismes de changement d'échelles physiques se sont fait de manière continue au travers des différents axes du PIREN (e.g. axe 2, 3 et 6). Ainsi, ce rapport mobilise essentiellement les travaux menés sur les problèmes d'ordre opérationnel concernant la continuité écologique.

2 Changement d'échelle sociale, un premier état des lieux

Le départ de ce travail été le constat qu'il existait des conflits et controverses autour de la restauration de la continuité écologique, sur plusieurs petites rivières d'Ile de France. La continuité écologique est préconisée par la DCE, mais les acteurs locaux et les scientifiques sont partagés quant au bien-fondé d'une telle mesure (Barraud, 2010).

Le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau), réunissant les élus locaux, des associations et les représentants de l'Etat, est une structure visant à discuter de la gestion de l'eau et des milieux, et donc à débattre de cette question de la continuité écologique et de la manière de la mettre en œuvre. Cependant les débats dans ce cadre sont parfois assez stériles, et opposent les représentants de l'Etat, favorables à l'arasement et les élus et propriétaires de moulin, défavorables à la suppression des vannages. Les ouvrages sont en effet un élément du patrimoine, du paysage, et peuvent parfois servir à la régulation hydraulique de la rivière (en limitant l'ampleur des débordements en période hivernale ou en permettant le maintien d'une ligne d'eau en période estivale). La conséquence de cette « dispute » est une situation paradoxale dans laquelle sur certains cours d'eau l'Agence de l'eau, bien que disposant d'une capacité à subventionner des travaux (dont le coût peut s'élever à plus de 200 000 euros par réaménagement de seuil), ne trouve pas de maître d'ouvrage décidé à conduire les travaux.

La position des scientifiques eux-mêmes est loin d'être uniforme. Des chercheurs en sciences de l'environnement (ichtyologues, écologues) sont convaincus de la nécessité de restaurer la qualité des cours d'eau en supprimant les ouvrages et les seuils. D'autres (géographes, politistes et hydrologues) refusent que les activités anthropiques soient uniquement considérées comme des dommages à l'environnement.

Pour tenter de structurer cette controverse, comment articuler les connaissances des scientifiques avec celles des acteurs locaux ? Comment instrumenter la concertation pour rendre la controverse sur le rétablissement de la continuité écologique productive ? Quel dispositif de recherche et de concertation peut-on imaginer qui puisse à la fois permettre de suspendre les conflits d'intérêts des acteurs de la rivière et de mettre entre parenthèse les partis-pris scientifiques ?

Ainsi au cours de ce travail trois expériences ont été menées à plusieurs échelles (des riverains de la rivière au SAGE) sur deux territoires du bassin de la Seine, l'Orge-Yvette et les 2 Morins et faisant appel à des méthodes divers. Ce manuscrit livre une première évaluation de ce travail.

2.1 Perceptions et espaces d'intéressement

A l'échelle des petites rivières urbaines d'Île-de-France, l'injonction de la DCE à la restauration du bon état écologique de la rivière – transcrite à l'échelle des bassins versants à travers le SDAGE mais aussi le programme territorial de mesures par masse d'eau (PTDM) - se heurte à un certain nombre de difficultés tant pour la compréhension des mesures imposées que pour leur mise en œuvre (suppression des vannages sur les cours d'eau, restauration des zones humides). Ces difficultés concernent d'abord l'adhésion au modèle de rivière proposé au niveau européen et national (autour de la restauration des cours d'eau et des milieux, les services écologiques rendus) et ensuite leur faisabilité en fonction des contextes locaux (efficacité des passes à poissons, effet de la suppression des ouvrages sur le niveau d'eau, sur les berges). Ces rivières traversent

des paysages aussi bien agricoles que très urbanisés et ont été aménagées et instrumentalisées au service des usages humains depuis plusieurs siècles. Les difficultés d'application du programme de mesure renvoient plus fondamentalement localement à un sentiment d'être dépossédé de la gestion du cours d'eau (comme pour les 2 Morin) sauf si cette gestion est localement déjà engagée dans un mode écologique « DCE compatible » (comme dans le cadre de l'Orge-Yvette).

Si le passage du niveau du grand bassin hydrographique au niveau local (Figure 2) suppose une acceptation par les acteurs locaux qui ne va pas toujours de soi, il suppose aussi que les acteurs puissent se coordonner : or, cette coordination se heurte à de nombreux hiatus. Si le PTDM lui-même segmente les cours d'eau en plusieurs masses d'eau (voir Figure 3 avec l'exemple du bassin des 2 Morin), les cours d'eau non domaniaux, présentent aussi une forte segmentation car la propriété foncière conduit de fait à redécouper les masses d'eau. Leur gestion est alors écartelée entre de nombreux acteurs : celle d'acteurs locaux, du fait du statut non domanial du cours d'eau, mais aussi d'acteurs plus régionaux. La gestion des rivières relève à la fois d'acteurs institutionnels (les communes et leurs groupements pour les compétences en eau potable, en assainissement et rivière, les conseils généraux en charge des espaces naturels sensibles que sont les zones humides, le conseil régional pour le financement comme celui des contrats globaux de rivière, les services de l'État pour les contrôles sur les Installations, Ouvrages, Travaux, et Activités (IOTA), et d'acteurs plus spécifiques de la gestion de l'eau (le comité de bassin et l'agence de l'eau Seine Normandie, la commission locale de l'eau pour les SAGE constitués, la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Energie et de l'Environnement pour les mesures de la qualité des cours d'eau).

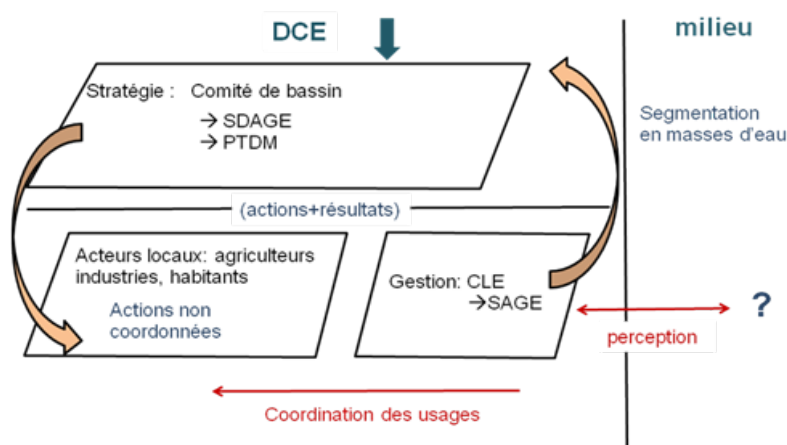


Figure 2. Analyse des coordinations des actions de gestion de l'eau et des milieux dans une approche "bottom up" (usagers / CLE / Comité de bassin).



Figure 3. Les différentes masses d'eaux de surface du bassin des deux Morin pour l'application de la DCE (Source Agence de l'Eau) : R 142 Le Petit Morin de sa source au ru de Bannay (inclus), R 143 Le Petit Morin du confluent du ru de Bannay (exclu) au confluent de la Marne (exclu), R149 Le Grand Morin de sa source au confluent de l'Aubetin (exclu), R150 Le Grand Morin du confluent de l'Aubetin (inclus) au confluent de la Marne (exclu), R151 l'Aubetin de sa source au confluent du Grand Morin (exclu).

Selon les acteurs, le diagnostic des pressions et la hiérarchisation des mesures à prendre sont diverses, en fonction du lieu et du moment du diagnostic (Figure 4). L'échelle d'action envisagée diffère, entre des actions limitées au cours d'eau et une vision plus globale de l'ensemble du bassin versant, incluant des parties du territoire en apparence déconnectées des enjeux de la rivière. De même les mécanismes de transfert des perceptions de l'eau apparaissent comme des chaînes de transfert entre différents réseaux sociaux interconnectés par des mécanismes institutionnels (association de pêche locale relayant les consignes nationales) et/ou par des individus ayant des rôles multiples (comme les élus locaux, souvent agriculteurs en milieu rural, représentant leur commune dans les syndicats de rivière).



Figure 4. Divergence sur le Grand Morin entre l'ensemble des gestionnaires, avec d'une part la volonté des services de l'État et d'autres acteurs nationaux (comme les fédérations de pêche) de rétablir les continuités écologiques de la rivière, en supprimant si possible les ouvrages hydrauliques, et d'autre part les acteurs locaux dont les élus, les syndicats de rivière et certaines associations sur le grand Morin, qui s'opposent à la disparition des ouvrages. Les oppositions s'appuient sur le coût disproportionné des aménagements, au regard des bénéfices attendus et possibles, et sur les atteintes au patrimoine local et aux mesures de gestion des berges et de prévention des inondations. Les acteurs locaux font ressortir l'écart entre la dimension généralisatrice des injonctions des services de l'État et leur connaissance locale des enjeux.

Enfin, le fonctionnement des CLE est problématique. Si certains SAGE sont portés par une volonté politique forte (comme celui de l'Yerres), d'autres SAGE fonctionnent plus par agrégation des actions de syndicats de rivière locaux puissants sans véritable vision commune du bassin versant (Orge-Yvette) ou encore ne parviennent pas à mobiliser l'ensemble des élus des communes du périmètre (2 Morin). Cependant, à supposer que cette mobilisation se fasse, elle ne dit rien d'une possible coordination des actions, chaque type d'acteurs (élus, service de l'Etat, usager) ne connaissant pas bien les pratiques des habitants localement, ni n'osant ou ne souhaitant prendre de décision hors de son champ de compétence.

2.2 Les lieux d'apprentissage.

Le SAGE s'inscrit dans une démarche de participation à une gestion de l'eau qui se veut aujourd'hui construite sur la concertation élus - usagers. Ici, la participation correspond à une procédure d'association du public à la gestion des milieux aquatiques codifiée par le droit et non pas à un processus où la population se trouve impliquée ou bien s'implique dans cette gestion. En reprenant la classification établie par Daré (2010), distinguant comme lieu d'apprentissage les organisations, les communautés de pratiques et les plates formes de porteurs d'enjeux hétérogènes, avec les SAGE nous avons affaire au 3e type, caractérisé précisément par l'hétérogénéité des enjeux autour des 3 collèges composant la Commission Locale de l'Eau (CLE).

Ainsi, le SAGE et la CLE peuvent être considérés comme des lieux d'apprentissage (individuel et collectif) particuliers car il s'agit d'une arène institutionnelle, voulue par la loi dans ses finalités et ses procédures (ex : composition de la CLE, impact de la DCE), en vue d'une gestion collective de la ressource en eau à l'échelle du bassin versant. Le processus d'apprentissage peut avoir comme objectifs : un renforcement des liens sociaux entre les acteurs, une mise en cause des représentations mentales des individus participants. Il suppose pour fonctionner – comme lieu d'apprentissage collectif - la définition au préalable d'un objectif

commun (ou d'un scénario acceptable). Pour créer un espace d'échange, le processus doit mettre en évidence les connaissances tacites des participants. Dans ce qui est appris, il convient de distinguer « ce » que l'on apprend du « comment » on l'apprend, de bien différencier les processus d'apprentissage des résultats. En suivant les retours d'expérience en modélisation d'accompagnement (Daré, 2010), les solutions alors proposées sont à la fois techniques, sociales et organisationnelles. Il reste la question du passage des apprentissages à l'action collective : là encore les retours d'expérience insistent sur la nécessité de s'inscrire dans la réalité des règles institutionnelles préexistantes et de bien tenir compte des dynamiques de pouvoir en place.

3 Changement d'échelle sociale et démarche de modélisation d'accompagnement

3.1 Rôle des connaissances construites par le PIREN-Seine comme objet intermédiaire

Qu'il s'agisse des mesures, des résultats de la modélisation, des simulations (scénario d'évolution d'occupation du sol), les produits du PIREN Seine peuvent avoir une fonction à la fois substantive - comme support d'activité collective, d'échange de connaissance, de construction de sens - et une fonction relationnelle - comme support de communication, de construction de réseau.

3.1.1 Coupler un modèle multi agents à un modèle hydraulique

Si l'on suit la définition première d'un modèle, sous la forme d'un modèle déterministe utilisé dans les sciences de l'environnement, l'acceptation classique du statut du modèle est celle d'une simplification d'une réalité perçue nous aidant à appréhender le monde, en comprendre les mécanismes et en déduire des règles, des inférences, une logique.

Les chercheurs ont proposé aux membres de la commission de l'eau d'utiliser un modèle hydraulique pour simuler le fonctionnement du cours d'eau avec les ouvrages.

Plutôt que de fournir des modèles biophysiques à la société par le biais d'ateliers participatifs, les chercheurs ont dès le départ fait entrer les acteurs locaux dans le choix du modèle, des données, des objectifs et des scénarios pour faire tourner le modèle hydraulique et en déduire les conséquences biophysiques. Ici on travaille sur le Morin avec des objectifs pour le Morin décidés par les acteurs du Morin. On considère que le système Morin est actif, de façon interne, sans besoin d'apport extérieur.

3.1.1.1 Le modèle hydraulique PROSE

Ce modèle a été développé par les chercheurs de l'Ecole des Mines de Paris et est déjà utilisé sur le bassin de la Seine (http://www.sisyphe.upmc.fr/piren/webfm_send/19). Il simule l'hydrodynamique, le transport et le fonctionnement biogéochimique dans un réseau hydrographique. Il prend en compte les nombreuses activités humaines qui s'exercent sur le bassin versant sous forme de rejets ponctuels (rejets urbains, industries) ou d'apports diffus (agriculture, ruissellement). Mais surtout il peut aussi représenter les impacts d'aménagements tels que les dérivations, les seuils ou les effets de la navigation sur le fonctionnement hydraulique de la rivière.

Pour le Morin, les chercheurs ont proposé d'adapter le modèle PROSE pour qu'il puisse calculer les hauteurs d'eau, les vitesses et les débits dans les différents biefs du Morin, en fonction de l'état d'ouverture des différents vannages. La Figure 5 montre la modélisation de chaque bief de la rivière. Les singularités,

ruptures de pente du profil en long, seuils, barrages, ouvrages de répartition, sont des limites de biefs. Chaque bief est découpé en mailles. La maille est un volume élémentaire caractérisé par un profil en travers et une longueur et une hauteur d'eau. A partir des débits des affluents et du débit du cours d'eau tout à l'amont de chaque bief modélisé, PROSE simule des situations hydrauliques permanentes ou transitoires.

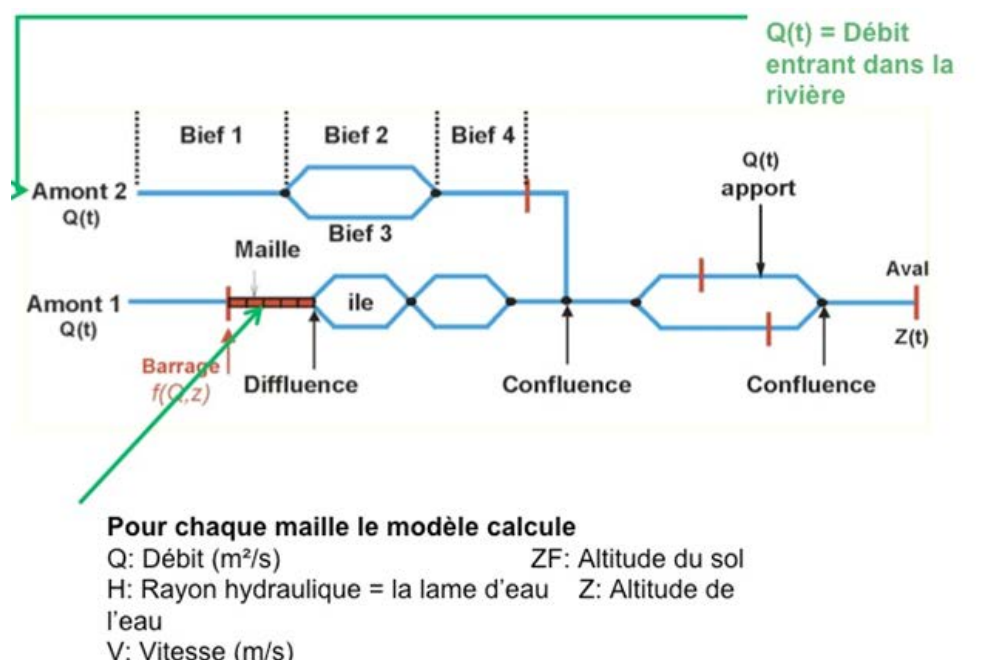


Figure 5 : L'utilisation du modèle PROSE

Tout d'abord, il fallait que les gestionnaires valident cette proposition de modèle hydraulique. Ensuite il fallait qu'ils puissent comprendre le fonctionnement de ce modèle et utiliser les résultats pour décider ensemble de l'avenir des ouvrages. Cela posait évidemment la question de l'égalité de traitement des participants (prise de parole, reconnaissance des intérêts de chacun, participation à la décision). Cela posait aussi la question de la capacité des participants à fournir des données pour alimenter le modèle (pour le fonctionnement des ouvrages, la délimitation des zones inondables et des enjeux), à « faire tourner » le modèle c'est à dire participer aux simulations en fonction de scénarios « heuristiques » (avec des indicateurs de gestion des hauteurs d'eau dans les biefs) et enfin de leur capacité à interpréter collectivement les résultats de sortie (la place donnée alors au résultat pour argumenter la gestion des ouvrages).

3.1.1.2 La modélisation d'accompagnement pour l'appropriation du modèle hydraulique et de ses résultats

Pour obtenir un groupe d'acteurs, représentatifs des intérêts divergents et capables d'échanger entre eux pour décider ensemble, les chercheurs ont eu recours à une autre forme de modélisation : la modélisation d'accompagnement. Il s'agit d'une démarche participative pour le développement durable dont les référents théoriques ont été explicités dans ComMod (<http://www.commod.org>)

En suivant cette démarche, les chercheurs ont présenté à l'ensemble des membres de la commission de gestion de la rivière un dispositif de 7 ateliers sur une année. Ce dispositif a permis lors d'un premier atelier de définir avec tous les participants une question centrale sur la gestion de la rivière dans sa globalité, réunissant les intérêts de chacun.

Puis les quatre ateliers suivants ont aboutis à la formulation d'un référentiel commun d'actions. Chaque participant identifie les acteurs de la rivière (humains et non humains), détermine en quoi la rivière et les zones humides sont une ressource, établit le fonctionnement de la rivière comme système physique (indépendamment des usages et des gestions humaines) pour finalement déterminer les interactions entre les acteurs. La Figure 6 montre le schéma conceptuel des interactions, où chaque acteur est positionné selon la façon dont il agit sur les ressources (les modifie ou les transforme) et avec les autres acteurs. Le schéma est construit par l'ensemble des participants. L'exercice se déroule selon le principe du tour de table. A tour de rôle, chacun propose une flèche allant d'un acteur vers une ressource ou d'un acteur vers un autre acteur et un verbe décrivant le type d'action de la flèche. La proposition doit être justifiée oralement et les conditions dans lesquelles l'action est réalisée sont explicitées. La proposition pour être retenue doit être validée par le groupe. Le référentiel commun ainsi construit est appelé « système multi agents » du bassin versant du Morin. Il permet de donner le cadre d'interprétation des interactions que le modèle hydraulique PROSE peut simuler ou non, en expliquant l'intérêt des résultats pour chaque participant.

A la fin de ces ateliers, les participants proposent des indicateurs et des scénarios pour faire tourner le modèle hydraulique.

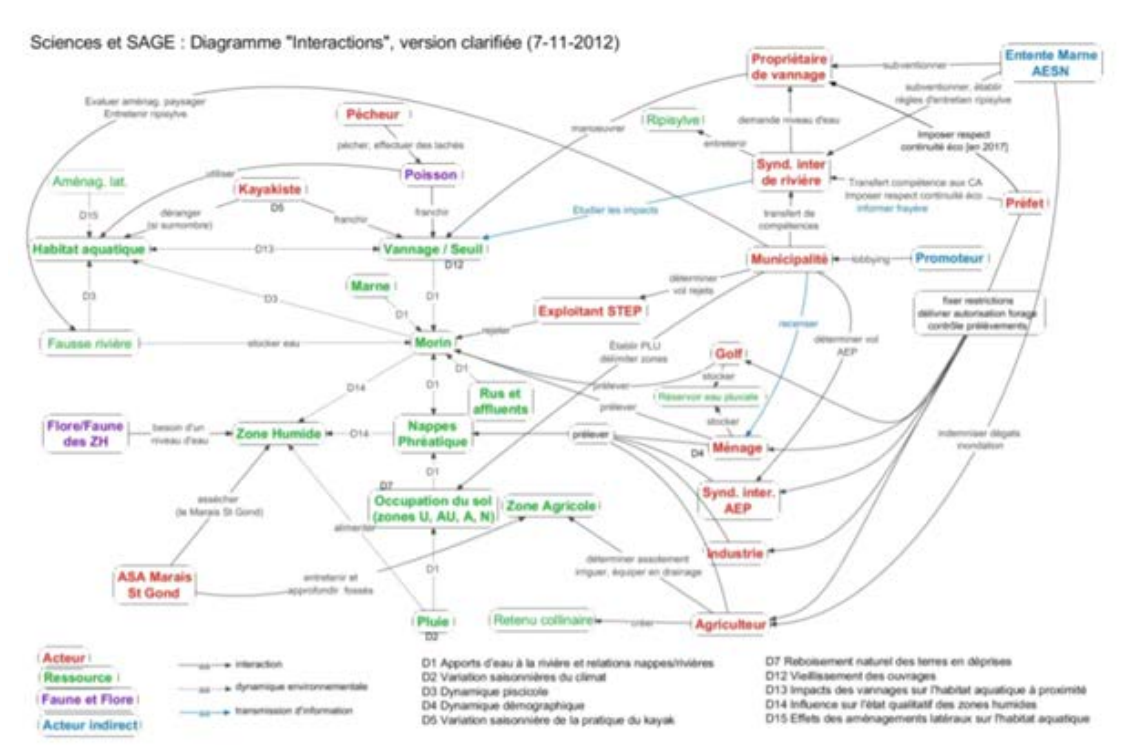


Figure 6. Le schéma conceptuel issu du processus ARDI

L'utilisation collective de PROSE est permise par la construction d'une plateforme interactive où les principaux acteurs retenus dans le système multi agents par les participants gèrent les ouvrages et les niveaux d'eau dans la rivière selon les indicateurs et les scénarios proposés. Chaque participant peut successivement jouer le rôle des principaux acteurs de la rivière lors des deux ateliers restants.

Avec la modélisation d'accompagnement, la notion de modèle scientifique prend une nouvelle acception, celle d'une représentation du réel, socialement construite, que nous mobilisons tel un miroir dans une logique réflexive, pour nous interroger sur les conséquences de nos actions sur les autres et sur notre environnement (Bousquet 2004). Les acteurs même du système étudié sont invités à participer à la construction du modèle

multi-agents, représentation partagée, servant d'objet intermédiaire dans le processus délibératif.

3.1.2 Conditions de partage des modèles entre chercheurs et gestionnaires

L'analyse de la littérature scientifique sur l'utilisation des modèles par des personnes autres que les chercheurs révèle que les modèles sont encore peu utilisés comme outil d'aide à la décision, et ce d'autant plus qu'il s'agit de modèles déterministes ou qu'ils s'appliquent à la gestion environnementale (Riousset, 2012, Uthes, 2009). Un certain nombre d'articles précise les raisons pour lesquelles ces modèles sont peu utilisés et proposent des règles pour améliorer leur utilisation conjointe, par les gestionnaires et par les chercheurs.

3.1.2.1 Les explications avancées par les chercheurs d'une faible utilisation des modèles scientifiques

Les chercheurs mettent en relation la difficulté d'utiliser des modèles avec la nature même d'un modèle et la capacité des gestionnaires à l'utiliser, cette difficulté augmentant avec la complexité et le nombre de variables mobilisées.

La difficulté d'utilisation d'un modèle renvoie ensuite aux "institutional capacities and constraints" des utilisateurs (Turnpenny, 2008), en fonction des différences de cultures professionnelles des participants, des contraintes budgétaires et politiques (comme le temps des mandats des élus). Radaelli (2004) insiste sur cette dimension institutionnelle « with the bureaucratic context, the integration of the procedure into the rules of procedures and processes, and the dominant legal culture ».

Une deuxième difficulté est d'ordre territorial et renvoie cette fois-ci à la capacité des chercheurs et de la modélisation à prendre en compte le fonctionnement physique du milieu mais aussi les relations que les acteurs locaux ont avec ce milieu et leurs propres compréhensions du fonctionnement du milieu. « When hydrological models are used in support of water management decisions, stakeholders often contest these models because they perceive certain aspects to be inadequately addressed. A strongly contested model may be abandoned completely, even when stakeholders could potentially agree on the validity of part of the information it can produce. The development of a new model is costly, and the results may be contested again. » (Bost, 2011)

L'appréciation du contexte, des échelles d'analyse, de la légitimité des acteurs, et la capacité à obtenir une représentation partagée de ce contexte sont largement soulignées dans la littérature (Radaelli, 2004).

Un dernier type d'explication concerne la capacité des modèles à répondre aux attentes des utilisateurs : Riousset (2012) « Scientific variables, related to the modelling process itself, may play a role as much important as the variables related to the policy process. Problem framing, temporal and spatial scales, disciplinary approaches, assumptions, format of results and presentation of uncertainties are critical choices in the design of models, on which both researchers and policy-makers may have diverging opinions and which play an important role both for the scientific and the policy objectives. ».

3.1.2.2 L'existence de règles pour améliorer l'usage des modèles scientifiques dans un processus participatif

Certains articles sont alors incontournables parce qu'ils formulent des recommandations d'une part pour améliorer les apports réciproques des utilisateurs et des modélisateurs mais aussi précisément pour obtenir une co construction du modèle. « We consider how existing hydrological models can be used in a policy process so as to benefit from both hydrological knowledge and the perspectives and local knowledge of stakeholders. We define a code of conduct as a set of "rules of the game". We propose general rules for

agenda management and information sharing, and more specific rules for model use and option development. » (Bost et al., 2011).

En s'appuyant sur les règles de la modélisation dans un processus participatif proposés par ces auteurs, nous avons retenu trois grandes catégories de règles: Information-transparency rules that regulate the development of a shared information set, Model-transparency rules that regulate the communication about models and model output, Measure-proposal rules that regulate how participants can put forward measures to resolve the policy issue.

Les règles pour une information transparente concernent la pertinence des données au regard de la décision collective à prendre, leur disponibilité ou non, l'incertitude autour de la donnée, l'identification d'une personne ressource pour compléter l'information.

La deuxième règle, Model-transparency rule, insiste sur l'identification du phénomène à utiliser par le modèle, la capacité du modèle à le traiter, le fonctionnement du modèle (sa structure, les paramètres), les informations produites (et leurs limites), la mise en relation des résultats avec les informations nécessaires pour prendre des décisions, ce que le modèle ne traite pas mais qui pourrait être traité par un autre modèle, l'identification des responsabilités collectives entre le producteur du modèle et les utilisateurs.

Le troisième ensemble de règles, Measure-proposal rules, rappelle que les sorties du modèle sont à analyser d'abord sous l'angle des options possibles de résultats, que les scénarios doivent permettre de proposer des effets possibles. Elles précisent ensuite que les résultats sont à étudier collectivement pour apprécier leur faisabilité et leur intérêt. Enfin les résultats sont mis en perspective avec le modèle et son utilisation postérieure.

3.1.3 Règles pour l'utilisation conjointe d'un modèle hydraulique

A la suite de la présentation du projet aux membres de la commission de la rivière en 2011, ceux-ci ont accepté qu'un groupe représentatif des intérêts de la rivière s'associe aux chercheurs pour utiliser avec eux un modèle hydraulique. Dans le groupe Science et SAGE sur le territoire du Morin, les chercheurs et les acteurs locaux sont représentés à part égale (voir le Tableau 1). L'agence de l'eau ne participe donc pas, même si elle constitue un des acteurs principaux de la simulation : son rôle de financeur des travaux (dont la suppression des vannages) sera joué par chacun des participants à tour de rôle.

Le choix des participants locaux reflète les enjeux principaux de la rivière : les propriétaires de moulin, l'importance de l'agriculture et de l'urbanisation comme facteurs impactant le fonctionnement de la rivière, les types de loisirs principalement pratiqués sur la rivière (pêche et canoë kayak), la présence à côté des élus des représentants locaux des services de l'Etat, pour l'aménagement et pour l'environnement.

De leur côté, les chercheurs ont veillé à ce que toutes les disciplines susceptibles d'être interrogées sur le fonctionnement de la rivière et du modèle soient bien présentes dans les ateliers et dans l'utilisation de la plateforme informatique interactive.

Tableau 1. Le collectif Sciences et SAGE

Chercheurs	Membres de la CLE
1 Hydrologue	1 Maire adjoint d'une commune du Grand Morin
2 Biogéochimiste	2 Maire adjoint d'une commune du Grand Morin
3 Biogéochimiste	3 Maire d'une commune du Grand Morin
4 Géographe	4 Représentant d'une association de pêche
5 Géographe	5 Représentant d'une association de Canoe Kayak
6 Sciences politiques	6 Représentant d'une association de protection des zones humides
7 Informaticien modélisation	7 Représentant d'une association de propriétaires de moulin
8 Ichtyologue	8 Service de l'Etat gestion territoriale
9 Agronome	9 Service de l'Etat protection de l'environnement
10 Sociologue	10 Représentant des agriculteurs

Toutes les règles de fonctionnement des ateliers sont présentées et validées par les participants au début du processus. Ces règles reprennent les principes des règles présentées dans le paragraphe 2 autour du partage de l'information, de la transparence du modèle et des résultats de la modélisation.

3.1.3.1 L'établissement d'un processus d'échanges d'information

Le processus d'échange repose sur un dispositif d'encadrement appliquant des règles de fonctionnement. L'encadrement est structuré autour de deux fonctions : une fonction d'animation et de facilitation, et une fonction d'observation.

En application de la démarche ComMod (« Companion Modeling » ou modélisation d'accompagnement), un animateur dirige les ateliers et rédige un cahier de bord et les comptes rendus des ateliers. Son rôle de facilitateur vise à garantir la cohésion du groupe, quels que soient les rapports de domination entre les acteurs et les conflits possibles. En effet ces antagonismes au sein de la commission aboutissent à bloquer les échanges, chacun campant sur ses positions : les élus sont opposés à toute modification de leur façon de gérer les ouvrages au nom de la protection contre les inondations ; il existe un conflit d'intérêt entre les pêcheurs favorables à la suppression des ouvrages et les kayakistes désireux de maintenir les chutes d'eau et un niveau d'eau minimal toute l'année ; quant aux services de l'Etat, ils sont *a priori* favorables à l'arasement des ouvrages et s'interdisent de penser la gestion de la rivière autrement qu'en termes de restauration écologique. La facilitation des échanges est obtenue en assurant la diversité des points de vue, en garantissant la prise de parole de tous les acteurs lors des tours de table et la considération de leur propos par tous les participants.

Le modèle hydraulique est choisi lors du premier atelier en fonction de la question décidée collectivement par les chercheurs et les gestionnaires. Lors de ce premier atelier de travail en novembre 2011, les acteurs ont tranché entre les différentes controverses de gestion de la rivière. Plutôt que d'axer la question sur des aspects qualitatifs de la ressource et des milieux, les gestionnaires de la rivière ont privilégié la dimension quantitative. Les niveaux d'eau des Morin suscitent une controverse au sein de la commission parce que la restauration du bon état conduit à l'arasement possible d'ouvrages emblématiques des rivières sans que l'on ait une idée précise du résultat obtenu. La question collective retenue est alors : « Qu'est ce qui explique les variations des niveaux d'eau actuels et futurs des Morin et comment les réguler pour répondre aux enjeux d'inondation, d'assecs, d'usages récréatifs liés à l'eau, et de continuité écologique ? ».

La facilitation des échanges est enfin permise par la discussion des résultats attendus de la démarche. Pour les gestionnaires, il s'agit de voir comment les résultats de la simulation de la gestion collective des ouvrages grâce au modèle hydraulique peuvent être utilisés pour décider des choix de gestion future du Morin. Pour les scientifiques, ils espèrent de retombées opérationnelles de leur modèle.

Deux observateurs extérieurs ont aussi suivi tout le processus des ateliers afin de garantir que ces règles étaient bien respectées. Ces observateurs ont également noté et analysé les échanges qui ont eu lieu entre les participants. Un second volet de l'observation concernait les positions des participants, acteurs locaux et chercheurs, et leur évolution. Des entretiens individuels ont été menés avant et après l'ensemble des ateliers.

L'analyse des entretiens doit permettre de dire ce que produit l'interaction entre les scientifiques et les chercheurs, ce que la modélisation d'accompagnement appliquée à la co construction du modèle hydraulique apporte par rapport à d'autres modes de gestion participative.

En analysant les propos de chaque participant, tant lors des entretiens individuels, que dans les ateliers, les observateurs analysent comment les connaissances scientifiques sont utilisées ou non par les acteurs locaux, comment les scientifiques les mobilisent dans leurs échanges avec les gestionnaires, comment les connaissances scientifiques peuvent modifier la décision.

Les chercheurs espèrent au final évaluer les transferts de connaissance au cours de l'expérience entre les acteurs locaux et les scientifiques, connaissances tant sur le fonctionnement de la rivière que sur le système d'acteurs impliqués dans la gestion de la rivière. Ils attendent une modification des connaissances des acteurs locaux comme des chercheurs. Ils supposent que le processus de co-construction du modèle peut permettre aux acteurs de parvenir à un compromis entre leurs intérêts, en élaborant une représentation commune de la rivière et de sa gestion, à partir de la question posée et des résultats obtenus.

Ces attentes reposent sur l'idée que de raisonner cette gestion de la rivière à travers un modèle hydraulique va permettre aux acteurs locaux de quitter leur posture institutionnelle et penser la gestion à l'échelle de tout le bassin versant et pour tous les types d'usages.

3.1.3.2 La co-construction du modèle hydraulique

Le but de la modélisation d'accompagnement est d'obtenir que ce soit les acteurs locaux qui alimentent eux-mêmes le modèle hydraulique, en fournissant aux scientifiques les valeurs pour les différents paramètres du modèle (altitude, débit, hauteur d'eau, fonctionnement des ouvrages).

Lors des ateliers de construction du référentiel commun de fonctionnement de la rivière, les acteurs ont pu discuter des paramètres et des valeurs possibles : ceci a d'ailleurs pu les emmener au-delà du modèle, une discussion animée ayant eu lieu entre les élus, les associations et les propriétaires de moulin sur l'usure des vannages et des déversoirs, selon les types de matériaux utilisés et le coût d'entretien de ces ouvrages.

Les données techniques qui vont servir à construire ce référentiel du cours d'eau sont issues soit des études qui ont déjà été réalisées par les acteurs locaux, soit des mesures effectuées collectivement dans le lit de la rivière par les chercheurs et les acteurs locaux. Ce travail sur le terrain de collecte des données sert d'une part à souder l'équipe mais aussi à réfléchir sur la valeur d'une mesure dite scientifique et les conditions de son utilisation dans un modèle déterministe.

Le logiciel PROSE ne répondait qu'en partie seulement aux attentes des participants. D'abord il ne pouvait fonctionner que sur 44 km de linéaire aval, car il ressortait de la mutualisation des données disponibles qu'il n'était pas possible d'obtenir la totalité des informations nécessaires pour faire tourner le modèle sur la partie amont. Les acteurs locaux ont accepté cette restriction, sachant que le modèle simulait le débit sur tout le cours de la rivière (le modèle hydraulique a été étendu pour simuler l'hydrodynamique du réseau depuis les têtes de bassin). D'autre part les enjeux d'inondation et d'assec, les pratiques de pêche et de canoë, ainsi que la gestion des ouvrages de régulation concernent principalement la partie aval, couverte par le modèle. Enfin cette partie de la rivière correspond malgré tout au territoire des deux syndicats de gestion de la rivière, amont et aval

A l'inverse certains aspects ont été rajoutés à la demande des participants d'une part pour tenir compte du débordement du cours d'eau (gestion des inondations), d'autre part à la demande des pêcheurs et des

kayakistes pour faire varier la hauteur d'eau sur les ouvrages et permettre leur franchissement. Durant la discussion les pêcheurs et les kayakistes ont d'ailleurs constaté qu'ils avaient besoin des mêmes hauteurs d'eau les uns pour voir les poissons remonter le cours d'eau, les autres pour franchir les ouvrages et qu'ils pouvaient ainsi utiliser le même indicateur (hauteur d'eau au-dessus des ouvrages entre 20 et 30 cm, l'écart étant dû aux différentes espèces de poissons, le franchissement dépendant de la taille du poisson).

Les modélisateurs de PROSE ont dû alors faire appel à un second modèle, ANAQUALAND (http://www.sisyphes.upmc.fr/piren/webfm_send/36) pour calculer les probabilités de remontée des poissons en fonction de la manipulation des vannages (ouverture, fermeture, abaissement, rehaussement). Le modèle ANAQUALAND fournit selon le type d'espèce de poisson un calcul de rugosité en fonction des hauteurs d'eau au-dessus du déversoir et PROSE calcule à son tour des probabilités de remontée dans le cours d'eau. Les pêcheurs acceptent que les types d'espèces de poisson soient limités aux barbeaux, truites et brochets.

Il revient, à ce moment du processus d'échange, aux participants de définir les objectifs pour faire tourner le modèle et pour cela de déterminer des indicateurs et des scénarios. La simulation est effectuée dans le cadre de scénarios de débit du cours d'eau choisis par les participants. Le débit est calculé sur l'ensemble de l'année dans chaque segment de la rivière à partir des débits mesurés pour les années passées et à partir des prélèvements connus dans la rivière et dans la nappe d'accompagnement. Le modèle PROSE peut alors calculer en fonction de la gestion des ouvrages des hauteurs d'eau à l'amont et à l'aval des ouvrages ainsi que la lame d'eau sur les déversoirs, pour estimer le franchissement possible des poissons et des canoës.

Les participants, au regard des 13 dernières années marquées par de faibles précipitations annuelles, ont fait le choix d'une année antérieure, celle de 1995, avec plus de précipitations et donc des risques d'inondation.

Le modèle permet aussi d'utiliser des scénarios tenant compte des effets du changement climatique. Le débit peut être estimé pour des années futures à partir de scénarios régionaux établis par Météo France. Pour le Grand Morin situé dans la partie nord de la France, les scénarios reposent sur une plus grande variabilité intra annuelle, avec des pluies plus importantes en hiver et des étiages plus sévères en été. Les participants ont choisi une année « 2045 » avec ces caractéristiques de débit.

3.1.4 Utilisation de la plateforme interactive et des résultats de la modélisation

La présentation de la plateforme interactive lors de sa prise en main par les participants (voir figure 3) est l'occasion de fixer les objectifs et les indicateurs de gestion.

La simulation de la gestion des ouvrages est effectuée de façon collective par les participants assumant le rôle d'un des 5 opérateurs finalement retenus : agence de l'eau (pour le financement des suppression de seuil et de vannage), les deux syndicats de gestion de la rivière, amont et aval, les propriétaires des moulins, les pêcheurs et les canoë kayakistes (les deux associations étant opposées sur la gestion d'étiage et la nécessité pour les kayakistes du maintien d'une hauteur d'eau minimale).

Les participants peuvent suivre sur leur ordinateur jour par jour les effets de leur décision et obtenir pour l'ensemble de l'année le résultat de leurs actions et l'écart par rapport au débit de référence pour l'année choisie (voir Figure 7).

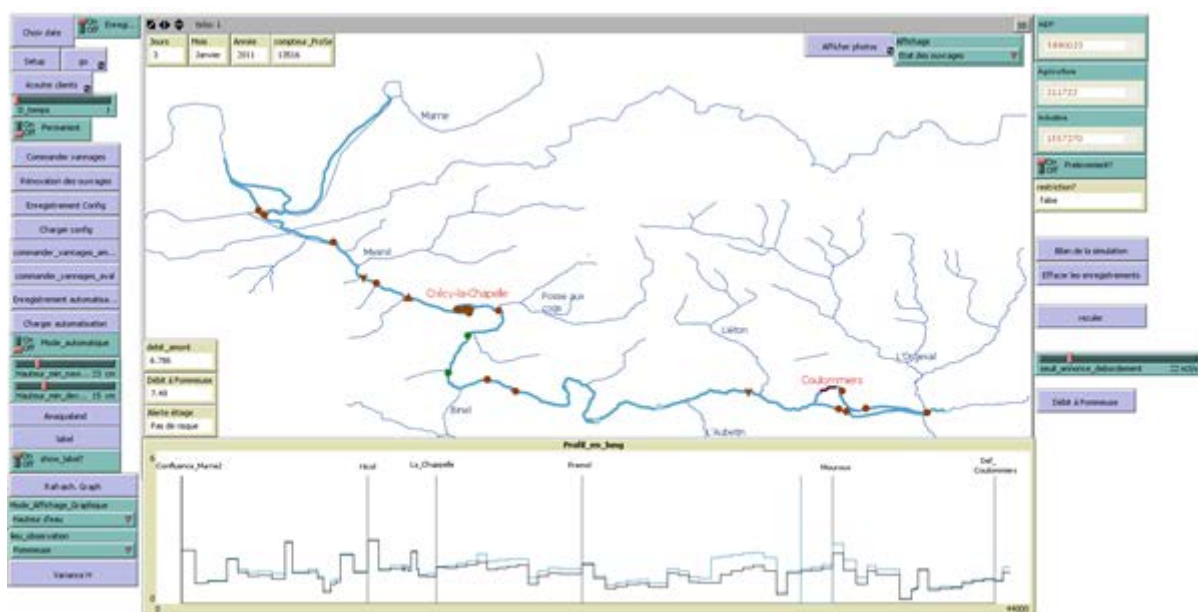


Figure 7. L'écran de suivi des effets de décision sur les niveaux d'eau dans les biefs et sur le Morin

Lors de cette prise en main, les participants, acteurs locaux mais aussi chercheurs sont confrontés pour la première fois aux possibilités effectives du modèle. Ils doivent alors décider des objectifs qu'ils souhaitent collectivement se fixer et des indicateurs pour les évaluer. Ils décident finalement de retenir des indicateurs pour le nombre de jours de débordement de la rivière, de nombre de jours en deçà d'un seuil d'alerte d'étiage (4 m³/s), le nombre de jours avec une hauteur d'eau dans chaque bief inférieure à 20 cm, le linéaire en km où la hauteur d'eau est inférieure à 20 cm (avec deux valeurs de linéaire continu pour les parcours des kayakistes, 10 et 25 km). Les participants peuvent alors utiliser la plateforme interactive, en se répartissant selon les différents rôles retenus. La plateforme permet de simuler la gestion des ouvrages par des opérateurs en leur faisant jouer des périodes de l'année et la possibilité de revenir sur les choix effectués en cours d'année. Durant la période de l'année jouée, les participants ont la possibilité de négocier entre eux, que ce soient les financeurs pour l'arasement d'un ouvrage, les pêcheurs pour l'ouverture des vannages par les propriétaires de moulins, ...



Figure 8. Les participants lors de l'utilisation de la plateforme interactive

Les participants ont aussi la possibilité de négocier collectivement, en demandant un temps limité de discussion sur un point précis, comme le choix des ouvrages dont on veut tester l'arasement et les effets.

A la fin de chaque période de négociation le modèle simule les effets des décisions de chaque opérateur en fonction des indicateurs choisis (hauteur d'eau dans les biefs, franchissement des ouvrages par les canoës, par les poissons, linéaire de rivière que les canoës peuvent parcourir, linéaire de rivière que les poissons peuvent remonter, selon les types d'espèces retenus). Il est alors possible de revenir sur les choix pour faire tourner de nouveau le modèle. C'est ce qui a été décidé pour vérifier les effets obtenus pour la suppression d'un ouvrage ou sur la gestion (ouverture, fermeture des vannes). Certains seuils qui semblaient pouvoir être facilement supprimés se sont révélés jouer un rôle fondamental dans la gestion hydraulique du cours d'eau. A l'inverse, les gestionnaires ont eu le sentiment qu'ils pouvaient obtenir plus de résultats positifs (remontée de poissons, franchissement des ouvrages par les canoës) simplement en modifiant leur gestion actuelle des ouvrages.

Enfin, à la fin d'une année de gestion commune, les résultats sont affichés (comme sur la Figure 9) et discutés en fonction des objectifs propres à chaque opérateur. Cette synthèse permet alors de confronter les attentes par types d'opérateur et une vision globale du fonctionnement obtenu de la rivière. C'est à la suite de cette analyse collective des résultats que les acteurs peuvent choisir de refaire tourner le modèle pour tester de nouveaux modes de gestion.

Synthèse Scénario 1 (1995)				Appréciation des résultats obtenus
	Ref tout fermé	Ref tout ouvert	Réalisé	
Nb ouvrages arasés	0	0	3	Agence de l'eau financeur 8/10 Objectifs : continuité écologique satisfaisante. Dépenses raisonnables. Pas de contentieux. Problème des bras artificialisés du Morin
Nb ouvrages aménagés	0	0	2	
Dépenses AESN	0 €	0 €	1,04 M €	
Nb de Jours avec débordement	24	27	24	Syndicat Amont : 6/10 Effet peu visible de l'ouverture de certaines vannes. Continuité obtenue Syndicat Aval : 6/10 Peu de résultats sur les inondations, regrette le manque de discussion pour araser
Nb de Jours seuil vigilance étiage	86	80	91	
Nb de Jours seuil d'alerte étiage	33	33	36	
Nb de J avec 25km navigable	51	22	20	Canoe Kayak 6/10 Objectif atteint pour 10km mais pas pour 25 km avec 2 points noirs non franchissables à l'amont
Nb de J avec 10km navigable	153	49	80	
Nb de Jours avec 1 bief < 20 cm	244	244	264	Pêcheurs 9/10 Attentes et objectifs atteints. Quelques problèmes avec les propriétaires. Une crise de septembre due à une mauvaise gestion des ouvrages
Rugosité moyenne / barbeaux	758	270	202	
Rugosité moyenne / truites	700	254	185	
Rugosité moyenne / brochets	824	319	282	Propriétaire 8/10 Objectifs atteints : maintien des moulins, pas de conflit.
Préservation Moulin de Ste Anne	Oui	Oui	OUI	
Préservation Moulin de Prémol	Oui	Oui	OUI	

Figure 9. Les résultats obtenus pour le scénario de l'année 1995

3.2 Effets attendus et observés de l'utilisation de la plateforme interactive

Il s'agit maintenant de confronter les effets attendus de notre dispositif avec ce que nous avons observé lors des ateliers et ce que les participants dans les entretiens nous ont dit en avoir retiré, qu'il s'agisse des chercheurs comme des gestionnaires locaux.

Gardons en tête que les conditions de mise en œuvre du dispositif et les moyens humains nécessaires entraînent certaines limites opératoires pour sa reproductibilité : au total cette expérience aura nécessité 28 heures en atelier collectif, 32 personnes directement impliquées, 12 réunions préparatoires d'atelier, 130 jours de développement informatique, l'ensemble du dispositif ayant été entièrement financé par l'agence de l'eau et par le programme scientifique (PIREN-Seine).

Enfin, une partie des maires n'a pas participé à la dernière simulation sans que l'on sache bien si c'était pour des raisons réelles d'emploi du temps ou parce qu'ils se rendaient compte que le processus les emmenait à prendre des décisions de gestion qu'ils ne souhaitaient pas assumer.

3.2.1 Les effets attendus

La place centrale accordée aux modèles et leur co-construction par les chercheurs et les gestionnaires s'inscrit dans les courants de l'approche renouvelée de faire de la science et de partager cette science avec les gestionnaires. Autour d'un modèle de simulation de gestion des ouvrages sur la rivière (seuil, vannages), il s'agit de favoriser les confrontations entre acteurs autour de plusieurs thèmes : celui relatif aux décisions collective d'arasement ou de modification des modes de gestion (ouverture, fermeture, abaissement, rehaussement des ouvrages), celui autour des effets des choix de gestion des ouvrages sur le fonctionnement de la rivière. Un tel dispositif vise à cerner les positionnements des participants sur la question des niveaux d'eau en mettant l'accent sur les registres d'argumentation mobilisés, leurs représentations de la rivière et leurs connaissances du problème. Ce dispositif vise également à permettre de construire collectivement une représentation singulière de la rivière et de sa gestion, servant de base de discussion pour évaluer différents scénarios d'aménagement ou de restauration. L'objectif est d'inciter les membres de la commission de l'eau à dépasser leurs représentations sectorielles (protection des inondations et des paysages versus restauration de la qualité du cours d'eau) pour proposer des actions sur la totalité du cours d'eau ; ces acteurs doivent

alors pouvoir prioriser leurs actions, être capables de les argumenter face aux attentes des services de l'Etat et de ceux de l'union européenne. L'objectif est donc de sortir chaque participant de sa posture institutionnelle. Les services de l'Etat comme les pêcheurs préconisent l'arasement au nom du bon état écologique, les élus les refusent au nom de la lutte contre les inondations en hiver et contre les assecs l'été. Les simulations doivent permettre d'élaborer une vision commune de la gestion de la rivière et de parvenir à un certain compromis.

Face à cette division des membres de la commission de l'eau autour des objectifs des politiques publiques, la position des chercheurs associés à l'expérience n'est pas non plus uniforme. Certains chercheurs en sciences de l'environnement ne discutent pas de la qualité du cours d'eau ou de son fonctionnement hydrologique comme d'une construction scientifique. Ils attendent des acteurs locaux qu'ils renoncent à leur représentation de la rivière pour adhérer à leur discours et qu'ils acceptent de restaurer la qualité du cours d'eau en supprimant les seuils et les ouvrages sur le cours d'eau. D'autres chercheurs (de sciences sociales ou de sciences dures) refusent que l'action humaine soit vue uniquement comme une dégradation, d'autant que les politiques publiques demandent précisément aux mêmes acteurs locaux, vilipendés pour leurs impacts, de prendre en charge la remise en état du cours d'eau.

Les scientifiques peuvent donc eux-mêmes modifier leur façon d'envisager de faire de la science. C'est également l'occasion pour eux de développer leurs outils de modélisation pour qu'ils soient utilisés par les gestionnaires pour planifier leurs actions et évaluer leurs choix de gestion (ici le choix de suppression d'un ouvrage ou les modifications de la façon de le gérer). Il y a une accumulation d'études et de savoirs produits mais, en l'absence d'appropriation de ces informations, elles ne peuvent pas servir à soutenir les décisions politiques. La co-construction peut permettre aux gestionnaires de mieux s'approprier ces informations, qu'elles concernent l'impact de la suppression des seuils et des vannages sur la hauteur d'eau dans les Morin, la continuité dont les poissons ont besoin ou encore ce que signifie le bon état écologique. Mais c'est également l'occasion pour les chercheurs de comprendre les informations qui sont utiles aux gestionnaires, et les indicateurs dont ils ont besoin pour régler leur action.

3.2.2 Les apports

Au-delà de la simple évaluation procédurale de cette expérience (analyser ses spécificités et ses limites), on a pu tout au long du processus, grâce à l'observation des ateliers participatifs et aux entretiens effectués avant et après les ateliers, percevoir une transformation des connaissances sur la rivière et discerner des rapprochements entre les diverses représentations de la rivière par les acteurs.

La co-construction de la plateforme a tout d'abord permis de confronter les demandes d'information pour répondre à certaines questions aux limites de l'information disponible et ainsi faire prendre conscience du contexte d'incertitude dans lequel le politique situe sa décision.

Lors de la co construction du modèle hydraulique, certains chercheurs redoutaient de la frustration entre les attentes exprimées des gestionnaires et les limites dues à l'absence de données pour renseigner le modèle, aux contraintes informatiques de la plateforme, même si tout cela était expliqué et débattu en atelier. Au final les entretiens auprès de chaque participant montrent que les participants ont été très contents et les limites ont été acceptées, tant du modèle que de la plateforme interactive.

En ce qui concerne la mobilisation de connaissances scientifiques, les membres de la commission de l'eau constatent que, par rapport aux données apportées par des bureaux d'études, le travail direct avec les scientifiques et la construction de connaissances à travers la modélisation leur permet de réellement s'approprier les résultats qui en ressortent. « Je suivais les travaux des chercheurs du PIREN-Seine ; c'était intéressant mais peu extrapolable. Là les scientifiques se sont mis en danger, ils se sont confrontés à des visions qui ne sont pas les leurs. » (Représentant des agriculteurs).

Certains chercheurs attendaient que les gestionnaires valorisent dans les échanges l'utilisation de données

qu'ils n'arrivaient pas jusque-là à intégrer dans leurs analyses et leurs délibérations pour argumenter leurs décisions. Pour autant, ce qui a le plus plu aux participants, ce sont les échanges sur les interactions entre les gens dans la relation à la rivière et à sa gestion : ils ont tous pu porter leur propre compréhension des interactions à la connaissance des autres acteurs et les confronter entre elles.

Toutefois l'observation des ateliers montre que cela leur a permis de mobiliser d'autres types de données dans leurs débats et cela a fait avancer les discussions. Celles-ci portent sur des sujets plus précis. On sort des oppositions de forme. « Le compromis ce serait d'avoir des secteurs plus libres sans ouvrage et de traiter les points noirs sur la rivière avec des aménagements ». (Maire sur le Grand Morin)

Certains acteurs en particulier changent radicalement de vision des choses, qu'il s'agisse des services de l'Etat ou les scientifiques. Des points d'accroche entre les disciplines scientifiques ont pu être trouvés pour se mobiliser autour d'une réflexion visant à construire des méthodes et des corpus théoriques communs sur les interactions nature / société.

Un participant des services de l'Etat, qui lors du premier entretien avait une vision très règlementaire de l'aménagement du cours d'eau, nuance beaucoup plus son propos lors de l'entretien réalisé après la dernière simulation, la manipulation des vannes paraissant être un moyen aussi efficace que leur suppression pour rétablir la circulation des poissons.

Du côté des gestionnaires, ceux-ci ont surtout modifié leur position vis à vis des autres acteurs. Certains élus sont ainsi revenus sur leur opposition de principe à la suppression des ouvrages. « On s'est rendu compte que c'était possible sans aggraver les risques d'inondation ou d'assec. »

L'observation du déroulement de la simulation rappelle qu'elle a favorisé la mise en place d'indicateurs de gestion pour chaque fonction, adaptés au contexte d'utilisation locale. Elle a également fait prendre conscience à tous les acteurs des potentialités des ouvrages existants (avant de les supprimer), de l'intérêt d'une gestion fine des vannages (la rivière fonctionne mieux avec que sans), des difficultés de gestion à venir si l'on sort du régime actuel du Morin (étiage 2045), d'une action possible sur tous les bras du Morin, dont les segments artificiels et pas seulement les bras dits naturels, action que les services de l'Etat n'abordent généralement pas, se cantonnant aux mots d'ordre de la restauration naturelle.

L'expérience a permis aux participants d'avoir une meilleure perception des interactions entre les différents éléments du système. Ainsi les actions des uns sur les vannes ont un impact direct sur les débordements en aval, sur la circulation des poissons, le parcours des canoës. Ces impacts ont pu être affinés. Les acteurs ont pu hiérarchiser les ouvrages qui avaient le plus d'importance pour maîtriser les inondations, ou qui était un frein important pour la continuité écologique. De nouvelles solutions ont pu être discutées. En effet, en manipulant les vannes, les membres de l'Etat notamment se sont rendu compte que cela pouvait suffire à rétablir une certaine continuité piscicole.

Beaucoup d'acteurs se sont aperçus de la complexité de la gestion des vannes. «Gérer ces vannes c'est compliqué en fait [...] Ce serait bien qu'il y ait une gestion automatisée» (Biogéochimiste).

Différents usages peuvent être conciliés. Cela nécessiterait cependant une manipulation assez fine des vannes. « Il faut prendre en compte les aménagements existants. On ne peut pas se permettre de tout casser simplement pour restaurer un état naturel. Si on fait des aménagements comme ça j'espère que ça en vaut la peine. Les modèles sont là pour nous le dire. Cet outil pourra être repris dans les futurs travaux de la commission. Il permettra de structurer les actions et d'apporter une confiance aux gens qui mettent de l'argent. Il faut être sûr de ce que l'on fait. » (Représentant des agriculteurs)

Pour certains, cette manière de partager des connaissances serait même un moyen de changer les modes d'action publique. « Je suis très critique sur la manière dont on travaille dans les commissions locales de gestion de l'eau. Il n'y a pas de co-construction. La science infuse livrée dans les réunions ne permet pas de s'approprier les choses. Et il n'y a que comme ça qu'on peut faire adhérer à des projets. Dans les commissions thématiques il y a des échanges mais pas de co-construction. On pourrait imaginer la vie d'une

commission avec des outils permettant une réelle implication.» (Représentant des agriculteurs).

3.2.3 Conclusion sur l'utilisation de la plateforme interactive

A la suite de l'analyse des entretiens et des différents ateliers de travail, il apparaît effectivement que le modèle fait dialoguer les différentes visions du cours d'eau, sort les gestionnaires d'une vision de contrôle des inondations pour intégrer d'autres usages. En parvenant à les mettre en débat, la modélisation scientifique permet de faire émerger une vision commune et plus intégrée du fonctionnement de la rivière. Les connaissances scientifiques qui, en règle générale, sont peu explicitées et pas discutées, permettent d'apporter une vision globale, face aux points de vue sectorisés.

Par ailleurs, cette expérience a produit une meilleure compréhension entre scientifiques, gestionnaires et praticiens de l'environnement, et a permis de dégager les moteurs et les freins à cette coopération. Chaque catégorie d'acteur a dû évoluer dans son propre mode d'action, les scientifiques vis à vis de leur façon de faire de la science et les acteurs locaux dans leur mode de gestion.

Si en France ce sont les services de l'Etat et les scientifiques qui disent avoir le plus appris, peut-être faut-il y voir les catégories d'action publique les plus dogmatiques, mais qui ont accepté de se soigner. Comme le rappelle P. Rioussat (2012) : « Finally, policy relevance cannot only be controlled through adjustment of the structure of a model to the requirements of a venue. Thematic relevance is also influenced by the ability of modellers to seize the windows of opportunities opened by the policy process. »

Il reste toutefois à s'interroger sur les conséquences à long terme de cette expérience et le passage à l'acte des élus. L'expérimentation met les élus devant l'acceptation de l'arasement au moins de certains ouvrages, même si le principe de la régulation est validé, et donc devant leur responsabilité de maître d'ouvrage : on peut s'attendre à de fortes résistances. Les prochaines années devraient montrer si la synergie entre les acteurs permise par l'expérience collective sera suffisamment solide pour dépasser ces résistances.

3.3 Evaluation de la démarche de modélisation d'accompagnement

Deux observateurs extérieurs ont donc suivi l'ensemble du processus décrit, des ateliers préparatoires et de la simulation, en notant et analysant les échanges qui ont eu lieu entre les participants, pour évaluer les transferts de connaissances au cours de l'expérience, entre les membres de la CLE et les scientifiques.

Des entretiens individuels avec les acteurs du comité hybride ont été menés avant et après le processus (40 entretiens en tout) et permettent de dire ce que produit l'interaction entre les scientifiques et les gestionnaires, et ce que la modélisation d'accompagnement apporte par rapport à d'autres modes de gestion collective. Les entretiens avant la simulation étaient des entretiens semi-directifs, d'une durée d'1 heure chacun en moyenne.

Les questions portaient sur les **connaissances** de chacun en matière de gestion de l'eau, de fonctionnement du SAGE et du bassin versant. Un autre volet de questions portait sur les **représentations** de la rivière, la question des niveaux d'eau et le fonctionnement des ouvrages (notamment des vannes). Enfin, un dernier volet de questions portait sur la **perception** des autres acteurs du groupe et de leurs positions vis à vis de la continuité écologique. Les entretiens après la simulation étaient également des entretiens semi-directifs, d'une durée un peu moins longue que la première fois. Les questions portaient sur la simulation réalisée, les stratégies employées par les participants et les apprentissages qui avaient eu lieu. Un deuxième volet de questions portait sur l'utilisation qui pourrait être faite de cette simulation par la suite, et sur l'évaluation du modèle et des ateliers en général. Enfin, un dernier volet de questions portait sur l'évolution des personnes interrogées concernant leur **positionnement vis à vis de la continuité écologique et la manière de la mettre en œuvre**.

L'évaluation de la démarche de modélisation d'accompagnement s'est faite du point de vue des

apprentissages qui ont eu lieu parmi les participants : y a-t-il vraiment eu une articulation entre les différents types de connaissances ? Ces échanges de connaissances parviennent-ils à faire avancer la controverse, et à aboutir à des compromis ? Les participants ont-ils évolués dans leurs prises de positions et dans leur perception de la continuité écologique ?

Enfin, nous verrons dans quelle mesure de nouvelles formes de participation, comme l'expérience menée dans le cadre de cette recherche, pourraient servir à produire une médiation entre des intérêts divers au sein de cette instance qu'est la CLE.

3.3.1 Résultats en termes d'apprentissages

Afin d'évaluer si des échanges de connaissances se font, si les données issues du modèle permettent aux acteurs de renouveler leurs points de vue, et éventuellement de les conduire à des compromis et des décisions sur les modes de gestion à mettre en place, nous avons étudié les processus d'apprentissage à l'œuvre, puis l'impact potentiel de ces apprentissages sur la gestion future du cours d'eau.

Le Tableau 2 synthétise de manière brève les positions des membres de la CLE avant le processus de modélisation d'accompagnement.

Tableau 2: Synthèse rapide des positions des membres de la CLE avant le processus de modélisation d'accompagnement.

Kayak :	Plutôt pour la conservation des vannes. Mais surtout volonté d'avoir un projet commun de territoire avec tous les acteurs. Conflit latent avec la pêche.
Pêche :	Volonté d'araser les ouvrages pour rétablir la continuité piscicole. Conflit d'usage avec le kayak.
Moulins :	Volonté de conserver les ouvrages en bon état. Mais il faut araser ou restaurer ceux qui sont hors d'usage.
Représentants de l'État :	Volonté de rétablir la continuité écologique (en arasant ou aménageant les ouvrages) et d'appliquer la réglementation.
Elus :	Volonté globale de conserver les ouvrages (même si ceux qui sont trop délabrés peuvent être arasés). Préoccupation pour ce que penseront les riverains en bord de rivière de l'arasement.

L'apprentissage consiste à acquérir ou à modifier une représentation d'un environnement de façon à permettre avec celui-ci des interactions efficaces ou de plus en plus efficaces.

Il faut différencier la manière dont l'apprentissage se produit (les conditions d'apprentissage, celui-ci pouvant être facilité de diverses manières) et ce sur quoi il porte. Il faut également distinguer les apprentissages individuels et les apprentissages collectifs. Ainsi les participants peuvent chacun acquérir de nouveaux savoirs, et ils peuvent également apprendre collectivement à mieux interagir ensemble. William's Daré (2004) qui a travaillé sur plusieurs démarches de modélisation d'accompagnement a développé une typologie des apprentissages qui ont lieu dans ce cadre spécifique. Il les regroupe en 5 grandes catégories que nous reprenons.

3.3.1.1 Apprentissage communicationnel

Acquisition d'un mode d'interaction sociale qui permet de partager de la connaissance, d'apprendre et de

mieux communiquer en particulier dans une situation où les rapports de forces peuvent être déséquilibrés.

L'apprentissage communicationnel repose en grande partie sur le contexte dans lequel se déroulent les échanges. Ici les échanges ont été facilités grâce à trois éléments : le travail en atelier visant à construire un modèle conceptuel, la discussion autour du modèle hydraulique lui-même lors de la simulation et enfin le travail en comité hybride (rassemblant des scientifiques et des gestionnaires).

Travail en atelier et modèle conceptuel

Tout d'abord, le travail en atelier pour construire un modèle conceptuel a permis que chacun exprime à tour de rôle un élément de sa vision du système et de ses connaissances. Il en a résulté un schéma structuré des connaissances existantes sur la question des niveaux d'eau. Ainsi, grâce au modèle conceptuel, les membres de la CLE ont trouvé les connaissances scientifiques plus faciles à comprendre et à utiliser :

« Je suivais les travaux du PIREN, c'était intéressant mais peu extrapolable. Là les scientifiques se sont confrontés à des visions qui ne sont pas les leurs et leurs connaissances nous ont été plus utiles » (Chambre d'Agriculture). »

« On a eu des échanges d'ordre technique. Chacun a pu proposer ce qu'il voulait donc on a écouté les connaissances de tous. (Géographe) »

« Les discussions autour du modèle sont un moyen de valoriser les connaissances mobilisables sur un territoire. (Géographe) »

Le modèle permet de donner du sens aux données recueillies, pour qu'elles soient mobilisables par les acteurs.

Les ateliers ont globalement permis qu'il y ait davantage d'échanges, permettant à chacun de s'exprimer plus que lors des commissions thématiques et d'approfondir plus la question des niveaux d'eau. L'animation des ateliers, qui impose que chacun parle à tour de rôle, a permis que chacun s'exprime autant, que la parole soit distribuée, que personne n'ait plus d'importance. Cela a modifié les rapports de force. Les représentants de l'Etat n'ont pas parlé autant que lors de commissions thématiques du SAGE mais se sont montrés plus discrets. Et le représentant des moulins en particulier a pu s'exprimer plus facilement durant ces ateliers que ce qu'il fait d'habitude. Les participants ont également trouvé que les échanges étaient détendus.

« Pour la concertation c'était bien, dans les autres réunions tout le monde ne participe pas autant. (Animateur du SAGE) »

En juin 2012 une sortie de terrain a été organisée suite aux ateliers, pour réaliser des mesures de débit et des mesures chimiques sur le Grand Morin. Lors de cette sortie, les participants n'avaient plus une position de revendication mais plutôt une position d'apprentissage. On les sentait plus ouverts à appréhender une autre vision du cours d'eau.

Discussion autour d'un exemple concret

Le fait de discuter autour d'un modèle, permet aux débats d'être centrés sur un problème précis: les niveaux d'eau sur les 40 km aval du Morin. On sort des oppositions de forme pour discuter de ce qu'il est possible de faire à cet endroit. Par ailleurs, le fait de pouvoir tester en direct et de manière interactive certaines solutions et certains arasements a permis de faire avancer les débats.

« Devant l'outil on arrive à être presque comme devant le Morin. Le contexte est différent donc on ne peut pas tout redire comme avant. (Sciences de l'ingénieur) »

Lors de la simulation, les participants, selon leur rôle, avaient des informations les concernant sur leur ordinateur. Une projection au mur donnait également des informations à tout le monde. Cette absence de symétrie dans l'information mise à disposition des participants les incitait à discuter entre eux pour trouver des solutions qui conviennent à tous, et pour savoir quel était l'impact de leurs décisions et actions sur les autres. Cet aspect de la simulation a donc également incité à débattre et expliciter les connaissances de chacun.

Le travail en comité hybride

Le travail direct entre scientifiques et gestionnaires a facilité les échanges de connaissance. Les connaissances locales et scientifiques étaient mises au même niveau, d'égale importance et il était possible de les confronter directement.

Pour la CLE, le fait de discuter avec des gens qui ne sont pas impliqués dans le SAGE, les a aidé à faire avancer les réflexions. Lors de la simulation proprement dite, les scientifiques ont « osé » faire plus de choses, et sont davantage allés négocier

« Le fait d'être extérieur à la décision a tout changé. Ça a permis de faire des négociations (Biogéochimiste) »

« Les scientifiques sont utiles pour la CLE, ils apportent une vision autre. Les bureaux d'étude répondent toujours à une commande, et ils ne cherchent pas plus loin que ce qu'on leur demande de faire. (DRIEE) »

« Les scientifiques ont été force de proposition. Ils ont le droit de remettre en cause la façon de faire du maître d'ouvrage car ils n'ont de compte à rendre à personne. Ils ont donc pu prendre des risques, oser. (Géographe) »

Tout cela permet aux membres de la CLE de dire que, par rapport aux données apportées par des bureaux d'études, le travail direct avec les scientifiques et la construction de connaissances à travers la modélisation leur permet de réellement s'approprier les résultats qui en ressortent. Cela leur permet de mobiliser des données techniques dans leurs débats, et des données techniques qu'ils comprennent, et cela fait avancer les discussions.

« Avec le PIREN c'est plus participatif. La rivière fait partie du cadre de vie, c'est un bien commun, donc c'est important d'avoir une démocratie participative. (Association des kayakistes) »

Cependant, on peut se demander si cette forme d'échange entre les participants a été apprise et sera reprise lors des réunions habituelles du SAGE. En effet, elle dépend beaucoup du contexte dans lequel ces échanges se sont déroulés.

3.3.1.2 Apprentissage relatif à l'enjeu

Connaissances générales sur la dynamique et la complexité d'un système socio-écologique.

Avant la simulation, les entretiens ont révélé que les habitants avaient une assez bonne vision générale du bassin versant : à la fois les liens entre amont et aval et entre nappe et rivière. Cependant c'était un lien qui

était fait de manière assez théorique, dont toutes les conséquences n'étaient pas réellement perçues. Après la simulation, les participants ont fait état qu'ils percevaient plus précisément ce qu'impliquaient ces connexions et de manière plus détaillée les points durs de la rivière et comment il fallait les gérer. Scientifiques et membres de la CLE ont pu mieux appréhender la complexité de la question de la restauration de la continuité et les spécificités du territoire.

« Ce que j'ai appris le plus c'est vraiment à connaître mieux la rivière elle-même du Grand Morin, avec les endroits clés, les endroits avec des difficultés, les endroits qu'on pouvait changer et ceux qu'on ne pouvait pas changer. (Biogéochimiste) »

« Je pensais que sur ce terrain très rural, l'arasement était la solution optimale et ne serait pas dur à réaliser. J'ai pris conscience que ce serait compliqué sur certains ouvrages et certains secteurs. Même si c'est agricole il y a des points durs. (DRIEE) »

Cette discussion sur les spécificités du territoire a permis de dégager une vision globale de ce territoire, qui soit commune à tous.

« Avant cette construction ensemble les gens n'avaient pas une vision globale de la question. C'était plus une vision circonscrite à leur intérêt local. (Association des kayakistes) »

« Le modèle permet de réfléchir sur le bon fonctionnement du cours d'eau dans son ensemble, ça nous donne une vision plus globale. (DDT) »

« Ça permet de mieux comprendre le fonctionnement hydrologique. [...] On a fait le diagnostic d'un territoire, on a réalisé la mise en système d'un bassin versant. (Géographe) »

Ainsi, les participants ont une vision plus globale des problèmes, et plus concrète.

« Là ça montre que c'est assez compliqué, que la décision n'est pas évidente. On a une vision plus complexe de la situation. (Géographe) »

3.3.1.3 Apprentissage de connaissances techniques

Connaissance des techniques permettant d'atteindre un état souhaité du système.

Il y a eu énormément d'apprentissages sur le fonctionnement des vannages. Les perceptions des participants concernant les seuils et les vannages se sont complexifiées.

« J'avais pas conscience qu'il y avait autant de vannes sur chaque ouvrage, c'était une découverte. (Élue). »

Beaucoup d'acteurs ne connaissaient pas dans le détail le fonctionnement des vannes et le lien avec les niveaux d'eau et ils ont donc eu des précisions sur les impacts de l'ouverture et de la fermeture des vannes

« J'ai appris comment le fait de manipuler les vannes maintenait un niveau d'eau et pouvait assurer la continuité écologique. (DDT) »

Beaucoup d'acteurs se sont aperçus de la complexité de la gestion des vannes.

« Gérer ces vannes c'est compliqué en fait [...] ce serait bien qu'il y ait une gestion automatisée. (Biogéochimiste) »

Les participants du SAGE, qui manquaient de connaissances techniques ont pu s'approprier certaines notions techniques comme la rugosité, ou sur les débits à partir desquels il faut ouvrir ou fermer les vannes. Cependant un hydrologue remarque en entretien qu'ils n'ont toujours pas bien compris le fonctionnement hydraulique de la rivière selon lui. De plus, ils remobilisent peu ces connaissances dans les discussions des

commissions thématiques ou des comités de pilotage. Mais la forme de ces réunions s'y prête peu.

Enfin, plusieurs participants ont réalisé que l'arasement ou l'aménagement d'ouvrages représentait un coût non négligeable pour la collectivité.

3.3.1.4 Apprentissage au sujet des autres

Connaissance des intérêts, enjeux, compétences, contraintes, normes et valeurs des participants.

Avant les ateliers, les participants ne savaient pas bien si les vannages étaient bien gérés, ni si l'action des syndicats sur les vannages était efficace pour gérer les inondations. Les scientifiques notamment ont reconnu les compétences des syndicats de rivière pour gérer les vannes :

« Les élus ont une grande connaissance de la rivière. Ils ne font pas n'importe quoi avec les ouvrages. (Géographe). »

Les participants qui se plaignaient tous dans la première série d'entretiens que les autres soient butés, et qu'ils répètent sans cesse la même chose, ont au contraire reconnu dans la deuxième série d'entretiens qu'il y avait eu beaucoup d'écoute. Ils disent que les autres sont ouverts, et qu'ils ont bien joué le jeu.

Avant cette expérience, les acteurs du SAGE avaient déjà l'habitude de se voir, et connaissaient déjà bien les intérêts et positions de chacun. Mais ce qui est apparu plus clairement pour les participants ce sont les contraintes des acteurs locaux. Les participants n'ont pas clairement modifié leur position (ils défendent toujours leur intérêt propre) mais la simulation a permis à chacun de se mettre à la place des gestionnaires de la rivière. Chacun a donc pu mieux appréhender comment cette tâche fonctionnait, sa logique propre, et les contraintes qui y étaient liées. Ainsi, ceux qui ont eu à jouer le rôle de kayakiste se sont aperçus qu'ils n'avaient aucun impact sur la gestion de la rivière, et que c'était une position très difficile. Une biogéochimiste note par exemple que le seul moyen de se faire entendre pour les kayakistes est de crier plus fort que les autres. Et la DDT a réalisé que sans ouvrage il devenait difficile de pouvoir gérer la rivière.

« Tout le monde a appris à connaître un peu les autres. Quand on se met à la place des autres on est sensibilisé à sa cause. Puis dans la discussion globale ça peut aider au compromis. (Animateur de la CLE) »

« J'espère que les acteurs ont appris à se connaître avec un autre regard. (Sciences de l'ingénieur) »

3.3.1.5 Apprentissage sur les interactions et l'organisation du système socio-technique

Connaissances sur les options d'organisation du processus, capacité de choix du mode d'organisation le plus adéquat pour atteindre l'état souhaité du système.

Grâce à la simulation les participants ont pu tester les options de gestion de manière interactive. Le modèle permet de faire les liens entre différents éléments du système. *« Les modèles produits par les syndicats ne font pas le lien entre la ligne d'eau, les kayaks et les poissons. [Ce que fait le modèle que nous avons là]. (DRIEE) »* Par exemple, les actions des uns sur les vannes a un impact direct sur les débordements en aval, sur la circulation des poissons, etc. *« On a eu une visualisation de l'effet des vannages sur les niveaux d'eau, sur la continuité écologique, ça a permis de relier tout et de relier les actions les unes aux autres. (Géographe) »*. Ainsi, ce que le modèle a permis de montrer, plus qu'une vision d'ensemble du bassin versant (au sens géographique et physique), c'est une vision d'ensemble des acteurs sur le bassin versant et du jeu d'acteurs. Comment chaque personne s'inscrit dans un schéma global d'actions et comment chaque personne impacte les autres ?

La manipulation du modèle a ainsi mis en évidence la manière dont les acteurs agissent et de ce que chacun fait de son côté. *« Ça remet en perspective le rôle de chacun (Chambre d'Agriculture) » ; « Ce que j'ai retenu*

c'était le jeu d'acteurs, les interactions des uns et des autres (Association des kayakistes) ». L'expérience permet de mettre en évidence les interdépendances et le fait qu'il y a des intérêts communs entre les acteurs. Il s'agit cependant d'un des aspects qui n'est pas totalement abouti. Les participants ont appris des choses sur les interactions entre les éléments du système mais ils ne sont pas arrivés à un compromis concret.

3.3.1.6 Conclusion en termes d'apprentissage

A travers les échanges de connaissance que nous venons de mettre en évidence, on voit qu'un certain nombre de choses se sont précisées par rapport aux vannages et à leur gestion. Après cette simulation, les acteurs sont capables de citer les ouvrages qui leur paraissent plus faciles à araser que d'autres et les ouvrages qui posent plus particulièrement problème. Lors des entretiens de départ, personne n'était capable de repérer les ouvrages les plus importants et ceux qui l'étaient moins. Par ailleurs, la position des différents acteurs a pu se modifier légèrement. Mais pas de la même manière pour tout le monde. Nous allons développer de quelle manière les différents participants ont pu modifier leurs points de vue, ainsi que la manière dont un compromis a pu être discuté.

3.3.2 **Résultats en termes de compromis**

3.3.2.1 Conciliation d'intérêts divers

Plusieurs participants ont souligné qu'il y avait des conciliations entre plusieurs usages qui étaient possibles et qu'ils n'avaient pas perçu avant.

« Ça a permis de dégager des intérêts communs, de fédérer les gens. (Association des kayakistes) »

- Plusieurs participants ont remarqué qu'il y avait des terrains d'entente entre kayakistes et pêcheurs (alors que ceux-ci s'opposent en permanence d'habitude), notamment en ce qui concerne le maintien d'une certaine ligne d'eau.

- En manipulant les vannes au bon moment, les représentants de l'Etat notamment se sont rendus compte que cela pouvait suffire à rétablir une certaine continuité piscicole. Les participants ayant réalisé la complexité des ouvrages, cela leur a permis d'envisager de nouvelles solutions. Avec une gestion fine des vannes, on pourrait concilier gestion des inondations et préservation de la continuité écologique. *« On pourrait coordonner la politique inondation et la continuité écologique. La complexité des ouvrages permettrait de trouver des solutions. En jouant sur les vannages on peut arriver à un niveau acceptable pour tout le monde. (DRIEE) » « Ça m'a apporté une vision plus fine, contrastée du mode de gestion de la rivière. On a beaucoup de possibilités. Tout en respectant différents objectifs on peut moduler cette rivière. Il y a des possibilités vachement larges. (Agronome) »*

- Par ailleurs, les élus et les scientifiques se sont rendu compte que l'arasement pouvait être une bonne solution dans certains cas. *« Je pensais qu'abaisser tous les seuils ce serait une cata ! Là j'ai vu que c'était pas si fort que ça. Il reste de l'eau. (Sciences de l'ingénieur) ».*

- A travers les simulations, les acteurs ont pu hiérarchiser les ouvrages qui avaient le plus d'importance pour maîtriser les inondations, ou qui était un frein important pour la continuité écologique. De nouvelles solutions ont pu être discutées. Le modèle pourrait ainsi être manipulé pour rechercher une situation optimale. *« Ça leur a permis de voir qu'il y avait des choses faisables. La règle de gestion ne sortira pas de manière directe du jeu, mais ça leur servira. (Sciences de l'ingénieur). »*

De plus, une fois le problème des niveaux d'eau posé et construit en commun, les participants sont *« allés dans le même sens (président de la CLE) »* pour y trouver une solution concrète, contrairement aux commissions thématiques où chacun rappelle simplement son intérêt, ou la réglementation. Ainsi, le

président de la CLE voit surtout dans cette expérience une occasion de réaliser une médiation entre des acteurs. Il dit ainsi : « *cette expérience était intéressante car c'était une histoire qui a été faite ensemble. [...] Sur le plan humain c'était quelque chose de formidable. On a eu un consensus, on a eu le sentiment de chacun. Puis tout le monde a tiré le navire dans le même sens. Tout le monde s'est pris au jeu.* »

« *Finalement je me suis rendue compte qu'on pouvait quand même concilier pas mal de choses sur ce bassin, contrairement à l'idée qu'on avait au départ, avec les discours dans les comités thématiques, qui sont pour moi stériles. Du coup là je pense qu'on pouvait quand même concilier pas mal d'objectifs : inondations, patrimoine, voilà, seulement il faut que certains fassent des concessions - et c'est là que ça peut être difficile et je pense que tout le monde ne peut pas le faire. Mais les gens le font quand même au final. Avanzini, c'est marrant, il ne voulait pas qu'on arase le seuil de La Sault, parce que ça vidait une de ses frayères en amont de Crécy. Mais par contre ça diminuait la continuité écologique. Il a accepté qu'on l'arase, tout en perdant une frayère, en se disant "de toute façon je peux pas faire autrement". (Biogéochimiste)* »

3.3.2.2 Les changements de positions de l'Etat, des associations et des scientifiques

- Les services de l'Etat ont davantage fait bouger leurs positions et sont plus entrés dans leur rôle lors de la simulation. On l'a vu, ils sont prêts à reconsidérer la manière dont ils envisagent de mettre en œuvre la continuité écologique. Ils ont fait preuve de décentrement par rapport à leur position initiale. « *[La DDT et la DRIEE] ont vraiment joué leur rôle et je pense qu'ils ont changé de position. Juliette à la fin, elle l'a dit d'ailleurs, elle a dit qu'effectivement elle allait revenir un peu sur ses positions par rapport aux seuils. (Biogéochimiste)* » Leur discours très technique et réglementaire a évolué. La participante de la DRIEE, qui lors du premier entretien avait une vision très réglementaire de l'aménagement du cours d'eau, nuance beaucoup plus son propos lors de l'entretien réalisé après la dernière simulation.

- C'est moins vrai pour les associations et les élus, même si certains ont reconnu le bien fondé de certains arasements et que la représentante des kayakistes a souligné que « *Les ateliers permettent de se décentrer par rapport à son champ premier d'intérêt* ». Il faut également distinguer plusieurs types d'élus. La maire de Mouroux a été très assidue tout au long des ateliers, et elle a par ailleurs un profil atypique, puisqu'elle appartient également à une association de protection de l'environnement. Elle est donc assez sensible aux enjeux de restauration des cours d'eau. Les autres élus du territoire ont été assidus au début du projet mais se sont peu à peu désinvestis. Si bien que lors du dernier atelier il n'en restait aucun, en dehors de la maire de Mouroux. Cela explique qu'ils aient moins changé de position que les représentants de l'Etat. Nous reviendront plus loin sur les raisons possibles de ce désinvestissement.

- Les scientifiques ont eux, mieux compris les intérêts et objectifs des membres de la CLE, et ont constaté qu'ils n'étaient pas aussi caricaturaux que ce qu'ils le pensaient au départ, et que leur expertise en matière de gestion de la rivière était assez fine. Certains ont également changé de position en ce qui concerne la continuité écologique. Cependant ils n'ont que peu évolué dans la manière dont ils envisagent leur façon de faire de la science.

« *Ça a changé ma vision de l'intérêt de la continuité écologique. C'est intéressant de pouvoir imaginer des passages plus tranquilles et d'autres avec plus de vitesse. La recherche de la continuité écologique peut aussi arriver à ça. Avec en plus un effet sur les débordements pas si mauvais. On peut gérer les débordements avec moins d'ouvrages. (Agronome)* »

- La perception des acteurs locaux sur les scientifiques a également évolué. « *J'avais le sentiment que les scientifiques étaient en dehors, dans un cercle fermé, mais là ils ont prouvé qu'on peut associer les deux (connaissances scientifiques et connaissances des acteurs locaux). (DDT)* »

- La perception même de la rivière est modifiée, du moins du point de vue des scientifiques et des représentants de l'Etat (ceux qui y étaient le moins attachés a priori). Le Grand Morin était perçu par les représentants de l'Etat comme un lieu stratégique où on pouvait facilement mettre en place une continuité

écologique, car c'est un territoire peu urbanisé. Par la suite, les représentants de l'Etat reconnaissent qu'il y a également des contraintes fortes sur ce territoire, et que ce n'est pas si simple et si automatique de mettre en place une continuité écologique, il faut tout de même considérer les caractéristiques du territoire.

« Le compromis ce serait d'avoir des secteurs plus libres et de traiter les points noirs (Coulommiers, Crécy) avec des aménagements. (Maire sur le Grand Morin) »

Pour aboutir à un réel compromis il aurait en effet fallu aller plus loin dans les discussions.

3.3.2.3 Les limites du compromis

Bien que des conciliations entre plusieurs enjeux aient pu être mises en évidence, il a manqué de temps lors du debriefing pour discuter concrètement de la mise en œuvre de ces compromis. Par exemple, il aurait fallu avoir une discussion sur l'acceptabilité concrète de ces arasements auprès des particuliers vivant en bord de rivière, dont les berges peuvent s'effondrer. En effet, cette question préoccupe les élus, et cela conditionne leur adhésion aux projets.

Par ailleurs, les compromis trouvés nécessiteraient, comme on l'a vu, une manipulation assez fine des vannes et on peut se demander si ce serait possible sur le terrain. Cela changerait le rôle des syndicats de rivière, qui n'auraient plus une gestion au jour le jour mais une gestion plus anticipée et plus coordonnée. Il aurait été important de discuter de cette nouvelle règle de gestion. Or, les syndicats de rivière (qui in fine sont les maîtres d'ouvrage des restaurations) n'ont pas été présents jusqu'au bout de l'expérience, il n'est donc pas certain qu'ils reprennent les résultats qui sont apparus lors des ateliers. Cette absence relative des syndicats à la fin du processus peut être liée aux limites du modèle. En effet, tout au long des ateliers, des choix (collectifs) ont été faits pour simplifier la réalité à modéliser. Ainsi le modèle a porté uniquement sur les 40 km aval du Grand Morin. L'association des Marais de St Gond (seule représentante de la Marne) et l'élue du Petit Morin ne se sont pas forcément retrouvés dans ce qui était modélisé, et ont pu se désinvestir de la démarche pour cette raison.

Il faut cependant retenir que lors du jeu on a pu voir que les participants étaient particulièrement attentifs à concilier tous les intérêts et usages, et qu'ils ont constaté que ces différents usages pouvaient être conciliables. Nous allons donc nous intéresser à la manière dont cette expérience pourrait être utilisée et développée.

3.3.2.4 La scène de la décision

Il y a une incertitude quant à la manière dont pourrait servir cette expérience et ce modèle. L'« arène » dans laquelle le modèle a été co-construit n'est en effet pas celle de la décision. Il s'agit d'une « arène » bien particulière dans laquelle les acteurs et le mode de fonctionnement présentent des spécificités par rapport à la CLE. Par exemple, la modélisation impose un formalisme particulier, comme on l'a vu. Les participants ont accepté de développer tout le spectre des problèmes liés aux niveaux d'eau et de leurs impacts, puis de réduire ce spectre à quelques indicateurs que l'on retrouve dans la modélisation. On est passé du schéma ARDI avec tous les facteurs identifiés à une réduction à quelques facteurs clés lors de la simulation. Or, lors des réunions de la CLE, les questions qui se posent au SAGE ne sont pas traitées de la même manière. Une série d'interrogations émergent dès lors quant aux possibles transferts de connaissances vers la scène de la décision :

Un questionnement relatif aux impacts procéduraux d'une part : Comment cette expérience va-t-elle impacter le fonctionnement de la CLE ?

Un questionnement relatif aux impacts plus substantiels d'autre part : Observe-t-on des réappropriations individuelles d'une partie des résultats ?

« Ce sera repris par le SAGE mais au niveau du terrain ? Au niveau des syndicats il y a une vision tronçonnée, chacun fait son étude dans son coin. (Association des kayakistes) »

« Il n'y a aucun personnel dans les syndicats. Il faudrait développer un réseau de techniciens de rivière. Donc au niveau des syndicats ils ne pourront pas se servir du modèle. Ou juste des résultats. (Animateur du SAGE) »

Nous allons donc développer quelques pistes quant aux suites possibles qui pourraient être données à ce projet.

Aide à la décision ?

Certains participants pensent que, pour que cette simulation serve à prendre des décisions, il faudrait voir sur le terrain ce que ça donne, ou compléter ce travail par d'autres études. Le président du SAGE, le représentant des pêcheurs et l'association des amis des moulins, auraient voulu voir si les résultats « virtuels » obtenus pouvaient être transposés sur un cas concret, sur le terrain.

La DDT pense cependant que, en complément de l'étude fournie sur la même section du cours d'eau par le bureau d'études des 2 Morin, cette expérience pourrait servir à identifier les ouvrages qu'il faudrait araser ou non. De même, l'animateur du SAGE dit *« Les seuils du milieu on peut les supprimer, on l'a vu dans le modèle »*.

D'autres pensent que pour que le modèle serve à prendre des décisions, il faudrait qu'il prenne en compte d'autres facteurs. En effet, la DRIEE et l'animateur du SAGE soulignent qu'il ne prend pas en compte les sédiments, ni les modifications hydromorphologiques réalisées pour accompagner les arasements d'ouvrage. De plus, il faudrait que le modèle soit étendu à tout le linéaire du cours d'eau. *« Tester en direct ce que font les syndicats pendant une période de crue et faire un bilan ça pourrait aider pour la gestion. [...] Mais il faudrait affiner le modèle pour pouvoir dire 'Si on arase ça, voilà ce qui se passe' (Animateur du SAGE)»*.

Les scientifiques mesurent également les limites de ce que permet ce modèle: *« Cet outil ne suffit pas pour prendre des décisions, il faut une diversité d'outils. Le plus jouable c'est une utilisation pour faire apprendre aux participants les effets de la gestion des ouvrages par d'autres acteurs que les Morin, pour nuancer la position arasement vs. Tout garder. (Agronome) »*.

Outil de communication ?

Certains acteurs (l'animateur du SAGE et la DRIEE) pensent que cet outil pourrait surtout être utile pour la communication. *« Dans la prise de décision ça ne nous servira pas forcément, mais pour la communication et la concertation oui. (Animateur du SAGE)»* Notamment pour la communication auprès des propriétaires d'ouvrage cet outil pourrait aider à les convaincre ou à leur faire percevoir les conséquences des arasements. *« Ça a pu faire percevoir les choses différemment pour les gens réticents, leur donner une autre perception de la rivière. Et ça a appris des choses. Sur le côté pédagogique c'était bien. (Président du SAGE) »*

Changer les modes d'action publique

Cette expérience interroge la manière de faire de l'expertise (qui d'habitude se fait à travers les bureaux d'études) et la manière dont peuvent être mobilisées les connaissances scientifiques par les gestionnaires de l'eau. Elle interroge aussi la manière dont se construit l'action collective à travers les SAGE. Ces procédures pourraient accorder une plus grande place à la concertation et à la gestion de conflit

- Une concertation plus poussée ?

En allant plus loin dans la concertation et la co-construction de connaissances on a pu avec cette expérience répondre à des conflits autour de la question de la gestion des niveaux d'eau. La participante de la DRIEE souligne en effet qu'au-delà de l'aspect technique qui peut être apporté aux SAGE, l'aspect sociologique est important à prendre en compte également pour parvenir à une action collective.

« L'aspect sociologique est important pour améliorer l'organisation des commissions, cela peut nous aider à obtenir davantage de conciliation. (DRIEE) »

Il y a donc des formes de concertation à trouver, pour faciliter les discussions et les échanges au sein des SAGE.

Sur les Morin, et dans d'autres SAGE, les participants remarquent qu'il faudrait faciliter l'implication des acteurs locaux en améliorant la concertation.

« Je suis très critique sur la manière dont on travaille dans les SAGE. Il n'y a pas de co-construction. La science infuse livrée dans les réunions [des commissions] ne permet pas de s'appropriier les choses. Et il n'y a que comme ça qu'on peut faire adhérer à des projets. Dans les commissions thématiques il y a des échanges mais pas de co-construction. On pourrait imaginer la vie d'un SAGE avec des outils permettant une réelle implication. (Chambre d'Agriculture) » *« L'objectif d'un SAGE est que les gens s'approprient le milieu et les mesures à prendre. Aujourd'hui c'est très formalisé, très conceptuel. On ne s'appuie pas sur la réalité d'une vie de rivière. (Chambre d'Agriculture) »*

Par exemple, on pourrait imaginer qu'un bureau d'études s'occupe spécifiquement de l'animation et de la concertation.

- Une action publique progressive et adaptative

Cette expérience souligne l'importance d'avoir une action publique progressive et adaptative. Face aux incertitudes liées aux conséquences des arasements, adopter un mode d'action qui soit progressif, et adaptable en fonction des effets qu'on observe, pourrait être plus prudent.

La représentante de la DRIEE souligne cependant que les objectifs et la temporalité de la DCE ne laissent pas toujours le temps nécessaire pour savoir si un aménagement produit des effets positifs ou non. Ainsi, utiliser les données scientifiques déjà existantes sur le territoire peut être précieux.

« Si on fait des aménagements comme ça j'espère que ça en vaut la peine. Les modèles sont là pour nous le dire. A la fin du SAGE cet outil pourra être repris. Il permettra de structurer les actions et d'apporter une confiance aux gens qui mettent de l'argent. (Représentant de la Chambre d'Agriculture) »

Envisager d'autres mesures, moins coûteuses et plus simples à mettre en œuvre pour atteindre le bon état écologique a été peu discuté lors des ateliers. *« Si on a une eau de meilleure qualité c'est pas mal. Mais il faut regarder comment on le fait. Je pense qu'on peut faire des choses plus basiques qui amélioreraient beaucoup de choses. (Président du SAGE) »*.

- Maintenir une action locale

L'expérience souligne également la volonté des acteurs locaux de maintenir une gestion locale du cours d'eau, bien qu'il soit nécessaire d'avoir une vision globale des problèmes.

Le difficile équilibre entre action locale et globale, qui posait déjà question au début des ateliers, pose encore question. *« L'Agence verrait un fonctionnement global, cohérent sur tout le bassin. Est-ce plus judicieux de*

travailler à cette échelle ? ça désinvestit les gens du terrain. Il faut que les gens du terrain demeurent acteurs. (Association des kayakistes)»

Il est important de ne pas déposséder les acteurs locaux de leur rivière et de leur action sur la rivière. Même si la gestion se fait différemment par la suite, il faut que l'appropriation de la rivière par les habitants reste possible.

3.3.2.5 Conclusion en termes de compromis

Nous avons procédé à l'évaluation concrète d'une forme de médiation environnementale assez poussée.

Nous l'avons évaluée en considérant de prime abord les apprentissages que pouvaient en tirer les différents acteurs. Ces apprentissages sont à la base des changements de paradigme qui peuvent se produire chez les acteurs.

Ces ateliers sont une manière efficace de partager des connaissances afin de pouvoir atteindre un compromis et de lever la controverse autour de la restauration de la DCE.

D'un côté les élus sont capables de comprendre et intégrer les bienfaits de la continuité écologique, tout comme les représentants de l'Etat sont capables d'envisager d'autres manières de mettre en place la continuité écologique que l'arasement.

Le fait d'entrer dans les détails de la gestion d'une portion du Grand Morin a permis de découvrir des possibilités de conciliations d'intérêts.

Toutefois, le lien avec la procédure habituelle du SAGE doit encore être fait pour que cette expérience ait réellement un impact. Pour le moment aucune décision concrète n'a été prise suite à cette expérience et on peut se demander si ces conclusions seront reprises.

Cette expérience laisse cependant entrevoir des changements possibles dans les modes d'action collective et dans la manière de réaliser une concertation plus efficace au sein du SAGE, qui permette l'adhésion d'un plus grand nombre d'acteurs.

Ainsi, par exemple, lors de cette expérience, les associations ont eu plus de place que lors des commissions et leur point de vue a été beaucoup plus écouté. Le fait d'associer des scientifiques aux ateliers a contribué en partie à cette évolution. Les rapports de force ont donc évolué dans ce cadre, et il serait possible de poursuivre ce type de renforcement pour prolonger le rééquilibrage des positions des uns et des autres et de leur prise en compte.

Enfin, ouvrir un débat pour réfléchir aux limites du modèle, à ce qu'il permet ou ne permet pas de dire, pourrait aider les participants à reprendre les résultats du modèle pour soutenir leurs points de vue, et les argumenter scientifiquement. Il pourrait également être intéressant de refaire une session de cette simulation avec les acteurs de la CLE, et d'avoir un temps plus long de debriefing, pour qu'il soit possible de construire un compromis concret sur les ouvrages à araser et conserver, sur les options de gestion possibles, et que cela puisse être inscrit dans les mesures du SAGE.

3.3.3 *Changements de perception suite au processus de modélisation*

Nous résumons les changements de perception qui ont eu lieu en présentant les apprentissages individuels et collectifs (Daré, Van Paassen et al., 2010) que nous avons pu identifier.

Du côté des apprentissages individuels, on observe que, suite à cette simulation, les élus, qui avaient une vision segmentée du cours d'eau et qui connaissaient surtout leur section du Morin, ont mieux perçu le fonctionnement global de la rivière. Les interdépendances entre l'amont et l'aval ont été plus clairement

analysées, les rôles et les objectifs de chacun ont pu être mieux compris.

Les représentants de l'État et les scientifiques ont au contraire mieux perçus certains points clés de la rivière : la difficulté d'arasement des ouvrages dans les villes de Coulommiers et Crécy-la-Chapelle par exemple.

« Ce que j'ai appris le plus c'est vraiment à mieux connaître la rivière (...), avec les endroits clés, les endroits avec des difficultés, les endroits que l'on pouvait changer et ceux qu'on ne pouvait pas changer, où tout le monde était à peu près d'accord. [...] j'ai appris à mieux connaître le bassin, donc toutes ses aspérités et toutes ces petites choses que je voyais de manière plutôt générale avant. » Chercheur, bio-géo-chimiste.

Les perceptions des participants concernant les seuils et les vannages se sont complexifiées. Beaucoup d'acteurs ne connaissaient pas dans le détail le fonctionnement des vannes, ni l'impact exact de l'ouverture et de la fermeture des vannes sur les niveaux d'eau. Par exemple, ils ont vu de combien de vannes chaque ouvrage dispose, quels ouvrages ne fonctionnent pas, etc. Les acteurs ont réalisé que la gestion des vannages était complexe et ont compris l'intérêt des ouvrages.

Du côté des apprentissages collectifs, on note qu'une certaine confiance s'est construite entre les participants. (Claeys-Mekdade, 2009), Tous se sont rendu compte qu'ils cherchaient à préserver la ressource et qu'ils voulaient tous aller dans le sens d'une meilleure qualité de l'eau et d'une valorisation de cette rivière.

Par ailleurs, ils ont souligné qu'il y avait plus d'écoute entre eux que d'habitude.

« Tout le monde a appris à connaître un peu les autres. Quand on se met à la place des autres, on est sensibilisé à sa cause. Puis dans la discussion globale ça peut aider au compromis ». Animateur de la CLE.

Les membres de l'État ont reconnu qu'il était possible de restaurer une certaine continuité écologique sans arasement tous les ouvrages, et tous les participants sont ainsi parvenus à hiérarchiser les ouvrages à conserver et à arasement. Après cette simulation, les acteurs ont convenu que 3 ouvrages dans le secteur entre Crécy et Coulommiers n'ont pas d'impact sur les niveaux d'eau et pourraient être arasés. Ils sont également d'accord qu'il faudrait garder les ouvrages de Crécy et de Coulommiers ainsi que les ouvrages appartenant à des propriétaires privés.

Pendant le jeu, les participants ont été particulièrement attentifs à concilier tous les intérêts et usages, et ils ont pu observer que ces différents usages pouvaient être conciliables. La problématique de gestion des inondations et celle de la restauration de la continuité écologique peuvent être traitées ensemble.

« Tout le monde a tiré le navire dans le même sens. Tout le monde s'est pris au jeu. » Président de la Commission Locale de l'Eau

Les participants se projettent davantage dans les conséquences des arasements, donc dans le futur, et dans la manière dont on pourra ensuite gérer différemment le cours d'eau. Cet exemple concret et interactif permet de mieux se projeter.

La simulation a permis de montrer que les élus sont prêts à accepter certains arasements. Cependant, ce qui les inquiète est aussi de savoir ce qui sera mis en place ensuite : quelle gestion ? Quels changements du paysage ? Et il aurait fallu discuter des règles de gestion, et de l'acceptabilité concrète de ces arasements auprès des particuliers. Que pourrait-on mettre en place pour les associer à cette décision ?

Dans les réunions classiques du SAGE les inquiétudes des usagers et élus ne sont pas intégrées, ou uniquement dans une dynamique d'opposition avec les services de l'Etat et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. Il n'y a pas de co-construction comme ici, par crainte d'aboutir à une solution qui ne corresponde pas aux exigences de la DCE. On retrouvera sur l'Orge cette crainte de la contradiction.

Dans la simulation sur le Morin, personne n'a remis en question le fait qu'il fallait arasement des ouvrages. La

question portait sur les ouvrages qu'il était le plus intéressant d'araser et la gestion des vannes qui devait l'accompagner. Les élus sont tout à fait capables de comprendre et d'intégrer les bénéfices attendus de la continuité écologique, tout comme les représentants de l'Etat sont capables d'envisager d'autres manières de mettre en place la continuité écologique que l'arasement.

3.3.4 Que reste-t-il de ces ateliers un an plus tard ?

La suite logique de l'expérience serait d'approfondir les conséquences de l'arasement, pour parvenir à apaiser les réticences des élus, et pour prendre des décisions concrètes suite à cette expérience. Cependant, en observant les réunions du SAGE on constate que l'expérience de modélisation d'accompagnement est peu remobilisée dans les discussions.

1. Les incertitudes qui ont été soulevées lors de la simulation Science et SAGE ne sont pas rediscutées. Lors d'une réunion, une élue souligne que, d'après la simulation réalisée, même en effaçant totalement les ouvrages on ne rétablit pas forcément la continuité écologique, notamment à Tresmes et Coulommiers qui sont des points durs où il y a peu d'eau. L'animatrice lui répond en balayant cette incertitude et en rappelant que le Morin est en liste 1 et que la question ne se pose donc pas.
2. Il y a eu des échanges entre les modélisateurs et la Direction Départementale du Territoire, pour comparer cette expérience avec ce qui avait été fait par les bureaux d'études, mais ces échanges n'ont pas abouti.
3. Finalement, les acteurs soulignent que la simulation ne prenait en compte, ni les transports de sédiments, ni la morphologie du cours d'eau, et qu'il faudrait donc améliorer le modèle pour pouvoir vraiment s'en servir pour prendre des décisions.

On peut donc se demander quels sont les critères qui entrent en compte pour que le SAGE prenne la décision d'arasement des ouvrages. Est-ce que ces critères semblent plus fiables ou plus complets ?

Le choix des ouvrages prioritaires à araser est basé *a priori* sur une étude réalisée par un bureau d'études, qui regarde le taux d'étagement, le gain écologique potentiel, les usages,... Il classe ensuite les bénéfices des arasements selon ces critères.

Cependant, au final, les ouvrages Grenelle (prioritaires pour l'arasement) ont été définis d'après les critères suivants :

- o L'un (le moulin du pont) car il a été identifié comme un point noir à la continuité écologique avec un gain potentiel écologique fort en cas d'arasement.
- o Pour les autres ouvrages, il n'y a pas de critère de désignation "technique" et la décision d'arasement s'est basée sur un critère d'opportunité (le propriétaire souhaitait araser son ouvrage). C'est le cas pour Montblin qui n'avait pas été préconisé à l'arasement dans l'étude.

L'animatrice du SAGE elle-même ne semble pas bien saisir la logique d'ensemble qui a conduit à ces décisions.

Par ailleurs, les actions sur le territoire continuent à être peu coordonnées. Ainsi l'Agence de l'Eau continue à affirmer que la continuité ne peut être obtenue par une simple gestion des vannes, tandis qu'une mairesse voudrait faire de l'hydroélectricité sur son ouvrage.

De l'avis des représentants de l'État, les actions et mesures proposées dans ce SAGE sont peu ambitieuses. Ils ont le sentiment qu'ils ont eu du mal à recueillir la volonté des acteurs pour leur territoire, à construire un projet de territoire. Pour les représentants de l'Agence de l'Eau, le bureau d'études était trop technique. En effet, les débats lors des réunions du SAGE étaient souvent très techniques, et se résumaient parfois à un dialogue entre l'Agence et le bureau d'études. Il n'était pas forcément évident pour tous les acteurs de trouver leur place dans le débat. De fait, une élue souligne en entretien qu'elle « *a besoin de s'approprier les*

mesures, ce n'est pas évident. »

Finalement les représentants de l'Etat ont une volonté réelle de mobiliser les acteurs sur le territoire mais ils se sentent démunis en termes d'outils pour y parvenir. En cela, l'expérience menée entre scientifiques et membres du SAGE pourrait permettre de faire émerger un projet de territoire et de mieux s'approprier les différents sujets abordés par le SAGE.

L'expérience de modélisation participative Science et SAGE change la manière de faire de l'expertise mais elle ne parvient pas à modifier substantiellement la manière de prendre des décisions. En effet, chacun partage ses connaissances, elles sont toutes mises au même niveau, il y a un échange direct avec les scientifiques, donc l'appropriation des concepts est plus facile, et les apprentissages sont facilités. De plus, la médiation du modèle permet de discuter d'un exemple concret et de sortir des discussions générales. La médiation des scientifiques, qui sont extérieurs à la décision, est également importante pour permettre des négociations, et tester de nouveaux scénarios.

Le décalage par rapport au contexte habituel de la décision est nécessaire pour élaborer des compromis et libérer les discours, décrier les oppositions, mais ensuite, le retour à la sphère de la décision n'est pas facile.

Cependant, ce genre d'expérience où chacun exprime son point de vue, et qui permet de dégager une vision commune des problèmes et un intérêt commun qui est le bon fonctionnement et la bonne gestion de la rivière, est justement ce qui semble manquer au SAGE. A partir de là il serait possible de construire un projet de territoire, un projet dans lequel on peut imaginer de réguler certaines pratiques (de loisirs) en fonction de niveaux d'eau permis par le système de vannages, on peut s'entendre sur ce qui fait patrimoine dans l'ensemble des ouvrages, sur ce qu'il convient de faire et ce à quoi on peut s'attendre en matière de restauration écologique au-delà du simple effacement des obstacles à la continuité...

Ainsi, on voit malgré tout que certains acquis en termes de dynamique collective semblent se répercuter dans les réunions du SAGE.

Avant : Durant la phase de rédaction des scénarios, en 2011-2012, l'Agence n'était que peu présente durant les commissions traitant des inondations, et les élus étaient peu nombreux durant les commissions traitant de la restauration des milieux aquatiques et humides.

Après : Durant la phase de rédaction, en 2013, le travail semble se faire davantage de concert. L'attitude de l'Agence a changé, bien qu'elle ait toujours un discours assez technique. Elle a insisté pour qu'il y ait davantage d'échanges avec les commissions thématiques pour la rédaction du PAGD (Plan d'Aménagement et de Gestion Durables). Une représentante de l'Agence souligne ainsi : « *La priorité est à l'émergence sur le territoire. Qu'ils se l'approprient et c'est eux qui décident.* »

Une autre représentante de l'Etat souligne par exemple que dans le document « stratégie » du SAGE, il faut insister sur le lien entre politique de gestion des inondations et continuité écologique. Les membres de la DDT insistent sur le fait qu'il faut être prudent quand on lance des arasements.

Enfin, le représentant des pêcheurs, qui est foncièrement pour l'arasement de tous les ouvrages et le rétablissement de la continuité écologique, semble lui aussi faire des concessions.

Le jeu d'acteur s'est donc transformé. Non seulement les positions des acteurs ont évolué mais encore certains élus et représentants des usagers sont davantage capables de prendre position face aux autres, de demander des précisions. Ils semblent plus à l'aise. L'Agence fait davantage d'efforts pour expliciter les sigles ou les mesures préconisées par la Directive Cadre sur l'Eau.

De plus, bien que l'expérience soit peu remobilisée directement dans les choix d'ouvrages à araser, les échanges entre scientifiques et membres de la CLE continuent en parallèle des réunions du SAGE, par des échanges de rapports et des discussions.

3.3.5 Conclusion

Nous avons procédé à l'évaluation concrète d'une expérience de modélisation participative. Nous avons observé des apprentissages et des changements de perception. Ces apprentissages sont à la base des changements qui peuvent se produire dans les modes d'action collective et dans la dynamique des réunions.

Cependant, la sphère de la décision a déjà sa rationalité propre. Cette démarche ne s'inscrit pas dans la démarche habituelle de l'élaboration d'un SAGE (qui d'ailleurs n'est qu'un moment et qu'un lieu parmi les nombreuses instances et phases de la décision d'aménagement) et, par conséquent, il est difficile de la remobiliser dans le cadre d'un choix réel d'arasement. Les critères de décision sont en fait peu explicites et semblent issus d'un compromis entre des gains écologiques potentiels et des opportunités politiques.

Il faudrait explorer dans quelle mesure une expérience comme celle-ci pourrait permettre de donner des grandes orientations selon les représentations des acteurs du territoire, donc plus en amont de la décision. Dans ce contexte, elle serait peut-être plus facilement remobilisable.

En effet, la continuité écologique a une pluralité de sens pour les acteurs du territoire, et il peut être riche de discuter et d'approfondir cette polysémie. La rivière n'est pas uniquement un potentiel écologique mais un bien commun aux usages multiples. Bien que la continuité écologique paraisse discutable à nombre d'acteurs locaux, le débat qui s'engage autour de cette notion peut être productif. En effet, cela pousse les acteurs locaux à se poser la question du rôle des ouvrages, à conceptualiser leur fonctionnement et leur interaction, à relativiser les bénéfices écologiques ou les bénéfices en termes de régulation des inondations qu'on peut attendre de leur existence ou de leur suppression.

3.4 Plateforme interactive à l'échelle communale : Ateliers de sensibilisation des habitants

En complément de l'expérience d'accompagnement relatée précédemment, une dernière expérience a été conduite en direction des riverains du bassin versant des Morins. Entre le 2 mai et le 15 août 2013, la plateforme Sciences et SAGE (RA PIREN Seine, 2013), a été utilisée au cours d'ateliers de sensibilisation des habitants de la commune de Mouroux en Seine-et-Marne aux rôles des ouvrages, aux procédures de gestion de la rivière et aux enjeux de continuité écologique sur la rivière du Grand Morin.

Le projet a consisté à :

- Inviter les habitants de la commune de Mouroux à participer à des ateliers ;
- Organiser et animer ces ateliers d'utilisation de la plateforme de simulation ;
- Recueillir l'avis des participants, pendant et après l'atelier, sur la gestion de la rivière et les aménagements possibles des ouvrages ;
- Evaluer l'impact des scénarios d'aménagement de la rivière élaborés par les participants de la commune de Mouroux durant les ateliers. Les impacts évalués sont : le régime de la rivière, les inondations, les assèchs, la circulation des poissons, la navigabilité des canoës-kayaks et les coûts d'aménagements.

3.4.1 Méthode mise en place : la simulation participative

La plateforme de simulation utilisée est la même que celle développée dans le cadre du projet Science et SAGE. Elle a été présentée aux habitants de la commune Mouroux ayant participé aux ateliers de sensibilisation comme un outil permettant de modéliser des scénarii d'aménagement et d'observer leurs impacts sur les 40 km en aval de la rivière du Grand Morin, en termes de débit et hauteur des différents

tronçons de rivière, de navigabilité pour les canoës-kayaks, de circulation des poissons, d'inondations, d'assecs et de coûts d'aménagements.

3.4.1.1 Mise en place d'un atelier de simulation participative

L'utilisation de la plateforme s'est faite selon un principe identique à celui déployé pour le projet Sciences et SAGE. Les ordinateurs de la plateforme ont été reliés en réseau, chacun permettant de piloter un aspect spécifique de la gestion et/ou de l'usage de la rivière (les « rôles »). Les participants ont été réparties au hasard entre les six rôles de la simulation : le rôle de l'agence de l'eau (AESN), le rôle des kayakistes, les rôles des syndicats de gestion de la rivière amont et aval, le rôle des propriétaires privés d'ouvrages sur la rivière et le rôle de l'observateur piscicole. Pour faciliter le dialogue entre les participants nous avons disposé les ordinateurs en forme de U. Un ordinateur « serveur » assure la synchronisation de toutes les données entre les différents postes, et la projection sur l'écran central des conséquences de toutes les actions saisies (ouvertures et fermetures vannages, aménagements ouvrages, rugosité des poissons et distances navigable par les kayaks) par les différents rôles. Il projette également les débits, la vitesse et les niveaux d'eau sur l'ensemble de la rivière.

Devant chaque poste informatique, nous mettions à disposition des participants une carte de la localisation, et caractéristique des ouvrages, une fiche de rôle contenant les informations sur les règles du jeu et les options de gestion du rôle concerné, une fiche explicative de l'interface informatique et un livret contenant des sorties de simulations de scénarios type. A la fin de chaque atelier, un manuel de formation contenant l'ensemble des diapositives de la présentation de l'atelier a été remis aux participants.

3.4.1.2 Déroulement d'un atelier type

Les ateliers se sont déroulés en cinq phases successives :

1. Présentation des enjeux et explication de la plateforme de simulation,
2. Réalisation d'une première simulation sans intervention des participants,
3. Réalisation d'une deuxième simulation opérée par les participants, mais sans qu'ils se concertent entre eux,
4. Réalisation d'une troisième simulation opérée par les participants après qu'ils se soient concertés,
5. Bilan des simulations et débat sur les enjeux.

Dans la première phase, après les présentations réciproques, nous avons présenté le déroulement de la séance, le contexte réglementaire de la politique de gestion de l'eau en Europe et en France, les différentes phases de co-construction de la plateforme Sciences et SAGE et les possibilités de gestion des ouvrages.

Dans la deuxième phase, nous avons fait tourner le scénario zéro avec tous les ouvrages fermés, du 1er janvier 2011 au 28 février 2011, jour après jour, pour montrer et expliquer aux participants le mode de fonctionnement de la plateforme. A la fin de la simulation, nous avons effectué le bilan et discuté ces résultats avec les participants.

Dans la troisième phase, nous sommes passés poste par poste pour expliquer à chacun des participants individuellement le fonctionnement de l'interface informatique avec laquelle il allait devoir interagir durant les phases suivantes ; où se trouvent les informations dont il a besoin et comment il doit effectuer les actions correspondant à son rôle.

Ensuite dans la même phase, une nouvelle simulation (gestion sans concertation de la rivière) a été refaite à la même date avec le contrôle d'une partie de la plateforme par les participants qui ont décidé de façon individuelle des actions à réaliser en fonction des différentes alertes. A la fin de la simulation le bilan a été

fait, le résultat et le ressenti de chaque participant ont été exprimés.

Dans la quatrième phase, une réunion de concertation de 10 minutes est convoquée par le rôle de l'AESN afin de définir ensemble un nouveau scénario de gestion des vannages en tenant compte des contraintes et intérêts de toutes les parties présentes. A la suite de cette réunion, une nouvelle simulation a été réalisée (gestion concertée de la rivière) à la même période (du 1er Janvier au 28 février 2011) avec toujours le contrôle d'une partie de la plateforme par les participants. En fonction des objectifs fixés lors de la réunion de concertation, des situations d'alerte et sollicitation des différents participants, chaque personne a réalisé ses actions. Notons, que toutes les actions qui avaient été effectuées sur la plateforme à la phase 3 ont été annulées avant de faire cette nouvelle simulation.

A la fin de la simulation, un bilan a été réalisé ; les trois scénarios ont été comparés et discutés. A tour de rôle, chaque acteur a exposé son avis par rapport aux résultats des trois scénarios et son ressenti.

3.4.1.3 Participants de la commune de Mouroux aux ateliers

Notre ambition en termes de participation des riverains était estimée à hauteur de 36 participants (soit 0,781% de la population de Mouroux) répartie en trois ateliers avec 12 participants par atelier.

Il n'y a pas eu de sélection des participants à proprement parler mais plutôt le choix de diffuser le plus largement possible une invitation à participer. Les citoyens répondant à cette invitation envoyée par la mairie pouvaient participer.

Pour cela, une annonce contenant un bulletin d'inscription aux ateliers "Visions futures du Grand Morin" a été rédigée et envoyée à la Mairie pour validation. Ensuite après validation, l'annonce a été imprimée par la mairie en mille exemplaires et distribuée à partir du 10 juin 2013 par la police municipale dans les boîtes aux lettres des citoyens de Mouroux. Les bulletins d'inscriptions devaient être retournés à l'adresse de la mairie le plus tard le 20 juin 2013 où une urne a été ouverte pour l'occasion. Nous avons aussi affiché des annonces à la mairie et au niveau de certains endroits stratégiques de la commune.

Sur 1000 invitations envoyées aux habitants de la commune de Mouroux, 14 personnes (soit 0,303 % de la population) dont 3 femmes se sont inscrites aux ateliers de sensibilisations. Pour la participation à ces ateliers, 6 personnes se sont inscrites pour la date du 08/07/2013, 3 pour la date du 15/07/2013 et 7 personnes avec choix multiple pour les dates du 15 et 20/07/2013.

Au total nous avons réalisé 2 ateliers sur les 3 prévus avec une participation de 11 personnes (soit 0,238 % de la population) dont 4 participants (dont une femme) à l'atelier du 08/07/2013 et 7 participants (dont une femme) à l'atelier du 20/07/2013. Parmi ces 11 participants dont l'âge se situe entre 49 ans et 74 ans, seulement 8 ont accepté de participer aux entretiens individuels directs dont 3 participants à l'atelier du 08/07/2013 et 5 participants à l'atelier du 20/07/2013.

Sur les 11 participants aux ateliers de sensibilisation sept sont membres de l'Association Agrée pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (AAPMA) "La Loche de Mouroux", un est maire adjoint, trois sont membres des sages de Mouroux (Association des sages de Mouroux dont le maire adjoint est l'un des membres), deux sont conseillers municipaux (dont l'un est membre de l'AAPMA).

Par rapport à la cible, c'est donc moins la population lambda qui s'est intéressée aux ateliers de sensibilisation. Finalement c'est massivement les usagers et les élus locaux qui ont répondu à l'invitation. La cible visée par les ateliers s'est révélée inaccessible.

3.4.1.4 Recueil de données et entretiens

Les ateliers ont été enregistrés à l'aide d'un dictaphone ainsi qu'une caméra vidéo. Quelques jours après les

ateliers, des entretiens individuels d'une durée de 30 à 45 mn ont été réalisés avec les participants pour recueillir leurs avis et leurs interrogations par rapport à la rivière et à la problématique de la continuité écologique, leur vision de l'aménagement de la rivière ainsi que leurs intérêts pour la participation aux ateliers. Voir guide d'entretien (annexe 3) et les synthèses des entretiens individuels à l'annexe 4 (1 à 8).

3.4.2 Résultats et Discussion

3.4.2.1 Scénarios réalisés et résultats

L'analyse des résultats nous montre que la rugosité moyenne des différentes espèces de poissons rencontrées dans la rivière du Grand Morin qui correspond à la difficulté pour un poisson de franchir un ouvrage a fortement baissé. Elle est passée de 623 à la référence tout fermé (probabilité faible) à 507 au scénario1 (probabilité forte) pour les truites, de 739 à 618 pour les brochets et de 666 à 551 pour les barbeaux. Cela est dû au cofinancement de l'abaissement d'un ouvrage par l'AESN à hauteur de 80% soit 80000€ et les propriétaires privés à hauteur de 20% soit 20000€, mais aussi à l'autofinancement pour l'aménagement de 4 passes à poissons par le syndicat aval.

On constate que les kayakistes ne sont pas satisfaits des conséquences de ces actions qui ont entraîné une baisse du nombre de jours avec 25 km navigables de 9 à 1 jour (Tableau. 2). Nous constatons également que l'AESN n'est pas très satisfait de ce résultat parce que beaucoup d'ouvrages n'ont pas été aménagés pour l'atteinte des objectifs de la DCE. Cela peut être dû à la réticence réciproque entre acteurs à cause du manque de concertation avec les gestionnaires locaux.

Le syndicat aval très satisfait de l'autofinancement de trois passes à poissons qui ont eu une répercussion sur la rugosité moyenne des poissons, n'était pas au courant de la possibilité d'avoir des subventions de la part de l'agence. Le syndicat amont, très réticent et totalement indifférent par rapport au jeu est resté tout au long de la partie préoccupé de la qualité de la ressource eau. La représentante des propriétaires privés, n'ayant pas de connaissance sur la rivière est satisfaite d'avoir aménagé une passe à poisson qu'elle pense être bénéfique pour la circulation des poissons.

Enfin, l'observateur piscicole est très satisfait du résultat et du fait que les ouvrages non pas été aménagés. Pour lui la situation serait mieux avec la référence « tout fermé » car dans ce cas les sédiments pollués des zones industrielles comme Premol ne vont pas polluer les poissons introduits par l'AAPMA chaque année «Que nos poissons aillent bouffer des détritiques de ces zones polluées, ça ne nous intéresse pas.»

3.4.2.2 Attitudes des participants sur le SAGE et à la continuité écologique

A travers nos observations pendant les ateliers et les entretiens individuels de recueil d'opinion réalisés, nous avons regroupé les participants en trois profils types :

Ceux qui ont une connaissance limitée de la rivière

Ce groupe est composé de personnes du conseil municipal et de membres de l'association des sages de Mouroux qui souhaitent être informés de tout ce qui se passe dans la commune « Je fais partie des sages, j'aime bien être au courant de tout ce qui se passe dans la commune de Mouroux ». Ils habitent loin de la rivière, en hauteur. Pendant l'atelier ces participants n'ont pas dit grand-chose sur la rivière, ils ont manifesté une certaine réserve qui peut s'expliquer par le caractère novateur des ouvrages (vannages, seuils et passes à poissons) à Mouroux et le long de la rivière du Grand Morin et leur mode de fonctionnement « Au début quand on m'a parlé de vannage, je pensais que c'était le nettoyage du bord des rivières. Nous on ne savait rien de tout ça ».

Les entretiens individuels montrent d'une part que ce groupe était réticent par rapport aux rôles des gestionnaires par manque de compétences nécessaires et de peur de se tromper, et d'autre part qu'ils étaient contents de prendre cas même des décisions importantes pour la rivière et de voir les conséquences grâce à la plateforme de simulation « C'était bien, justement ça me donnait l'impression de prendre des décisions qui pouvaient être importantes pour la rivière. J'ai investi et je me suis aperçue après que ça ne faisait pas grand résultat. Donc c'était mieux de ne pas investir, mais c'était bien. »

Ceux qui ont une meilleure connaissance de la rivière et qui prennent position contre l'effacement des ouvrages

Ce groupe est composé uniquement de pêcheurs appartenant à l'AAPMA 'La Loche de Mouroux'. Ils sont contre les orientations du SAGE. Ils sont opposés à toutes actions d'ouvertures et de suppressions des vannages pour la restauration de la continuité écologique le long de la rivière du Grand Morin et particulièrement sur Mouroux. Ils pensent que la politique nationale de restauration de cette continuité écologique est faite par des gens qui ne connaissent pas la rivière. Par manque d'information, ils sont pessimistes quant à l'intérêt de discuter avec les gestionnaires et sont plutôt dans une logique protestataire «on sait que les décisions sont déjà prises, nos ouvrages seront effacés, nous allons nous battre jusqu'au bout». Ce positionnement se manifeste même à l'égard de la fédération de pêche «on veut savoir de quelle sauce nous allons être mangés. Déjà la fédération de pêche nous a fait du forcing parce qu'elle voulait absolument qu'on dise oui aux suppressions des vannages et à l'ouverture des vannes en hiver. Et nous on se bat contre, parce qu'on estime dans le cas de Mouroux avec un vannage à clapet qui s'ouvre vers le haut et non par le bas c'est-à-dire qu'on la baisse ou pas, les sédiments ne circulent pas. On n'est pas d'accord nous».

Les entretiens individuels montrent que l'outil de simulation participative a paru intéressant pour ce groupe. Bien que connaissant la rivière, l'outil a permis d'avoir une vision plus globale de la rivière avec ses multiples gestionnaires, de voir en temps réel les répercussions que peuvent avoir les actions effectuées et les échanges des points de vue. «Les échanges des points de vue, c'est ça qui est très bien, on pouvait discuter sans élever la voix et puis les diapositives et la présentation avec les schémas nous ont beaucoup surpris et facilité la compréhension».

Ils étaient également très pointilleux sur la qualité des résultats fournis par l'outil de simulation et ont su se montrer critiques quant aux limites de la plateforme.

De l'avis général de ce groupe et de l'ensemble des pêcheurs la rivière idéale serait le Grand Morin comme il est actuellement sans pollution latente dont l'entretien est assuré par les services compétents en collaboration avec les associations de pêche : «la rivière idéale, ça serait une rivière dont les berges sont consolidées, avec un bon niveau d'eau comme actuellement et puis bien propre, sans pollution latente».

Ceux qui ont une meilleure connaissance de la rivière et qui manifestent la volonté d'utiliser la plateforme pour simuler, voir les conséquences avant de se prononcer

Ce groupe est composé à la fois de personnes de l'AAPMA et de personnes de la mairie de la commune de Mouroux. Ces participants sont favorables à la discussion et considèrent le SAGE comme endroit pour le débat et discussion comme quelque chose de positif «Je me sens concerné en tant que défenseur des milieux aquatiques. Pour donner mon avis pour ne pas qu'on fasse n'importe quoi dans la rivière».

De l'avis de ce groupe ce n'est pas le rôle tenu par l'acteur qui compte, ce sont les actions effectuées et la manière dont réagit la rivière suivant les actions pratiquées (ouvert, fermé, effacé,...) qui requièrent une attention particulière. Pour eux, le temps affecté aux ateliers est insuffisant. Selon eux, il serait préférable de

le faire en deux jours. Soit un jour de théorie et le second consacré à la pratique. Soit, dans une moindre mesure, une journée entière dont la matinée serait consacrée à la théorie et l'après-midi à la simulation de différents scénarios possibles afin de voir le plus adapté au contexte de Mouroux et du Grand Morin en général. Ils sont aussi satisfaits de savoir que l'AESN dispose de moyens financiers pour financer des travaux d'aménagement d'ouvrages : « J'ai appris qu'il y avait des possibilités, des moyens financiers qui pourraient éventuellement amener un plus par rapport à la situation actuelle ; parce que si on a des vannages qui ne fonctionnent plus ou qui sont mal conçus, il vaut mieux les supprimer ». Ils pensent aussi que les délégués des syndicats de rivière devraient également bénéficier des ateliers de la même nature. Car les échanges y ayant cours leur permettraient de prendre des décisions adéquates sur le devenir de la rivière.

Les entretiens individuels montrent que ce groupe est sceptique par rapport à l'implication de la population locale à ce genre d'activité. Pour eux, il serait préférable de faire participer des responsables d'un domaine donné qui, par la suite, pourront diffuser les différents moyens de communication jugés pertinents, et impliquer les médias dans une optique de sensibilisation de masse au niveau local. Cette démarche favoriserait une meilleure connaissance du SAGE.

3.4.2.3 Limite de la méthode de simulation participative

La méthode de simulation participative mise en place sur la commune de Mouroux a également montré certaines limites, notamment du fait que certaines personnes maîtrisent l'outil informatique alors que d'autres ne sont pas familières de l'outil informatique.

Des personnes qui maîtrisent l'outil informatique

D'après nos observations, les participants maîtrisant l'outil informatique semblaient plus à l'aise pendant les débats et l'utilisation de la plateforme. Dans ce sens, M. Etienne (2010) écrit : « La possibilité de le manipuler permet à un participant de mieux comprendre le fonctionnement d'un outil et ses résultats ». Ces caractéristiques s'observent chez les participants dont l'âge varie entre 49 et 65 ans. Ils sont majoritairement favorables à participer à d'autres activités de sensibilisation avec l'outil informatique. Les participants se disent satisfaits de la plateforme Sciences et SAGE dans la mesure où son usage leur aura permis d'observer des changements concrets : « On est satisfaits que ça se passe comme ça, que ça ne soit pas seulement des explications avec des tableaux. Là, il y a un outil avec lequel on peut effectuer des actions et observer les conséquences. »

Des personnes non familiarisées à l'outil informatique

Les résultats semblent montrer que la méconnaissance et/ou la non-maîtrise de l'outil informatique induit une mauvaise appropriation de la plateforme. Cela s'est notamment observé chez les personnes âgées (entre 60 et 74 ans). Sachant que cette tranche de la population est très impliquée dans les différentes activités de la commune, on est en droit de questionner les conséquences de cette réalité. Les entretiens individuels montrent que la plupart des personnes de cette catégorie ne souhaitent plus participer à d'autres ateliers de sensibilisation impliquant l'usage de l'outil informatique. C'est du moins ce qui ressort des discours : « Peut-être je vais participer à d'autres ateliers de sensibilisation ou de concertation, mais s'il y a de la manipulation informatique, ce n'est pas pour moi. »

3.4.3 Conclusions et recommandations

D'une manière générale, on peut dire que la plateforme Sciences et SAGE a permis aux participants d'expérimenter des actions d'aménagement de la rivière et d'en apprécier les conséquences. Ces actions ont

servi de point d'ancrage aux débats qui s'en sont suivis. Suite aux scénarios qui ont été construits par les participants durant les ateliers et aux entretiens individuels que nous avons eus avec eux après les ateliers, nous pouvons établir un certain nombre de recommandations.

Le SAGE en construction communique avec les services de l'État, les associations et les communes qui veulent suivre son élaboration et sa mise en œuvre. Ce qui n'est pas le cas avec le grand public. Expression d'une stratégie de communication ou défaillance stratégique ? Des échanges avec le SAGE des 2 Morin d'une part, et les membres de l'association "La Loche de Mouroux" d'autre part, laissent envisager aussi bien une absence ou mauvaise information, que des interprétations susceptibles d'entraîner des blocages/résistances. De fait, "La Loche de Mouroux" n'est pas inscrite aux commissions de communication du SAGE. Ce qui a pour conséquence de la soustraire du soutien multiforme que pourrait potentiellement lui apporter le SAGE. Une première recommandation est qu'il serait souhaitable de sensibiliser les associations du département à s'inscrire à la commission de communication du SAGE et de continuer ces ateliers de sensibilisation dans les autres communes du territoire des Deux Morin afin de susciter le débat et améliorer les résultats auxquels nous avons abouti.

Il est apparu que les pêcheurs étaient particulièrement opposés au projet de continuité écologique. Pour une grande partie d'entre eux, la rivière idéale est celle qu'ils ont actuellement sans la pollution. Ils ont en effet semblé bien plus intéressés par la qualité de la ressource eau que par la quantité. Ce qui pourrait contribuer à expliquer la réticence manifestée par certains participants quant à la plateforme et à la participation aux entretiens individuels.

Enfin, nous avons un certain nombre de recommandations pour améliorer la participation des habitants et la tenue des ateliers de simulation participative. Notons tout d'abord que, d'après les résultats de ce projet, il faut s'attendre à une participation d'environ 3% des habitants (soit 1/1000). Par ailleurs, dans un processus d'accompagnement comme celui expérimenté à Mouroux avec la participation d'élus locaux, pêcheurs et membres de l'association des sages il faut s'attendre à ce que certains participants, malgré leur volonté de s'impliquer, ne puissent pas prendre part au débat du fait des nouvelles technologies auxquelles beaucoup peinent encore à adhérer.

Pour pallier cela, il conviendrait de :

- o Mentionner sur les invitations à envoyer aux participants les niveaux de maîtrise de l'informatique (faible, performant, aucun niveau) ;
- o Prévoir des binômes composés d'une personne maîtrisant l'outil informatique et d'une autre qui n'est pas familiarisée à l'informatique ; ou des personnes qui vont accompagner les participants non familiarisés à l'informatique ;
- o Faire des ateliers de simulation sans outil informatique pour les participants non familiarisés à l'informatique.
- o En vue d'améliorer la plateforme Sciences et SAGE, il serait également intéressant d'envisager des ateliers participatifs :
- o Impliquant un nombre de participants variable (de trois à six joueurs) ;
- o Sur une durée plus importante ;
- o Avec des bilans de scénarios prévus à l'avance afin de pouvoir montrer aux participants une variété d'options possibles et de susciter le débat au cas où les participants ne veulent pas ou ne peuvent pas effectuer des actions à cause des préjugés.

Cette flexibilité et ces différentes améliorations pourraient octroyer une meilleure marge de manœuvre de part et d'autre, et garantir de meilleurs résultats dans le cadre de futurs ateliers.

3.5 Réflexions comparatives sur l'utilisation de la modélisation d'accompagnement dans le cadre de SAGE

Le 14 octobre 2014, le PIREN-Sein co-organisait un atelier de réflexions rassemblant scientifiques et gestionnaires ayant participé ou suivi à la réalisation de projet de modélisation d'accompagnement dans le cadre de SAGE. L'objet de ce séminaire était de rassembler les compétences, les expériences et les avis de l'ensemble des intervenants afin de réaliser un bilan collectif des projets réalisés en France sur ce thème. Plus de 25 personnes, originaires de différents organismes (Acteon, AESN, animateurs de SAGEs, CNRS, Creseb, DDT, DREAL, ENPC, Envilys, INRA, IRSTEA, Lisode, Mines Paris-Tech, Observatoire parisien de l'eau, Sedif, Université Paris 1, Université de Rouen et Université Pierre et Marie Curie) ont participé à ce bilan collectif.

A l'issue de ce séminaire, le groupe est parvenu à identifier deux cas type pour lesquels une démarche de modélisation d'accompagnement se révèle particulièrement utile pour un SAGE

- Pour fédérer les différents protagonistes, faire naître un engagement, et faciliter l'implication de tous les acteurs lors des études préliminaires (contribution à la définition du périmètre, des acteurs concernés, à la création de commissions thématiques et des enjeux qui y sont attachés), voir en accompagnement des étapes d'état des lieux initial et de diagnostic ;
- Pour débloquer des situations de divergences fortes sur les orientations ou les modalités d'action du SAGE, dans les étapes tendances et scénarios, choix de la stratégie et mise en œuvre.

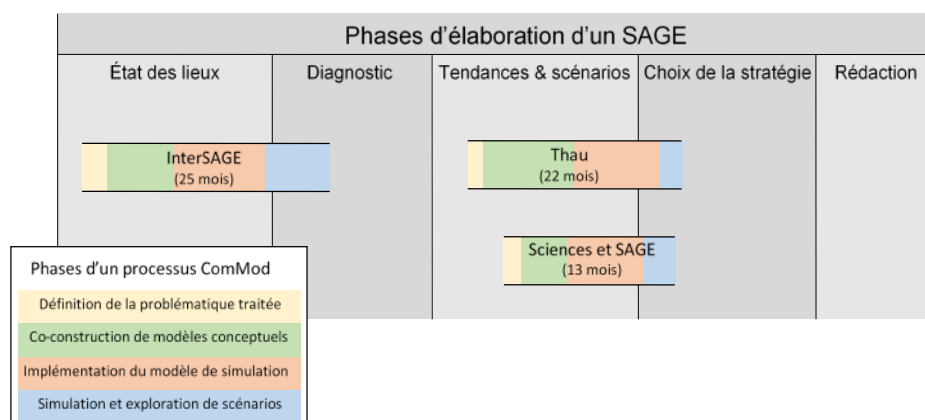


Figure 10 La planification des démarches ComMod dans le cadre d'un SAGE (l'exemple de 3 projets déjà réalisés)

Par ailleurs, le groupe a émis des recommandations à destination des animateurs de SAGE qui souhaiteraient mettre en place une telle démarche.

Il est avant tout nécessaire de bien définir l'articulation de la démarche ComMod dans le SAGE. Le porteur du projet doit définir à quel moment cet outil sera le plus utile, quels apports il attend pour son SAGE, quels objectifs sont attendus, etc. afin de bien faire le lien entre les résultats de la modélisation, et les décisions du SAGE.

En outre, les porteurs du SAGE doivent être conscients de certains prérequis :

- il faut accepter une part d'incertitude dans la compréhension du système étudié. La démarche ne peut effectivement pas décrire toutes les complexités des problématiques, et peut également en déceler de nouvelles ;

- par ailleurs, il faut consentir à s'engager dans un processus dont l'issue n'est pas prédéfinie du fait de la dynamique de groupe qui a sa propre trajectoire ;
- finalement, les porteurs du SAGE doivent accepter que leur choix initiaux soient remis en question et susceptibles d'ouvrir des débats.

Les effets positifs de cette démarche pour le SAGE ont été listés :

- ouvrir le dialogue entre les membres de la CLE,
- projeter le système dans le futur en y appliquant les dispositifs envisagés,
- créer et utiliser un langage commun entre les différents acteurs,
- requalifier les enjeux du territoire et mobiliser les connaissances,
- changer les rapports entre les acteurs.

Enfin, le groupe a dressé un certain nombre de recommandations à destination des organismes susceptibles d'accompagner le déploiement de cette démarche et son transfert vers les acteurs des territoires.

- Encourager les projets pilotes. Mettre en place des projets ComMod non portés par la recherche, sur des territoires relevant des cas 1 ou 2 développés précédemment. Des financements devront être trouvés au niveau des agences ou syndicats et les animateurs de SAGE et/ou aux bureaux d'études associés devront se former à ces méthodologies innovantes
- Améliorer la communication. Réaliser un catalogue des expériences ComMod, mettant en évidence les réussites et les écueils à éviter. Le contenu du catalogue devra être adapté au public visé, en évitant le jargon, et en incluant des témoignages d'acteurs. Le but est de mieux expliquer aux acteurs des SAGES les apports des démarches ComMod. Il est également important de définir un sous-titre à « ComMod » qui explicitera ce que signifie cette démarche.
- Standardiser les outils. Pour minimiser l'investissement en temps et compétences informatiques, il faut réfléchir à une standardisation minimum de l'outil de simulation (du type « boîte à outils ») qui permette à des bureaux d'études ou des animateurs de SAGE de prendre en main le développement d'un modèle de simulation adapté au contexte. Il faut toutefois être attentif au fait qu'un outil standardisé peut potentiellement orienter les questions traitées. Ceux utilisés dans le cadre des SAGES devront donc être suffisamment souples pour permettre à la co-construction de se réaliser pleinement

3.5.1 Le point de vue du groupe technique national SAGE

Alors que la section précédente présentait la façon dont l'usage de la modélisation d'accompagnement avait été perçu par des acteurs (scientifiques comme gestionnaires) ayant participé à de tels projets, cette section restitue l'avis d'une commission nationale sur l'utilisation de cette démarche. La commission en question est le groupe technique national SAGE (GT SAGE) qui rassemble des agents des agences de l'eau et de l'ONEMA, des représentants des DREAL, CG, CR, DDT et des animateurs de SAGE. Ce groupe se réunit plusieurs fois par an au Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, et sa mission est le suivi et l'accompagnement de la mise en œuvre de la procédure SAGE sur le territoire.

Nous avons été invité à présenter les résultats des travaux de Sciences et SAGE et du séminaire ComMod et SAGE au groupe technique national SAGE le 31 mars 2015.

Les membres du GT SAGE ont marqué un vif intérêt pour la démarche, ses apports (tels que cités plus haut) et la façon dont elle peut accompagner certaines phases d'un SAGE. Ils ont apprécié l'évaluation réalisée en 2014 sur les différents projets de modélisation d'accompagnement mis en œuvre dans le cadre de SAGE et

ont considéré que les recherches sur cette démarche était parvenu à un niveau de maturité suffisant pour que la démarche soit communiquée auprès des animateurs de SAGE. Un article pour le site Gest' Eau est en cours de préparation à cet effet. Ils reconnaissent par ailleurs le besoin de produire des outils génériques pour le développement des modèles d'accompagnement, dont la technicité les rebute et pour lesquels ils considèrent que des formations très approfondies sont nécessaires pour les maîtriser.

Ces considérations ont conduit les membres du GT SAGE à interroger les chercheurs sur deux aspects opérationnels qu'ils considèrent comme prioritaires.

D'une part, le GT SAGE estime qu'il est nécessaire de conduire une évaluation économique précise sur combien coûte la mise en œuvre d'une démarche de modélisation d'accompagnement dans le cadre d'un SAGE, tant en équipement, fonctionnement, ressources humaines, qu'en formation préalable des porteurs du projet. En premier avis, le GT SAGE estime que les ressources propres des SAGE et syndicats porteurs sont certainement insuffisantes pour financer ce type de démarche et qu'il y aurait de fait besoin soit de diminuer le coût de mise en œuvre (qui reste à estimer de manière précise) soit de monter des partenariats avec des organismes et/ou institutions territoriales.

La deuxième considération opérationnelle du GT SAGE est de savoir combien de temps fait gagner la mise en œuvre d'une démarche de modélisation d'accompagnement pour l'élaboration d'un SAGE. Dans l'état actuelle de nos recherches nous ne pouvons répondre à cette question tant le gain de temps supposé en termes de durée d'élaboration d'un SAGE dépend nombreux facteurs, de la façon dont le projet est mis en œuvre et de la question qui est posée. Une telle estimation même sur des projets déjà réalisés et aboutis tels que ceux analysés dans la section précédente, semble une gageure car nous ne disposons pas d'un référentiel de comparaison (chaque projet et mise en œuvre sont particuliers). Toutefois, cette interrogation de la part du GT SAGE ouvre plusieurs pistes de recherche pour le futur. Celle de répondre à ces interrogations d'ordre opérationnel. Et également celle de mieux caractériser les attentes et les objectifs des comités de pilotage des SAGE à l'échelle nationale. L'économie budgétaire et le fait de pouvoir aboutir à des résultats rapidement – peut être dans des temps correspondant aux échéances politiques – semble être des paramètres d'autant plus prioritaires qu'on remonte dans les échelles.

4 Changement d'échelle et conférence de citoyens

4.1 La mise en débat de la continuité écologique dans la vallée de l'Orge : conférence de citoyens sur les trames verte et bleue

4.1.1 La conférence de citoyens et les trames verte et bleue : définitions

La conférence de citoyens est pour partie issue du principe des conférences de consensus initiées par le bureau de la technologie au Danemark (Joss, 1998). Cette procédure permet à des citoyens « ordinaires » d'évaluer une technologie ou une politique en particulier quand il existe des incertitudes scientifiques autour de leur mise en œuvre. Cette évaluation se base sur un dialogue entre experts et citoyens. Un panel d'une quinzaine de citoyens est constitué. Le but n'est pas d'avoir un panel représentatif de la société au sens large, mais d'avoir des individus de milieux socioculturels divers, et de points de vue divers sur la question à traiter. Les experts sont également choisis de façon à ce qu'ils aient des points de vue divers et contrastés sur la question traitée.

Le plus souvent, les citoyens reçoivent dans un premier temps, de la part des organisateurs de la conférence, une « information » générale la plus neutre possible sur l'objet de la conférence ; puis une « formation » leur est dispensée par les experts sur la question à traiter. Enfin le panel de citoyens rédige un document

présentant ses conclusions et ses recommandations. Les citoyens sont donc dans une position de médiateur entre différentes expertises, grâce auxquelles ils doivent se forger un avis sur une question.

Plusieurs expériences de conférences de citoyens ont eu lieu en France sur des sujets touchant par exemple les Organismes Génétiquement Modifiés, le réchauffement climatique, ou encore les ondes électromagnétiques (Joly, Marris, Assouline, Lemarié, 1999 ; Boy, Donnet Kamel, Roqueplo, 2000).

Dans notre cas, nous nous sommes penchés ici encore sur la question des continuités écologiques mais cette fois en intégrant différentes formes de continuités : continuité longitudinale mais aussi transversale au cours d'eau. La politique qui a été mise en débat est en effet celle des trames vertes et bleues dont la mise en œuvre sur le terrain demeure incertaine.

La notion de trame et de réseau écologique, comme outil de restauration et de préservation de la biodiversité est apparue dans les années 1990. L'une des raisons de l'appauvrissement de la biodiversité mise en avant est la fragmentation des habitats (due à l'urbanisation notamment). La politique de Trame verte et bleue (TVB) vise à recréer des corridors afin de répondre à ce problème. La partie « verte » correspond aux milieux naturels et semi naturels terrestres et la composante « bleue » fait référence au réseau aquatique et humide (fleuves, rivières, zones humides, estuaires...). Les TVB ne sont donc pas uniquement un outil de préservation de la biodiversité mais également un outil d'urbanisme et d'aménagement du territoire (MEEDDM, 2010).

Elles se déclinent à trois niveaux. Les directives nationales issues du Grenelle Environnement sont déclinées au niveau régional sous la forme du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE). Puis il est prévu d'intégrer ce schéma régional au niveau local dans les SCoT (Schémas de Cohérence Territoriale) et les PLU (Plans Locaux d'Urbanisme). Concrètement, les corridors d'interconnexion peuvent aller du crapauduc à des haies, des effacements d'ouvrages. La déclinaison des grandes lignes directrices est donc localement très hétérogène.

4.1.2 Méthodologie et problématique

Nous étudions ici la vallée de l'Orge, un contexte plutôt périurbain, avec une diversité d'acteurs concernés par la TVB : des habitants qui d'après les élus locaux et les responsables des syndicats de rivière recherchent un contact avec la nature ; des élus chargés de la rédaction des PLU, subissant une pression forte pour urbaniser ; des agriculteurs céréaliers, pris dans une tendance à la concentration des exploitations ; des syndicats de rivière qui cherchent à promouvoir des espaces de liberté pour les cours d'eau (Comiter, 2013) . Des intérêts plutôt variés sont donc représentés.

Bien que la politique des TVB ait un contenu réglementaire, son efficacité, le fait d'avoir des projets ambitieux, dépendent largement de la bonne volonté des acteurs sur le territoire pour la rendre concrète et effective. À quelles conditions peut-on construire un intérêt collectif autour de la mise en place des Trames verte et bleue à cette échelle ? Qui faut-il impliquer ? Et comment ? Suffit-il de poser des contraintes et des règles ? Peut-on créer une dynamique collective autour de cet enjeu ?

Nous avons donc mis en place une conférence de citoyens avec des riverains de l'Orge, qui ont un vécu de leur territoire, afin de faire se rencontrer différentes expertises et points de vue sur le territoire. Nous avons exploré avec eux les incertitudes liées à la mise en œuvre des TVB, discuté de ce qu'elles peuvent apporter, de la manière dont elles peuvent être les plus utiles possibles. Nous allons nous demander ici ce qui ressort de ce mélange d'expertises.

Pour mettre en place cette conférence de citoyens, dix communes de la vallée de l'Orge avaient été présélectionnées en accord avec le syndicat de rivière (Le syndicat Mixte de la Vallée de l'Orge Aval - SIVOA) comme étant susceptibles d'être intéressées par ce genre de démarche. Trois communes nous ont finalement donné leur accord pour contacter leurs habitants. Ainsi, 600 habitants du Plessis-Pâté, de Longpont-sur-Orge et d'Athis-Mons ont reçu un courrier d'invitation. Ils avaient été sélectionnés

aléatoirement dans les pages jaunes. 13 personnes sur 600 ont accepté de participer.

7 personnes ont finalement été présentes pour les deux journées de conférence. 2 personnes sur les 7 avaient déjà entendu parler des TVB, mais sans plus. Les autres ignoraient totalement ce qu'étaient les TVB. Ces journées se sont déroulées de la façon suivante : la première journée a consisté en une formation par 7 experts et la deuxième journée a consisté à la rédaction d'un avis sur la question des TVB à huis clos avec les seuls citoyens. Les experts ont été sélectionnés selon leur connaissance du territoire de l'Orge et selon leur fonction : élu, agriculteur, syndicat de rivière, conseil général, communauté d'agglomération, scientifique, naturaliste. L'objectif était de pouvoir entendre la plus grande variété de points de vue possible.

Avant la conférence, les participants avaient reçu un document d'une vingtaine de pages, qui exposait la politique des TVB et les manières dont elle pourrait être mise en place et évaluée. Le territoire sur lequel il s'agissait de s'exprimer étant la vallée de l'Orge, le document se focalisait sur le contexte de la région parisienne.

Outre l'observation de la conférence elle-même et des échanges qui ont eu lieu dans ce cadre, des entretiens ont été menés avec les participants (les citoyens et les experts) pour analyser et évaluer les échanges de connaissances et les changements de perception qui avaient eu lieu lors de cette expérience.

4.1.3 Résultats

Avant de considérer ce qui est ressorti de cette démarche, nous allons nous pencher sur les questions et réticences qu'elle a soulevées. Les gestionnaires et citoyens ont en effet exprimé certaines réticences face à ce dispositif :

- o La politique des TVB étant déjà « bouclée », les riverains n'auraient pas grand-chose à y ajouter. Les décisions sont déjà prises. Par exemple, le plan de gestion de la vallée de l'Orge pour les 5 ans à venir a déjà été élaboré par le syndicat de rivière.
- o Les gestionnaires craignaient par ailleurs que cette arène serve aux citoyens à exprimer d'autres plaintes, sans rapport avec les TVB.
- o Les citoyens se sont demandés pourquoi on les consultait sur un sujet dont ils ne connaissaient rien au départ.
- o Les gestionnaires se sont également demandés quelle légitimité les citoyens pouvaient avoir à exprimer leur avis sur des questions techniques.
- o Une autre réticence concernait la procédure de conférence de citoyens elle-même. La manière dont sont exposées les expertises ne peut pas être objective. Elle dépend beaucoup de la capacité que chaque expert peut avoir à s'exprimer et à argumenter. Ce serait donc un jeu d'influence ? Chaque méthode de concertation induit une certaine réponse.

Ces craintes étaient-elles fondées et qu'attendre de cette démarche en matière de « gouvernance des continuités écologiques » ?

Contrairement à ce que pouvaient craindre les gestionnaires, les thèmes abordés durant les débats de la première journée sont globalement restés centrés sur la question des TVB. Par ailleurs, même si les TVB peuvent être techniques, dans les débats, on a vu que la question des TVB touchait à des sujets comme le « projet de société » que l'on cherche à construire, ou le « rapport à la nature ». Les citoyens avaient des opinions très claires sur ces sujets, qui peuvent éclairer la manière de mettre en œuvre les TVB.

On note également que la démarche apporte les éléments suivants :

- La formation des citoyens leur permet réellement de se construire un avis et de devenir « aptes » à se positionner sur cette question.

Par exemple, ils saisissent bien les questions qui sont posées par les écologues eux-mêmes. « Quelle portion de la biodiversité préserver ? En fonction du patrimoine ? Préserver un organisme ne requiert pas les mêmes conditions que pour un autre. Et il y a tout un écosystème qui se tient. Le lien entre les espèces est d'une très grande complexité. Il faut justifier pourquoi on choisit cette mesure, cette espèce par rapport à d'autres, et être conscient de ce qu'implique ce choix pour d'autres espèces ». Participant à la conférence..

- Le traitement de l'incertitude est très différent entre les citoyens et les gestionnaires.

Les citoyens ne sont pas spécialement ébranlés par le fait qu'il y ait des incertitudes scientifiques autour de la mise en œuvre des trames. « On est sensibles à la certitude du concept, même s'il y a des incertitudes dans la réalisation (...) Si on nous explique pourquoi les choix ont été faits, malgré les incertitudes, s'il y a une argumentation solide, on peut y adhérer » Participant à la conférence

Les gestionnaires au contraire sont assez réticents que l'on puisse discuter de ces incertitudes, car ils craignent que cela remette en cause leur action. Ils préfèrent mettre en avant les aspects positifs de cette politique et ce qu'elle peut apporter. Pour les citoyens, même s'il y a des incertitudes quant aux bénéfices écologiques réels des TVB, les bénéfices de la TVB vont au-delà des aspects écologiques

« La première importance, c'est de ne pas construire à tout va et n'importe comment, les TVB sont un moyen d'empêcher ça. » Participante à la conférence.

- Les moyens de la régulation des usages des « espaces naturels » : entre imposition et compromis

Dans l'avis qu'ils ont rédigé, les citoyens proposent de fixer des contraintes très strictes dans les PLU et dans les nouveaux projets urbains, ce que n'oseraient pas proposer les gestionnaires. Cependant, les citoyens défendent dans le même temps l'idée des échanges de bonnes pratiques et du compromis, notamment lorsqu'il s'agit des agriculteurs. Le dialogue avec toutes les parties prenantes leur paraît essentiel.

« C'est difficile d'imposer ce concept, parce qu'on peut le saccager. Il faut que les gens comprennent qu'ils sont concernés (...) La trame verte et bleue implique un mouvement collectif. » Participante à la conférence.

Ainsi, suite à cette expérience, on s'aperçoit que les experts ont changé de regard en ce qui concerne l'avis citoyen. Ils ont davantage confiance et peuvent avoir envie de s'engager de manière constructive dans une démarche de concertation. Les experts ont effectivement perçu que les citoyens étaient intéressés et comprenaient ce qui était en jeu.

« Certains avaient de bonnes remarques, ils m'ont semblé assez sensés, ils avaient saisi des choses subtiles, ils avaient envie de comprendre (...) Cela allait dans notre sens donc tant mieux, il y a des idées auxquelles on n'avait pas pensé donc c'est bien » Un gestionnaire.

Les experts qui n'ont pas participé à cette expérience, et qui ont été interviewés, continuent à penser au contraire que les TVB sont avant tout un problème juridique et scientifique. Les habitants peuvent être sensibilisés à la biodiversité et rien de plus.

Par ailleurs, à travers les observations des ateliers, on voit que les citoyens ont un rôle de médiation entre plusieurs experts. Comme le souligne un participant « Avoir du recul pour un expert est difficile. Il y a une sagesse du citoyen non expert ».

Les experts ne présentent par leur point de vue en opposition à une autre expertise, afin de défendre leurs intérêts, mais ils l'exposent avant tout à des citoyens, pour qu'ils puissent la comprendre, et ils argumentent donc différemment dans ce contexte. Nous explorerons de manière plus approfondie dans les entretiens qui nous restent à conduire ce qui change exactement dans le fait que des experts discutent en public avec la médiation des riverains. Ainsi, le représentant du syndicat de rivière, qui connaissait déjà la représentante de

la chambre d'Agriculture, a trouvé très intéressant qu'ils puissent discuter ensemble à cette occasion et se rendre compte qu'ils convergeaient sur certains points. Cette médiation des citoyens permettrait d'identifier les points de convergence (ou de divergence) entre plusieurs acteurs locaux.

5 Conclusion

La mise en œuvre des trames verte et bleue ne sera vraiment efficace que si tous les acteurs s'y impliquent, surtout dans un milieu aussi fragmenté que le périurbain. Il en va de même pour la mise en application du SAGE, une fois rédigé.

Ces deux expériences de concertation interrogent :

- La manière de produire de l'expertise, au sein des syndicats, par des bureaux d'études. Dans les deux expériences on a vu que le dialogue direct entre scientifiques et gestionnaires ou entre experts et citoyens permettait de construire un décloisonnement entre différentes formes de connaissances. Ainsi, même sans être à la pointe des questions techniques, les citoyens peuvent apporter un décloisonnement entre les débats techniques et les débats politiques. Le rôle de médiation (par les scientifiques dans le premier cas, et par les citoyens dans le deuxième) est important et à approfondir.
- Le rôle des experts dans la pratique de la concertation, et dans la manière de laisser une marge de manœuvre pour lier concertation et décision. En effet, les marges de manœuvre sont réduites dans les procédures de SAGE et de TVB. Si tout est décidé en amont, et si les processus de décision sont trop exclusifs, la concertation n'est pas articulée au processus de décision et c'est la légitimité même de la décision qui risque d'être mise en cause.
- La manière de communiquer sur les objectifs et les actions réalisées. Ces expériences nous révèlent que pour créer une action collective, il est important que chacun sache ce que font les autres. Il faudrait en quelque sorte accepter de perdre du temps pour que la concertation mise en œuvre soit effective.

Les acteurs concernés par cette politique sont divers. Il faut également une continuité entre eux, qu'ils agissent de concert, pour construire une cohérence d'ensemble, et non des initiatives ponctuelles et déconnectées les unes des autres qui perdraient alors de leur sens.

6 Remerciements

Les auteurs remercient l'Agence de l'Eau Seine Normandie et tous les participants du SAGE 2 Morin.

7 Références bibliographiques

Barraud R. (2010) - Paysages de fonds de vallée et projet de restauration écologique : le point de vue des acteurs, Colloque "Ouvrages hydrauliques : de la continuité écologique des fleuves et rivières aux projets de territoire", Association Française des Établissements Publics Territoriaux de Bassin et Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Nantaise, 24-25 Novembre 2010, Cholet

Baudry J, Boussard H, Schermann N. 2005. Chloé 3.0 : Freeware of multi-scales analyses on ASCII raster files. Rennes, INRA, SAD-Armorique. <http://www6.rennes.inra.fr/sad/Outils-Produits/Outils-informatiques/Anaqualand>

Becu, N. (2006), Identification et modélisation des représentations des acteurs locaux pour la gestion des bassins versants. Thèse de doctorat, Université Montpellier II.

Bouleau, G., Barthélemy, C., Argillier, C., Barreteau, O., Souchon, Y., Babut, M. and Garin, P. (2005). Les différentes facettes de la gestion des hydrosystèmes : genèse et trajectoire sociale des indicateurs et des modèles de qualité écologique des milieux et des bassins versants, Rapport intermédiaire du programme Maîtrises, Cemagref, Montpellier.

Bots, P.W., Bijlsma, G., Von Korff, R.Y., Van der Fluit, N. and Wolters, H. (2011). "Supporting the constructive use of existing hydrological models in participatory settings: a set of "rules of the game", Ecology and Society 16(2): 16. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art16/>

Bousquet, F. and Le Page, C. (2004). "Multi-agent simulations and ecosystem management: a review", Ecological Modelling, 176, 313–332.

Boy, D., Donnet-Kamel, D., Roqueplo, P. (2000). "Un exemple de démocratie participative: la conférence de citoyens sur les organismes génétiquement modifiés." Revue Française de Sciences Politiques 50: 779-809.

Carré, C. and Haghe, J.P. (2012). "Spatialization of political action applied to managing waterways. An overview of Parisian urban small rivers", Urban Environment (accepté).

Carré, C., Becu, N., De Coninck, A., Hague, J.-P., Deroubaix, J., Pivano, C., Flipo, N., Le Pichon, C., Mouchel, J.-M., Tallec, G., 2013. L'intégration des modèles développés par la communauté scientifique du PIREN Seine au service d'une gestion multifonctionnelle de la rivière à l'échelle du SAGE. Rapport PIREN Seine 2013.

Claeys-Mekdade Cécilia, Leborgne Mathieu, Ballan Etienne, (2009) Cadrer la procédure de concertation pour construire la confiance ? Arles, Marseille, le Verdon. In Mermet, L. et Berlan-Darqué, Environnement, Décider Autrement.

ComMod (2009). La posture d'accompagnement des processus de prise de décision. In Modélisation de l'environnement : entre natures et sociétés. D. Hervé and F. Laloë. Versailles, Quae éditions: 71-89. Even, S., Poulin, M., Garnier, J., Billen, G., Servais, P., Chesterikoff, A., Coste, M., 1998. River ecosystem modelling : Application of the ProSe model to the Seine river (France). Hydrobiologia 373, 27-37.

Daré, W., A. van Paassen, et al. (2010). Apprentissage des interdépendances et des dynamiques. La modélisation d'accompagnement : une démarche participative en appui au développement durable. M. Etienne, Editions Quæ, pp. 223-250.

Flipo, N., Even, S., Poulin, M., Tusseau-Vuillemin, M.-H., Améziiane, T., Dauta, A., 2004. Biogeochemical modelling at the river scale : Plankton and periphyton dynamics - Grand Morin case study, France. Ecol. Model. 176, 333-347.

Flipo, N., Rabouille, C., Poulin, M., Even, S., Tusseau-Vuillemin, M., Lalande, M., 2007c. Primary production in headwater streams of the Seine basin : the Grand Morin case study. Sci Total Environ 375, 98 109.

Gilbert, N., Troitzsch, K.G. (2005). Simulation for the social scientist (Second Ed.). Milton Keynes: Open University Press.

Joly, P. B., Marris, C., Assouline, G., Lemarié, J., (1999). "Quand les candidats évaluent les OGM : nouveau modèle de 'démocratie technique' ou mise en scène du débat public." Annales des Mines (Responsabilité & Environnement) Avril 1999: 12-21.

Joss, S. (1998). "Danish consensus conferences as a model of pTA: an impact study of consensus conferences on Danish Parliament and Danish public debate." Science and Public Policy February 1998: 2-22.

Landy, M., Roberts, M. and Thomas, S. (1990). The Environment Protection Agency, asking the wrong questions, Oxford University Press, New York.

Miller, F. and Hirsch, P. (2003). Civil society and internationalized river basin management. Working Paper No. 7. Sydney, Australian Mekong Resource Centre, University of Sydney.

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (2010), « Formes de villes, Echelles de Territoires, Trames Vertes et Bleues », Compte rendu de l'Atelier 3, Février 2010, 22 pages (consultable à : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_atelier3_cle1139a9.pdf) COMITER, 2013, Plan Territorial d'Actions Prioritaires, 28 pages.

Molle, F. (2008a). Water, politics and river basin governance : repoliticizing approaches to river basin management, [online] URL: <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010044928>

Molle, F. (2008b). "Nirvana concepts, narratives and policy models: Insights from the water sector", Water Alternatives, 1(1), 131–156.

O'Neill, J. (2001). "Representing people, representing nature, representing the world", Environment and Planning C: Government and Policy, Vol.19 (4), 483–500.

Radaelli, C. (2004). How context matters: regulatory quality in the European Union, Paper prepared for PSA Conference, Lincoln, 5-8 April 2004.

Riousset, P. (2012). Pathways towards policy relevance, operationality and usability of models for ex ante impacts assessments, Paper presented at the 2012 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change "Evidence for Sustainable Development".

Turnpenny, J., Nilsson, M., Russel, D., Jordan, A., Hertin, J. and Nykvist, B. (2008). "Why is integrating Policy assessment so hard? A comparative analysis of the institutional capacities and constraints ", Journal of Environmental Planning and Management, 51(6), 759–775.

Espeland, W.N. and Stevens, M.L. (1998). "Commensuration as a social process", Annu. Rev. Sociol., 24, 313–343.

Pestre, D. (2004). "Thirty years of sciences studies : knowledge, society and the political". History and Technology, 20, 351–69.

Uthes, S., Fricke, K., König, H., Zander, P., van Ittersum, M., Sieber, S., Helming, K., Piore, A. and Müller, K. (2009). Policy relevance of three integrated assessment tools—A comparison with specific reference to agricultural policies. Ecol. Model. (in press) doi:10.1016/j.ecolmodel.2009.08.010

Programme PIREN-Seine

Rapport de synthèse 2011-2015

Volume 7

“Cartographie historique”

Cartographie historique du bassin de la Seine¹

Laurence Lestel^{1*}, Simona Georgescu¹, Pierre Alexandre¹, Julie Davodet¹, Juliette Audet¹, Nadine Gastaldi², Joséphine Rouillard³, Alexandre Galibert¹, Aurélien Baro¹, Alexandre Brault¹, Christophe Bonnet¹, Philippe Marty¹, Jean-Marie Mouchel¹

¹ Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 Metis, 4 place Jussieu, 75005 PARIS, France

² Mission des cartes et plans, Archives nationales, 59 rue Guynemer, 93380 Pierrefitte

³ Docteur en histoire médiévale

* laurence.lestel@upmc.fr

Sommaire

1	Introduction	1
2	Archiseine : un outil de présentation des cartes historiques des rivières du bassin de la Seine	2
3	La lecture d'un territoire au travers des cartes	6
4	Conclusion	23
5	Références bibliographiques.....	24
6	Annexes.....	26

1 Introduction

Depuis plusieurs années, nombreuses sont les initiatives pour extraire de cartes anciennes des informations spatialisées utiles aux chercheurs en sciences environnementales. Ce renouveau a été rendu possible par la généralisation des systèmes d'informations géographiques (SIG) qui permet un géotraitement de ces cartes. Parmi les expériences qui ont déjà été menées avec succès, on peut citer, pour l'ensemble de la France, le traitement de la carte de Cassini (*Des villages de Cassini...*) ou bien des études sur des zones plus ciblées, comme Paris ou le cours de la Loire (SIG Alpage ; Temam S. et Grivel S. 2009).

Le but de cet axe transversal de la phase VI du PIREN Seine était de constituer une base de données spatialisée des données historiques concernant les rivières et les fonds de vallées du bassin de la Seine, pouvant conduire à des analyses fines de l'impact de l'anthropisation des cours d'eau sur leur état écologique. Deux types d'actions ont donc été menés en parallèle :

- rassembler en un même lieu des objets descriptifs de la rivière et de sa qualité, répondant aux trois approches historique, géographique et environnementale. Pour cela, nous avons développé un site Archiseine qui permet la mise à disposition à l'ensemble des chercheurs ainsi qu'au grand public de cartes géoréférencées des rivières du bassin de la Seine.

¹ En bibliographie, cet article sera cité de la façon suivante :

Lestel et al., (2016) – *Cartographie historique du bassin de la Seine. PIREN-Seine, Rapport de synthèse 2011 – 2015.*

- répondre, par une lecture cartographique, à des questions spécifiques posées par les axes principaux du PIREN Seine. Nous présenterons ici quelques exemples des premiers travaux réalisés.

2 Archiseine : un outil de présentation des cartes historiques des rivières du bassin de la Seine

2.1 Choix techniques et architecture du site

Le site Archiseine (archiseine.sisyphe.jussieu.fr) se compose de deux interfaces de visualisation :

- l'interface du CMS open source Drupal à l'adresse archiseine.sisyphe.jussieu.fr qui héberge des renseignements généraux sur le fonctionnement du site, des expositions virtuelles présentant le contexte de la genèse des cartes présentées, le lien vers l'interface de visualisation des cartes géoréférencées, un thésaurus et un extrait des métadonnées des cartes permettant une première sélection des cartes à afficher;
- l'interface de visualisation des cartes géoréférencées gérée par le logiciel open source GeOrchestra de type IDS (Infrastructure de données spatiales destinée à la gestion de l'information géographique). Cette partie comprend également un catalogue des cartes, leurs métadonnées de type INSPIRE et un module de recherche par mot-clé ou par zone géographique.

Pour faciliter la navigation entre ces deux interfaces, de nombreux liens ont été développés. Ainsi les lexiques et les cartes présentées dans les expositions virtuelles du site Drupal renvoient systématiquement aux cartes géoréférencées correspondantes dans l'interface GeOrchestra.

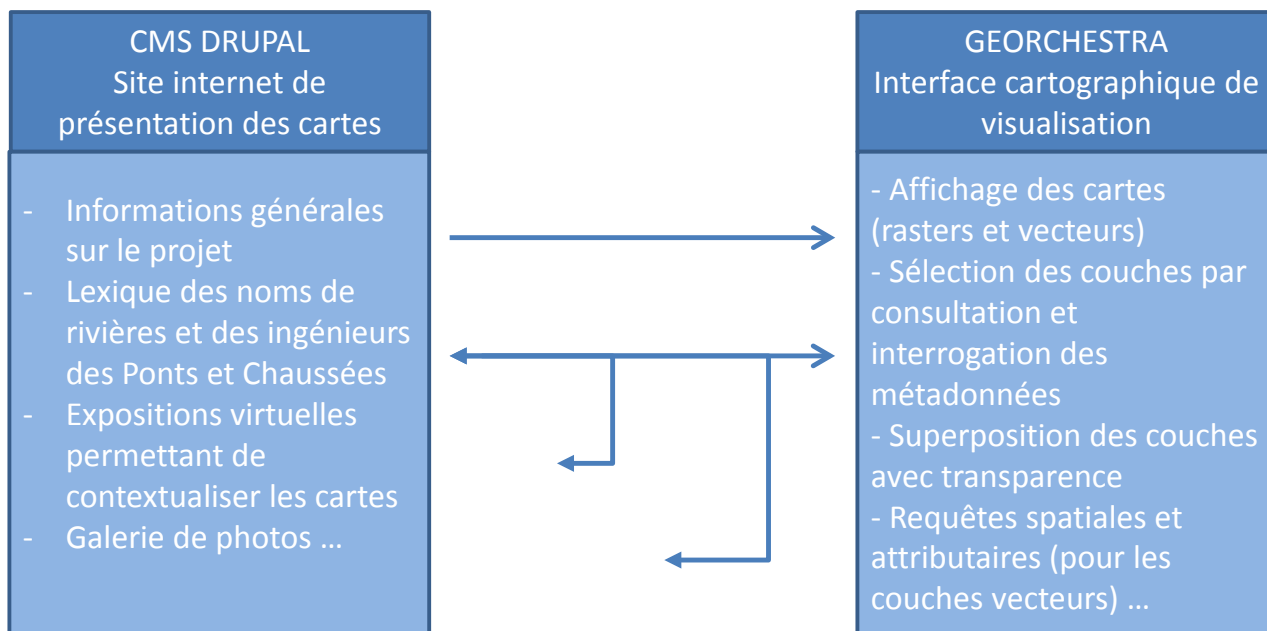


Figure 1 : Architecture du site Archiseine

Derrière ces deux interfaces de visualisation se trouvent plusieurs serveurs (serveur HTTP Apache, Apache Tomcat 6, GeoServer) et plusieurs types de base de données (MySQL pour la partie CMS,

PostgreSQL/PostGIS pour les cartes en format vecteur), qui rendent le système complexe, particulièrement pour son installation. Ce choix technique s'est cependant imposé par rapport à une solution « maison », moins riche de possibilités, ou par rapport à des solutions commerciales jusqu'à présent peu adaptées à la mise à disposition d'un grand nombre de cartes au format raster. Cette solution est utilisée par d'autres projets français comme GeoBretagne. La pérenniser impliquera probablement de participer de manière active à l'amélioration de ce logiciel open source.

2.2 Le corpus et sa mise en ligne

2.2.1 Recensement des cartes et collaboration avec les Archives nationales

Nous avons recouru à trois stratégies de recensement de cartes :

- cartes détaillées couvrant l'ensemble ou une grande partie du bassin : ce sont des séries de cartes qui ont généralement déjà été numérisées et qui sont accessibles en ligne à plus ou moins bonne résolution (voir Tableau 1). Certaines cartes disponibles sur le site Geoportail de l'IGN sont accessibles en version api/wms (Carte d'Etat-major, carte type 1900).
- Cartes couvrant des territoires particuliers. Nous avons ainsi mené une action spécifique pour répertorier les cartes couvrant le territoire de la Bassée (voir paragraphe 3.1.2). Nous avons eu recours à des inventaires en ligne (Bibliothèque nationale de France et Archives Nationales) ou papier (Vallée, 1908, Le Moël, 1960-66, IAURIF, 1997 et 1998) pour ces repérages.
- Cartes réalisées pour une meilleure connaissance des cours d'eau. Ces cartes donnent de nombreuses indications sur les aménagements des rivières, leur chenalisation, le comblement des bras morts ou la disparition des îles. Elles ont souvent été réalisées pour les seules rivières navigables, dans un but d'améliorer la navigation.

Ces cartes spécifiques aux rivières sont : (i) Les cartes de navigation de Vuillaume (fin XIXe siècle). Elles ont été scannées par nos soins au Musée de la Batellerie de Conflans Ste-Honorine. (ii) Les cartes de navigation du Port autonome de Paris (années 1960), réalisées par l'IGN pour le Port autonome de Paris. Elles ont été scannées à partir de reproductions des cartes détenues par l'IGN (100 cartes environ). (iii) Les cartes du fonds F14 des Ponts et Chaussées de la section « Cartes et plans » des Archives Nationales, couvrant l'ensemble des rivières navigables du bassin de la Seine, entre la fin du XVIIIe siècle et le milieu du XIXe siècle (voir Figure 1). Une convention a été mise en place avec les Archives Nationales, pour le récolement, leur restauration si nécessaire, leur numérisation, leur géoréférencement et leur présentation sur le site Archiseine. Dans un premier temps, nous avons traité l'ensemble des 500 cartes et plans de ce fonds. Dans un deuxième temps, nous incluons également l'ensemble des cartes et plans encore stockés dans les cartons d'archives, et non répertoriées jusqu'à ce jour.

Tableau 1 : Séries de cartes numérisées couvrant tout ou partie du bassin de la Seine².

Nom de la série	Période	Couverture du Bassin de la Seine	Résolution	Disponibilité	Statut
Cassini	XVIII	oui	Très bonne	En ligne sur le site de l'EHESS	Géoréférencées à Sisyphé
Trudaine	XVIII	partielle (routes royales)	moyenne	En ligne sur ARCHIM	En partie géoréférencées
Plans d'intendance de Bertier de Sauvigny	XVIII	En partie	bonne	Sur quelques sites des Archives départementales (AD 77)	Non géoréférencées
Carte de Delagrive	XVIII	rivières	moyenne	En ligne sur GALLICA	Non géoréférencées
Carte d'Etat Major	1840			Geoportail	En api
Carte type 1900	Vers 1900			Geoportail	En api
Carte IGN Top 25	Années 2000	oui	Très bonne	Licence IGN pour le Piren Seine	Sur serveur interne, géoréférencées



Figure 2 : Un exemple de carte du fonds des cartes et plans des Archives Nationales - l'Aisne en 1827. AN F/14/10049/1/6

² Pour des détails sur ces fonds, cf annexe 1

2.2.2 Méthodologie : De la carte à sa présentation sur le site. Géoréférencement et métadonnées

La particularité de ce site est de mettre à disposition un grand nombre de cartes anciennes des XVIII^e et XIX^e siècles. Ce sont donc des cartes rasters qui nécessitent un traitement en plusieurs étapes avant de pouvoir être présentées sur le site.

- traitement des bords de la carte pour ne garder que celle-ci, même lorsqu'elle est déformée par le géoréférencement, pour éviter l'affichage de bandes noires encadrant la carte sur le site de visualisation. Cette opération est effectuée grâce au logiciel GIMP.

- géoréférencement par superposition avec un fonds contemporain, en projection Lambert 93, grâce au logiciel QGis.

Le géoréférencement a été réalisé avec les paramètres suivants :

Type de transformation	Thin plate spline
Méthode de ré-échantillonnage	Cubic Spline
SCR	Lambert 93

Le géoréférencement peut nécessiter des rotations de l'ordre de 180° et provoquer un accroissement considérable de la taille de la carte si elle est conservée en format TIFF. La très haute résolution de ces cartes conduit à des fichiers d'environ 100 Mo avant traitement et jusqu'à 800 Mo après traitement. Certaines cartes ont donc dû être compressées ou réduites pour garder une taille globale inférieure à 300 Mo (limite arbitraire). Cela a été fait soit par une compression LZW (résolution cible hor. = 2,5 ; vert. = -2,5) lors du géoréférencement, soit par diminution de la taille de l'image par GIMP avant le géoréférencement.

Le géoréférencement de ces cartes anciennes doit s'appuyer sur un nombre de points de contrôle plus important qu'un géoréférencement d'une carte récente (Dupouey et al., 2007, Grosso et al. 2011). Le géoréférencement de chaque carte nécessite en moyenne une soixantaine de points de contrôle (voir aussi paragraphe 3.2.2).

- chargement de la carte grâce à un module réservé à l'administrateur du site, qui doit s'accompagner obligatoirement de la métadonnée pour que la carte puisse être publiée. Ces métadonnées sont de type INSPIRE. Quelques champs Date supplémentaires ont été activés afin de rendre compte de l'historique de la production de la donnée dont la précision ne peut s'accommoder des champs classiques. Ainsi la carte de Cassini a été levée entre 1750 et 1789 et les 181 feuilles composant la carte ont été publiées entre 1756 et 1815. Ces intervalles de dates sont indiqués à côté des champs plus classiques correspondant à la numérisation des documents, à leur géoréférencement et à leur mise en ligne.

Environ un tiers des 300 cartes du premier lot fourni par les Archives Nationales ont pu être géoréférencées, les autres étant souvent des plans à échelle trop locale pour pouvoir être rattachées à un territoire. Leur publication se fait progressivement depuis le basculement du site sur le serveur public fin décembre 2014. Les autres cartes et plans non géoréférencables sont valorisés sur le CMS Drupal soit par des galeries de photos (plans d'écluses par exemple) soit dans les expositions virtuelles (paragraphe suivant).

2.3 Le contexte des cartes

2.3.1 Les expositions virtuelles

Ces cartes sont issues en grande partie du fonds F/14/ des Archives Nationales, c'est-à-dire de dépôts de travaux des ingénieurs des Ponts et Chaussées. Elles ont souvent été réalisées dans le cadre d'aménagements de rivières navigables, mais peuvent aussi illustrer la situation lors de plaintes consécutives à l'implantation d'un ouvrage pour l'amélioration de la navigation (barrage) ou de la circulation (pont). Pour en permettre de mieux en comprendre le contenu, six expositions virtuelles ont été réalisées dans le cadre de stages en collaboration avec le master Technologies numériques appliquées à l'histoire » de l'Ecole des Chartes :

- Appréhender le relief : histoire du nivellement
- Les couleurs et symboles des cartes XVIII-XIXe siècles
- Les cartes et plans des Ponts et Chaussées témoins de l'aménagement des voies fluviales
- La concurrence rail-navigation au XIXe siècle : l'équilibre impossible
- La Seine et les impressionnistes
- Le début de la navigation de plaisance

Nous ne reprenons pas ici le contenu de ces expositions présentées en ligne sur le site Archiseine. Chacune de ces expositions est constituée de textes, de cartes et quelquefois de livres de références qu'il est possible de lire en ligne. Des liens sont proposés vers des pages extérieures (bibliographies), internes (les ingénieurs des Ponts et Chaussées cités) ou vers les cartes géoréférencées correspondantes de la partie GeOrchestra.

2.3.2 Les ingénieurs des Ponts et Chaussées

Réaliser des cartes fait partie de la formation de l'ingénieur des Ponts et Chaussées depuis la création de l'Ecole (Picon, 1992, Verdier, 2008). Les cartes sont alors dessinées selon les recommandations de Buchotte qui a écrit un manuel spécifique pour la formation de ces ingénieurs (Buchotte, 1722).

De nombreux outils permettent de retracer la carrière des ingénieurs impliqués dans ces travaux d'aménagement des rivières navigables du bassin de la Seine. Leurs dossiers de carrière sont conservés aux Archives Nationales (fond F/14), beaucoup ont eu la Légion d'Honneur (base Leonore en ligne) ou ont eu le droit à une notice biographique (Tarbé de Saint-Hardouin, 1884) ou nécrologique (Annales des Ponts et Chaussées).

Une courte biographie centrée sur leurs travaux dans le bassin de la Seine est présentée sur le site Archiseine, avec un lien vers les cartes géoréférencées correspondantes.

3 La lecture d'un territoire au travers des cartes

La superposition de cartes établies à différentes périodes donne des indications sur l'évolution du territoire.

Trois niveaux de rivière peuvent être considérés :

- le lit mineur, dont l'aménagement peut conduire à des modifications du débit et du régime des cours d'eau, à une modification de l'étendue des inondations, etc.... Ces aménagements concernent la morphologie du cours d'eau (comblement des bras, rectification du cours d'eau, canalisation, édification de berges), ou le

contrôle de l'écoulement (installation/désinstallation de moulins, seuils, écluses, et barrages de navigation). Deux exemples seront présentés ici : la disparition des îles des rivières navigables du bassin de la Seine, et l'usage de la Seine dans la Bassée par lecture de cartes anciennes.

- le lit majeur comprenant la plaine d'inondation dont l'occupation a évolué au cours du temps : changement de l'usage du sol, comblement des zones humides, obstacles à l'écoulement, bâti en zone inondable, exploitation de granulats ...

- les fonds de vallées et le couloir fluvial dans leur ensemble où s'exercent des pressions pouvant conduire à une modification de la faune, de la flore et de la qualité des eaux. Sont alors considérés les pressions relatives à l'habitat et à l'industrialisation, etc... (Lescure et al, 2011). Dans ce rapport, nous indiquerons ici la méthodologie de digitalisation des cartes nécessaires pour une telle lecture.

3.1 La modification des cours d'eau

3.1.1 La disparition des îles des rivières navigables de la Seine (XIXe-XXe siècles)

Les îles sont des lieux dont l'histoire est rarement racontée. Mais un ensemble de cartes effectuées à différentes périodes permet d'en connaître leur représentation et son évolution (Foussard et al, 2010).

La lecture comparée de cartes de la Seine à différentes périodes a permis de relever 236 événements concernant des modifications d'îles entre Marolles-sur-Seine et Poses. Cette lecture a permis d'une part d'établir une typologie des modifications de ces îles, d'autre part d'observer le changement d'usage des îles au fil des ans (Alexandre, 2012).

Typologie des modifications subies par les îles

Comblement de bras

Il existe plusieurs raisons pour lesquelles des bras sont comblés :

- Atterrissement : Il s'agit du dépôt par le fleuve de sédiments dans le bras qui finit par être comblé. Les atterrissements accompagnent souvent une baisse de débit et/ou de la force du courant. Ils peuvent être totalement naturels (cycles de la divagation du lit d'un fleuve) ou accéléré par des modifications anthropiques (aménagements hydrauliques).

- Désir d'augmenter la force du courant dans un bras voisin, par exemple pour en faciliter l'autocurage dans le but de le rendre plus navigable, ou pour y augmenter le potentiel d'énergie hydraulique (cas de la machine de Marly, détaillé plus tard).

- Lutte contre l'insalubrité d'un bras, ceux-ci ayant parfois été utilisés comme décharge ou comme égout.

- Gain d'espace, pour des projets d'urbanisme par exemple. Cette récupération de l'espace est d'ailleurs régie par des lois dont l'application permet de reconstruire le devenir de certains de ces bras, comme celle sur le régime des eaux du 8 avril 1898 dont l'article 38 précise que les propriétaires riverains ont un droit de préemption sur les portions de lit déclassés.

Ce type a été divisé en deux :

- Rattachement à la berge : partiel ou total (Figure 3)
- Rattachement à une autre île, par digue ou remblai, aboutissant à la fusion de deux îles en une seule (Figure 4).

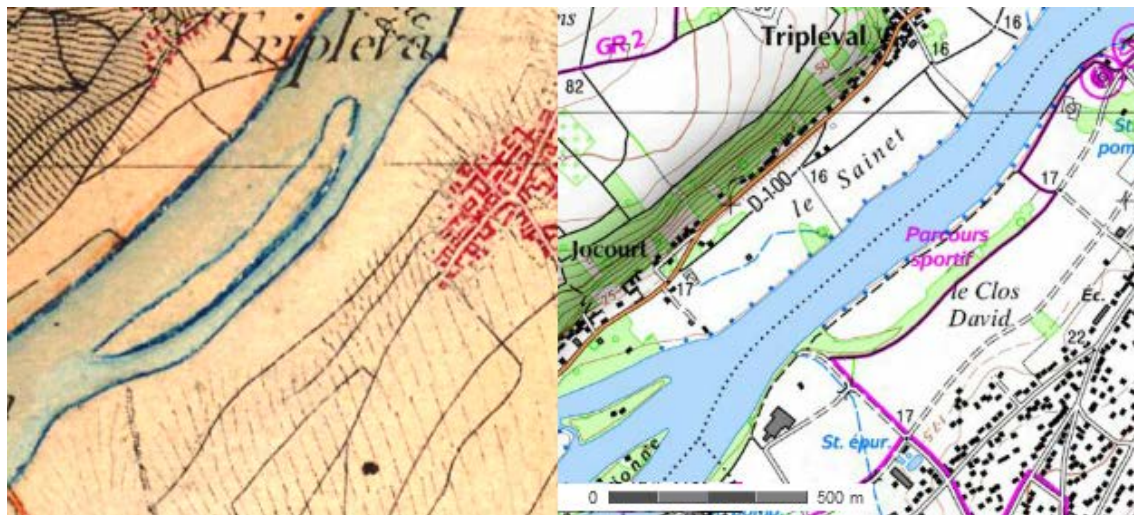


**Figure 3 : Cas de rattachement d'une île à la berge, près de Freneuse (78).
Comparaison entre la carte d'État-major et la carte IGN au 1/25 000. (Source :
Géoportail)**

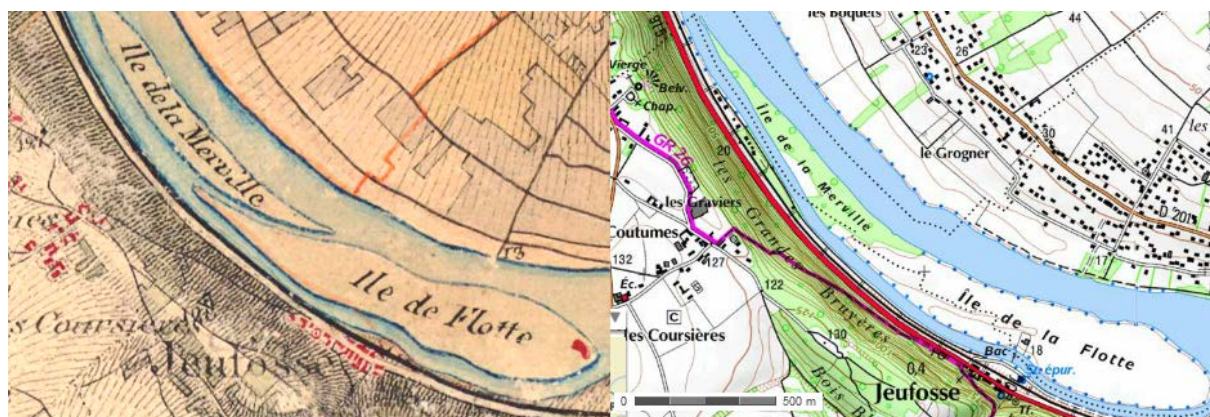


**Figure 4 : Cas de fusion entre deux îles à Jeufosse (78). Comparaison entre la carte
d'État-major et la carte IGN au 1/25 000. (Source : Géoportail)**

Rectification

Ce type correspond à l'arasement de tout ou partie d'une île dans le cadre du creusement d'un chenal de navigation ou d'un bassin (Figure 5).



Figure 5 : Des îles ont été partiellement ou totalement supprimées lors du creusement du bassin de la centrale électrique de Porcheville (78). Comparaison entre la carte d'État-major et la carte IGN au 1/25 000. (Source : Géoportail)

Submersion

Il s'agit de la « noyade » d'une île lors de l'augmentation du niveau d'eau causée par la construction ou le rehaussement d'un barrage. Il est souvent difficile, lorsque l'on constate la disparition d'une île entre deux cartes d'époques différentes, d'attribuer celle-ci à une rectification ou à une submersion. C'est pourquoi nous parlons de « disparition d'île », n'utilisant le terme de « rectification » qu'en cas d'évidence.

Création d'îles artificielles

Ce cas se produit lors du percement d'un canal de navigation entre deux points de la rive. Si ces points sont situés aux extrémités d'un méandre, on parle de *rescindement*. La création d'îles artificielles demeure rare à l'échelle de la zone d'étude. L'une des plus connues est l'île de la *Dérivation* à Carrières-sous-Poissy (Yvelines) (Figure 6).

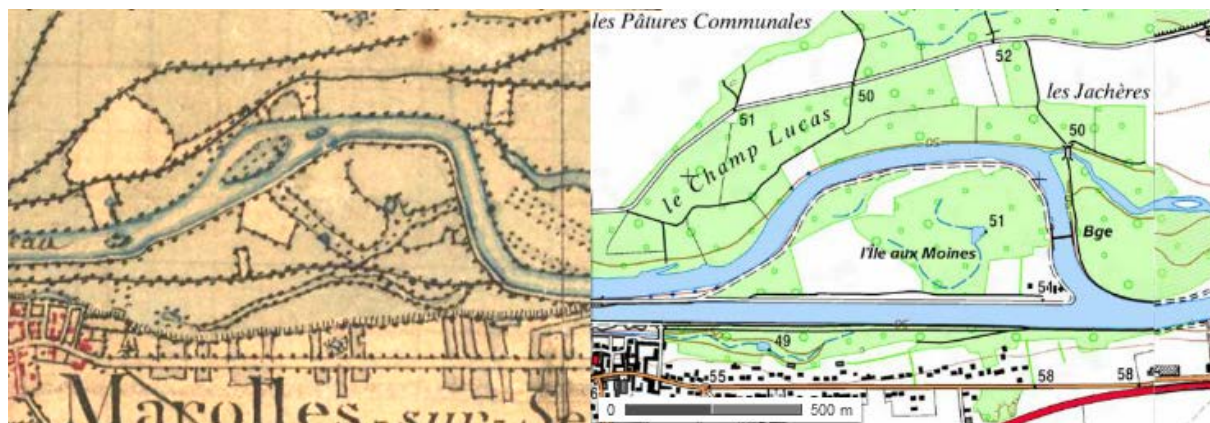


Figure 6 : Le rescindement d'un méandre à Marolles-sur-Seine (77), dans le but d'améliorer la navigation, a occasionné l'apparition d'une île artificielle. Comparaison entre la carte d'État-major et la carte IGN au 1/25 000. (Source : Géoportail)

Sur les 236 modifications d'îles identifiées, on note 129 disparitions d'îles par arasement, submersion ou rattachement à la berge, occasionnant la perte du caractère insulaire. Si l'on rajoute les 84 fusions répertoriées, se soldant à chaque fois par la disparition d'une île (deux îles n'en forment plus qu'une), on peut avancer le chiffre de 213 îles disparues entre les années 1760 (date des plus anciennes cartes consultées) et aujourd'hui. Ce chiffre est légèrement surestimé, un arasement pouvant avoir lieu après une ou plusieurs fusions. Cependant il reste sans commune mesure avec le nombre d'îles apparues sur la même période, qui est de quatre, dont trois par rescindement de méandres entre Marolles-sur-Seine et Montereau. La grande majorité des modifications relevées ici (199, soit 84%) a eu lieu après 1827 (date de fin des levés de la carte d'État-major).

Le géoréférencement des cartes permet d'effectuer une analyse spatiale d'une des conséquences de la disparition de ces îles : la diminution résultante de la longueur des berges entre la fin du XIXe siècle (cartes de Vuillaume de 1886-1889) et aujourd'hui.

- Seine Amont de Paris (1886-2010): 291 km contre 532: - 45%
- Seine Aval de Paris (1889-2010): 643 km contre 900: - 28%
- Marne (1887-2010): 475 km contre 621: - 23%

La diminution plus importante observée pour la Seine amont s'explique par sa rectification pour la navigation plus tardive que pour la partie Seine aval (après un épisode plus précoce, voir paragraphe 3.1.2).

L'exemple de l'Oise où l'on ne constate une diminution que de 6% de la longueur des berges entre 1929 et aujourd'hui souligne le fait qu'une grande partie des aménagements des rivières navigables du bassin de la Seine était terminée à la fin du XIXe siècle.

- Oise (1929-2010): 244 km contre 260: - 6%

La lecture de cartes, ainsi que l'étude de documents divers ont permis d'élaborer une liste d'usages passés et présents des îles et de leurs bras. Tous les usages ne sont pas valables pour toutes les îles, mais tous sont récurrents, au moins sur certains ensembles géographiques.

Pâturage insulaire

Cet usage semble le plus répandu dans les campagnes, jusqu'au début du XXe siècle. Ainsi, la toponymie des îles est souvent évocatrice d'activités d'élevage bovin.

Habitat

L'habitation humaine est une utilisation fort répandue des îles de Seine. Certaines ont été habitées très tôt, comme celles de Paris ou de l'île Saint-Étienne à Melun. À partir du début du XXe siècle, on note une tendance à lotir certaines îles qui deviennent alors des quartiers aisés à l'écart du reste de la ville. Si certaines îles de la banlieue parisienne sont fortement marquées par la présence d'habitations, c'est également le cas d'autres îles situées assez loin de l'agglomération.

Espaces de loisirs

On distingue deux principales « vagues » de loisirs. La première s'est produite à partir des années 1830 jusqu'à la fin du XIX^e siècle. Elle découle directement de l'arrivée du chemin de fer en périphérie de Paris, permettant aux notables parisiens de venir se distraire dans ce qui était encore des campagnes. C'est à cette époque que se sont développées la baignade en rivière, le canotage, la pêche de loisir ou encore la promenade sur les berges. Corollaire de ces activités, de nombreuses guinguettes se sont alors établies sur les berges de la Seine. La seconde vague de loisirs se produisit après-guerre, pendant la période des Trente Glorieuses. C'est à cette époque que les villes s'équipèrent de complexes sportifs, d'aires de jeux et de promenades qui, très souvent, sont situés sur les berges du fleuve, voire sur les îles.

Lieux d'inspiration artistique

Cet usage s'est particulièrement développé à partir de l'arrivée du chemin de fer dans la périphérie ouest de Paris, dans les années 1830 à 1850. De Paris à Poses, on trouve de nombreux textes témoignant de cette activité. On peut citer quelques lieux célèbres : l'île de la Jatte immortalisée par Seurat, l'île du Chiard devenue *île des Impressionnistes* après que ces derniers y aient beaucoup peint, et bien sûr, de Poissy à Giverny, les travaux de Monet qui ont grandement participé à la renommée de la région. Une exposition virtuelle du site Archiseine est dédiée à ce thème.

Les îles comme sanctuaires de nature

Un certain nombre d'îles sont aujourd'hui inhabitées et occupées par la ripisylve ou par des prairies plus ou moins aménagées. Du fait de leur accès restreint les mettant à l'abri de l'urbanisation et de l'agriculture, ces îles sont souvent perçues comme des sanctuaires de nature, des réservoirs de biodiversité à protéger. Cette vision existait déjà dès le XIXe siècle, mais s'est renforcée à la fin du XXe siècle, avec la prise de conscience des enjeux liés à la préservation des écosystèmes. Plusieurs îles ou anciennes îles rattachées à la berge sont aujourd'hui classées à ce titre : Espace Naturel Sensible de la Prairie Malécot à Boissise-le-Roi (Seine-et-Marne), réserve ornithologique de l'île Nancy à Andrésy (Yvelines), parc ornithologique de l'île Aumône à Mantes-la-Jolie (Yvelines).

Les bras ont eux aussi vu leur usage évoluer dans le temps.

Sites privilégiés pour les moulins

De nombreux moulins à eau étaient autrefois implantés dans les bras de Seine, en général entre une île et la rive, mais parfois aussi entre deux îles. Les bras d'îles sont des sites propices car il n'aurait pas été possible de construire de tels aménagements sur toute la largeur du lit, pour des raisons évidentes de taille, de force du courant, et de présence de nombreux bateaux. Il s'agissait principalement de moulins dits « à roue pendante » : la roue hydraulique y était suspendue à un bâtiment qui enjambait totalement ou partiellement le bras ; sa hauteur était réglable de façon à être adaptée au niveau d'eau du fleuve. Les moulins profitant de la force hydraulique du courant des bras de la Seine, le maintien de celui-ci était indispensable à leur fonctionnement. Le comblement, naturel ou non, des bras de Seine apparaît donc incompatible avec le maintien de l'activité de meunerie. On peut supposer que de nombreux bras comportant des moulins ont été entretenus de façon à empêcher leur atterrissement. La présence d'une activité économique, la meunerie, est donc étroitement corrélée à celle d'un élément paysager, en l'occurrence les bras d'îles, à la persistance desquels elle a sans doute contribué.

Activités nautiques

Les bras secondaires de la Seine, de par leur situation souvent plus abritée et leur courant moins puissant que le bras principal, sont des endroits privilégiés pour le stationnement des bateaux. Il est très facile de repérer cet usage sur les photographies aériennes contemporaines. Dans le passé, de nombreux écrits relatent l'attractivité des bras d'îles pour les canotiers, qui trouvaient là un terrain de loisirs bien plus calme et sûr que les bras principaux, parcourus de convois de bateaux. L'activité de canotage s'est développée avec l'arrivée du chemin de fer à partir des années 1830, elle était particulièrement présente à l'aval de Paris, dans les actuels départements des Hauts-de-Seine et des Yvelines. Chatou, Andrésy, Poissy étaient des lieux particulièrement prisés.

Décharge

Un certain nombre de bras d'îles ont, par le passé, servi de lieux de décharge. On y a déversé, selon les sites et les époques, des gravats, des produits de dragage du fleuve, des épaves de bateaux et divers déchets. C'est par exemple le cas de l'ancienne île d'Argenteuil, dont le bras a longtemps servi de réceptacle aux déchets du village. Un peu plus en aval, à Conflans-Sainte-Honorine, c'est l'ancien bras de l'Île de Devant (bras Favé) qui servit longtemps de cimetière de bateaux, avant d'être comblé dans la seconde moitié du XX^{ème} siècle.

3.1.2 Les usages de la Seine dans la Bassée

Le but de cette étude était de reconstituer l'évolution du cours de la Seine et du fond de vallée entre Nogent-sur-Seine et Bray-sur-Seine du Moyen Âge à l'Époque moderne et de mettre en valeur certains usages du fond de vallée liés à l'eau. Pour donner une indication de l'état de la Bassée à la fin de cette période, on a également recherché les cartes représentant cette région au début du XIX^e siècle. Ces cartes sont présentées en annexes 1 et 2.

Pour le XVIII^e siècle, l'atlas de Trudaine des routes royales ne peut être utilisé pour étudier la Bassée, car les grandes routes évitaient ce fond de vallée encore régulièrement inondé à cette époque. En revanche, la Bassée est couverte par les plans d'intendance de Bertier de Sauvigny et a été dessinée par l'Abbé Delagrive (voir annexe 1). Elle apparaît bien entendu sur la carte de Cassini.

Pour le XIX^e siècle, les cartes du fonds F/14 aux Archives Nationales ne sont pas spécifiques à la Bassée mais représentent l'ensemble des cours d'eau navigables et flottables (voir Annexe 2).

Le cours de la Seine en Bassée a connu de nombreuses modifications, mis depuis longtemps en évidence par la géologie, la morphologie et l'archéologie. La présence d'un fleuve capricieux n'a pas empêché une implantation humaine précoce et importante. Si la Préhistoire et la Protohistoire de la Bassée ont bénéficié de nombreuses études depuis une trentaine d'années (équipes de D. Mordant et de l'Inrap, entre autres), en revanche, notre connaissance de l'histoire des réseaux hydrographiques et de l'occupation du sol en Bassée aux époques historiques est très faible. Cette première étude historique est centrée entre Nogent-sur-Seine et Bray-sur-Seine, un tronçon de la Seine navigué depuis des temps anciens, actuellement en cours de réaménagement pour la navigation et qui bénéficient de riches sources documentaires.

Les sources primaires textuelles et iconographiques qui éclairent la période historique allant de l'époque carolingienne au début du XVIII^e siècle sont conservés en majeure partie aux Archives départementales de l'Aube (en particulier les fonds de la Motte-Tilly, du duché de Nemours, de l'abbaye du Paraclet), aux Archives départementales de l'Yonne (notamment les fonds du chapitre cathédral de Sens, des abbayes de la Cour-Notre-Dame et de Vauluisant), des Archives départementales de Seine-et-Marne (notamment le fond du prieuré de Saint-Sauveur-lès-Bray) et les Archives nationales (notamment Q1 53, Titres domaniaux de l'arrondissement de Nogent-sur-Seine). Les dépouillements effectués montrent d'une part l'ampleur de la tâche, d'importants fonds manuscrits disponibles mais jamais exploités pour ce sujet et d'autre part un déséquilibre documentaire important en fonction du lieu. Textes et plans abondent pour certaines localités, mais sont rares ou inexistantes pour d'autres. Nogent-sur-Seine et la seigneurie de la Motte-Tilly, pour exemples, sont surdocumentés par rapport à d'autres localités comme Bray-sur-Seine. En outre, les plans anciens disponibles (XVI^e-XVIII^e siècle) apportent des informations historiques des informations historiques sur le cours de la Seine, les noues et l'occupation du fond de vallée en quantité et qualité très importantes, mais ne sont pas, a priori et dans leur immense majorité, géoréférencables.

L'analyse des sources textuelles et iconographiques montre notamment :

- a. une utilisation tardive du fleuve pour la meunerie. Ce n'est qu'à partir du Moyen Âge central que s'installent dans le cours de la Seine des moulins. Ces moulins sont dès le départ importants – ils comportent plusieurs roues – pour compenser leur faible nombre. Les textes montrent le partage du fleuve au Moyen Âge et à l'Époque moderne entre moulins, pêcheries et navigation, avec une place grandissante de la navigation au fil du temps. Les moulins de la Seine en Bassée sont systématiquement pendants sous des ponts, seule solution technique adaptée au régime du fleuve, avec des pertuis pour le passage des bateaux et le paiement des droits associés. Les ruisseaux de la Bassée affluents de la Seine (ru de Choyau, ruisseau de Villenauxe, Ardusson...) comportent quant à eux des moulins moins importants mais plus nombreux, assis au fil de l'eau ou sur bief ;
- b. l'installation d'imposantes pêcheries fixes en V dans le cours de la Seine, à proximité des moulins des centres urbains, ainsi à Nogent-sur-Seine, Pont-sur-Seine ou Bray-sur-Seine. Ces pêcheries appelées gords sont destinées à prendre de grandes quantités de poissons migrateurs, ici des anguilles, lors de leur descente de la Seine. Ce type de pêcherie est déjà en usage pendant la période antique en Bassée, comme le montrent les découvertes archéologiques récentes. La présence de grandes pêcheries fixes compense la rareté des étangs piscicoles en Bassée. La pêche dans les noues apporte un complément alimentaire aux riverains de la Seine ;
- c. un aménagement précoce de la Seine pour la navigation. Cette étude s'attache à retrouver l'histoire des ouvrages effectués avant les canaux du XIX^e siècle. Les sources textuelles montrent le souci permanent de l'amélioration des conditions de navigation et de flottage, dans une région où le commerce (foin et bois en particulier) vers Paris est fondamental. Au fil des siècles, et ce depuis le début du XIV^e siècle, de nombreuses tentatives de rectification et de canalisation de la Seine ont été menées sur la Seine en Bassée par le pouvoir central, avec plus ou moins de succès selon les entreprises ;

- d. un aménagement du fond de vallée majoritairement tourné vers la production de foin, pour la consommation locale mais surtout pour l'exportation vers Paris. Au Moyen Âge comme à l'Époque moderne, apparaît un parcellaire laniéré de petites parcelles de prés de fauche, qui utilisent largement les noues, aux cours canalisés, pour une irrigation de complément en saison froide. Les textes médiévaux montrent en certains cas l'évolution de zones marécageuses en zones drainées et cultivées ;
- e. un cours de la Seine changeant et des noues aux cours anthropisés. Les textes, mais surtout les plans du début du XVIIIe siècle, montrent les anciens méandres du fleuve, les "accrues" ou "atterrissements" qui en résultent et qui sont utilisés par les riverains comme prairies humides ou ozières.

Au XIXe siècle, la Petite Seine de Nogent-sur-Seine à Montereau a connu des aménagements pour l'amélioration de la navigation précoces par rapport à la Haute Seine de Montereau à Paris, où une opposition aux projets d'aménagement les a retardés de plusieurs décennies (Verdier de Pennery, 1959).

De Nogent sur Seine à Montereau, les bateliers ne comptaient que sur 35 à 40 cm d'eau (25 à 30 cm en été). Un avant-projet pour la navigation entre Nogent et Montereau a été présenté par Brémontier, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en Seine et Marne le 10 mars 1834. Les travaux démarrent au début des années 1840 pour la construction des barrages de types Poirée à Courbeton (en amont de Montereau), La Grande Bosse (en aval de Bray) et Vesoult (près de Nogent sur Seine) ainsi qu'un barrage secondaire sur le petit bras de Melun (Merger, 1994). Ce n'est qu'à partir de 1859 que commencèrent les travaux sur la Haute-Seine, ceux sur la Bassée ne reprirent qu'après la guerre de 1870. La loi du 20 avril 1879 permit la construction des dérivations de Beaulieu et Villiers sur Seine, ainsi que celle de Bray à La Tombe. Cette discontinuité dans les travaux induisit une certaine incohérence du programme de canalisation et l'abandon des premières écluses (comme celles de la Grande Bosse et de Courbeton) du fait de la mise en place de la dérivation de Bray à La Tombe. Ces travaux permirent une hauteur de mouillage dans la petite Seine de 1m60. Pour garantir ce mouillage contre les envasements et les ensablements, le plafond du chenal était généralement dragué à 1m70 en contre-bas des retenues. Par contre, la Petite Seine est encore soumise à des crues qui gênent la navigation pendant deux ou trois mois de l'année à cause du courant qui s'établit alors et de la submersion partielle ou totale du chemin de halage. Le Tableau 2 indique les dépenses effectuées pour ces aménagements de 1848 à 1899.

Tableau 2 : Dépenses pour les aménagements de la Petite Seine de 1848 à 1899
(source : *Atlas des voies navigables de la France, 1903*).

1848 à 1864	Dérivation de Conflans à Bernières.	1 500 000	Ingénieur en chef Chanoine, ingénieurs ordinaires Doré, Pluyette, Allard et Boulé
	Construction de barrages	3 500 000	
1881 à 1886	Dérivation de Beaulieu à Villiers	2 900 000	Ingénieurs en chef Maurice Lévy, Boulé, Pessons et Lèbe-Gigun, ingénieurs ordinaires Le Secq Destournelles, Getten et Wender
	Barrage de Jaulnes	1 100 000	
	Amélioration du chemin de halage entre Marcilly et Conflans	200 000	
1893 à 1899	Barrage de Marolles, dérivation de Bray à la Tombe et travaux divers	2 300 000	Ingénieur en chef Lavollée, ingénieur ordinaire Wender
	Total	11 500 000	

L'ensemble de ces mesures firent basculer la Bassée d'un usage de flottage du bois vers Paris à un usage de navigation (voir Tableau 3). Le dernier flot eut lieu en 1898 (Verdier de Pennery, 1959, p.742).

Tableau 3 : Tonnage transporté sur la Petite Seine de 1880 à 1920 (sources : *Atlas des voies navigables de la France, 1903* et *Conseil général de Seine-et-Marne*)

Année	tonnes
1880	50 000
1884	59 156
1886	65 000
1895	95 406
1896	97 568
1900	90 000
1918	67 506
1920	37 675

3.2 L'anthropisation des corridors fluviaux

3.2.1 Méthodologie de digitalisation

La couverture d'un territoire dans son ensemble et la grande précision de ces cartes permet de réaliser la digitalisation de certaines des informations contenues sur ces cartes, ce qui permet d'obtenir des couches vectorielles en SIG par lecture des cartes Raster. En premier lieu, cette digitalisation a été réalisée manuellement par un relevé sous ArcGis des étangs de la carte de Cassini (Passy et al., 2012) et de la carte d'Etat-Major (Beslagic, 2014). Cette digitalisation a également été réalisée sur les cartes de Trudaine couvrant la vallée du Grand Morin, dont la grande précision a permis de relever les cours d'eaux et routes, mais aussi l'occupation des sols (cf. partie 2.3.1). Cependant, ce travail de saisie est très chronophage et ne doit être entrepris que si l'on sait déjà quel usage sera fait de la couche vectorielle résultante.

La qualité des eaux des rivières du bassin de la Seine étant très influencées par la couverture forestière, nous avons entrepris la digitalisation des forêts de la carte d'Etat-Major, travail déjà partiellement réalisé par le groupe d'histoire des forêts (Dupouey et al, 2007, Favre et al, 2011). L'importance du travail sur l'ensemble du bassin de la Seine nous a conduits à nous tourner vers des méthodes d'extraction automatique des données avec l'outil de classification d'Arcgis, en retenant les 5 classes suivantes :

- vert : forêt
- jaune : terres cultivables
- bleu : prairies et milieux humides
- rouge : bâti
- noir : texte

Cependant, si l'exemple montré ci-dessous (Figure 7) illustre une situation où l'outil fonctionne relativement bien, il s'est avéré que la majorité des dalles de la carte d'Etat-major présentent des défauts dus aux collages de cartes de qualité différentes ou plus généralement des défauts liés à l'usure.

Par ailleurs, dans chacune des classes définies plus haut, viennent interférer divers éléments (routes, limites territoriales etc.) dont les couleurs sont variables. De plus, cet outil gère assez mal les zones hachurées omniprésentes puisque c'est ainsi qu'est représenté le relief. Enfin, les zones humides en bleu-vert et les forêts en vert sont confondues.

En comparant les superficies de forêts (exprimées en hectares) pour 4 dalles sur lesquelles les deux méthodes ont été utilisées (i.e. manuelle et automatisée), on constate que l'erreur est trop importante pour que cet outil puisse être retenu (voir Tableau 4).

Comme des chercheurs de l'ENSAT-Toulouse avaient développé une procédure pour extraire de façon automatisée le contours des forêts sur la carte d'Etat-major (Herrault *et al.*, 2013), nous leur avons demandé de réaliser un test avec leur outil développé sous ENVI sur une dalle de référence. Les résultats ont été très positifs puisque les contours et superficies des forêts étaient quasiment similaires (indice de Kappa : 0,78) (Figure 8). Il est probable que nous développons une collaboration au cours de la phase VII du PIREN seine pour utiliser cet outil sur l'ensemble des cartes de notre corpus.

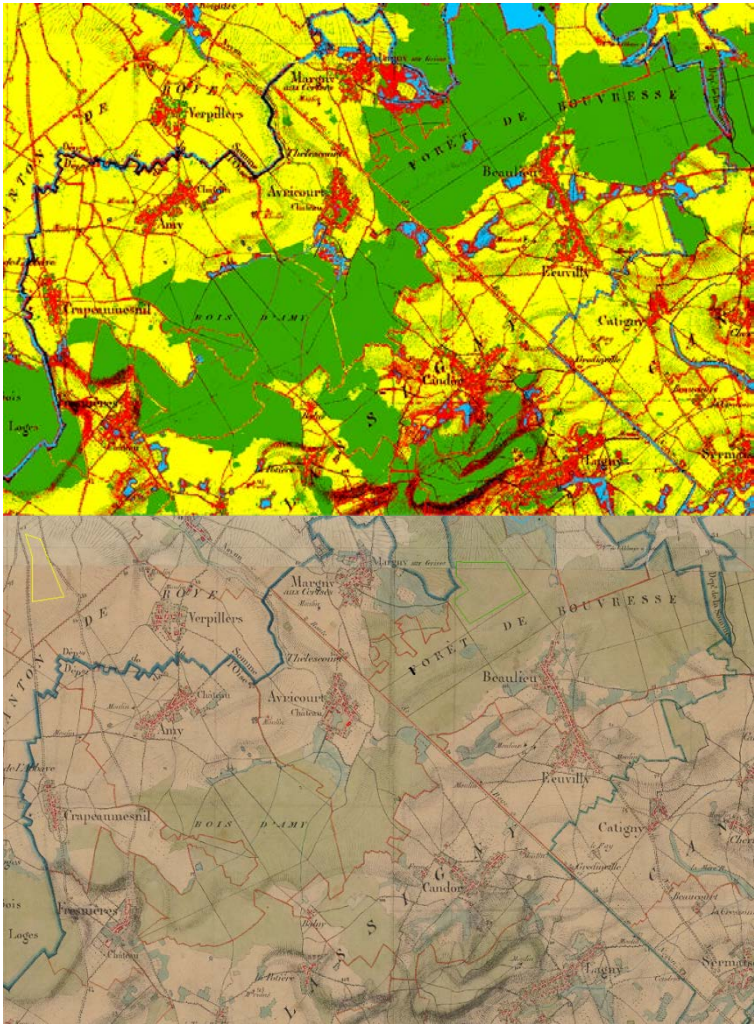


Figure 7 : Exemple de résultat du traitement automatisé à l'aide de l'outil de classification d'ArcGis

Tableau 4 : Comparaison des superficies des forêts géoréférencées selon la méthode manuelle et à l'aide de l'outil de classification

Réf. Dalle	Superficie forestière	
	Outil de classification ArcGis	Méthode manuelle
0480-6940	4109Ha	1401Ha
0500-6940	9722Ha	2546Ha
0580-6920	7303Ha	5726Ha
0500-6960	1981Ha	870Ha

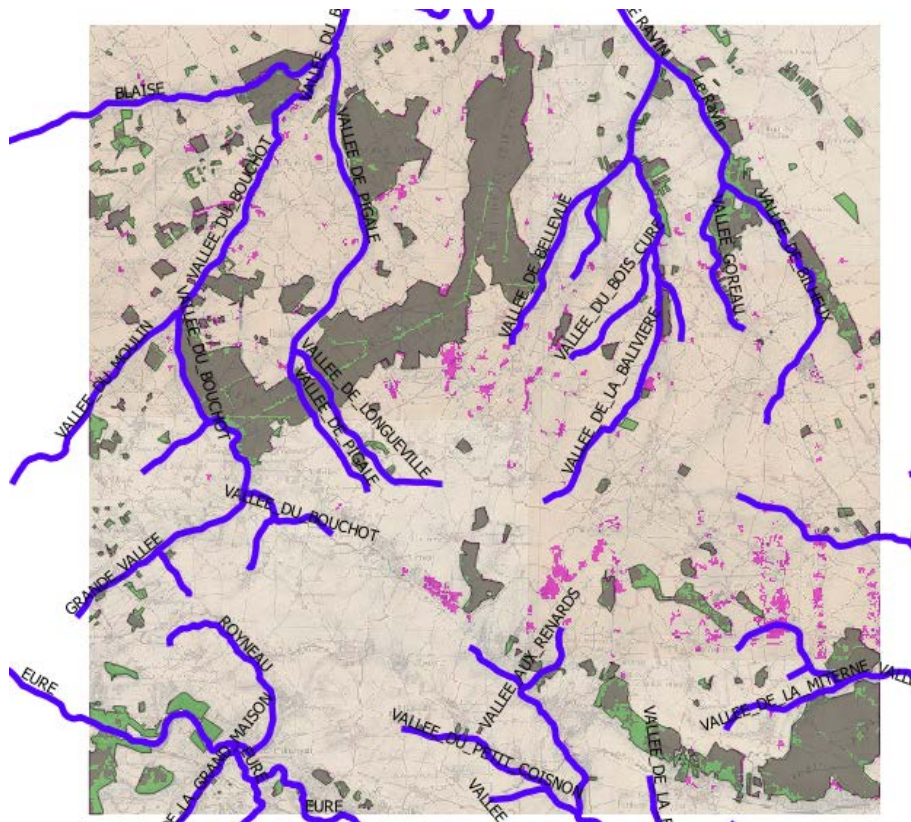


Figure 8 : Comparaison des résultats par extraction automatique et lecture manuelle de la dalle 0580_694. En foncé: les zones concordantes. En vert: les forêts relevées manuellement. En rose: les zones identifiées comme forêts par extraction automatique.

3.2.2 La vallée du Grand-Morin (XVIII^e siècle) au travers des cartes de l'Atlas Trudaine

Le bassin du Granin (dans la généralité de Paris au XVIII^e siècle) a été choisi comme région test, car de nombreuses études du PIREN-Seine se sont déjà concentrées dans cette région. Les abords immédiats de la rivière sont parcourus au XVIII^e siècle par des routes majeures, réalisées ou en projet. L'analyse de l'occupation des sols de la vallée du Grand Morin au XVIII^e siècle a donc été effectuée à partir de l'atlas des routes de France, dit atlas de Trudaine dont les cartes sont accessibles en ligne (base Archim).

Levées entre 1745 et 1780 sur ordre du fondateur de l'École des Ponts et Chaussées, Daniel Charles Trudaine, les cartes de cet atlas suivent la géographie administrative de l'Ancien Régime. Ici sont représentées les généralités, soit environ la moitié du royaume de France. Au total, plus de 3000 planches manuscrites et aquarellées ont été réunies en 62 volumes, actuellement conservés aux Archives nationales sous les cotes F/14/8443 à F/14/8507. L'échelle des cartes est d'environ 1/8600°. L'atlas de Trudaine est un atlas routier ; son but est de faire figurer les routes principales du royaume de France, construites ou en projet. Les cartes suivent donc le tracé des routes principales et ne représentent pas la totalité des régions parcourues. Néanmoins, les cartes incluent la levée de l'occupation du sol sur une distance de six lieues (6 lieues de Paris, soit 3,9 km) de part et d'autre des routes principales, ce qui procure nombre d'informations supplémentaires sur le paysage présent au temps de la réalisation de l'atlas (Servant H. et Nicolas S., 2010).

Douze cartes ont été retenues dans un premier temps, car elles se recouvrent l'une l'autre ; la quasi-totalité du cours du Grand-Morin est ainsi couverte par les cartes de l'atlas (de Tréfols à Couilly-Pont-aux-Dames),

de même que certains affluents, tels que les rus de Bonneval, de Courtevrain, de Réveillon, de la Michée ou de Piétrée.

Le géoréférencement de chaque carte du bassin du Grand-Morin nécessite en moyenne une soixantaine de points de contrôle. Au total, 698 points de contrôle ont été nécessaires pour les 12 cartes dont l'emprise globale est de 200 km².

Outre les points de contrôle « classiques », les églises par exemple, la comparaison constante avec les cartes actuelles au 1/25000^e permet de mettre en évidence des points du paysage qui n'ont pas évolué depuis deux siècles et demi et qui peuvent servir de points de contrôle. Des carrefours de routes secondaires, de chemins, des tronçons de voies romaines conservés, des limites de certaines parcelles, ont été choisis comme points de contrôle afin d'assurer la fiabilité du géoréférencement. Le choix des points de contrôle a été facilité dans le cas du Grand-Morin par un paysage demeuré largement rural, un réseau viaire qui a peu évolué, des villes dont le cœur historique n'a guère été remanié, comme Coulommiers ou Jouy-sur-Morin. Les douze cartes choisies se recoupent de plus partiellement, ce qui permet d'avoir plusieurs points de contrôle en commun entre deux cartes voisines.

Sur le cours des rivières, les moulins servent de points de repère aisés, ainsi que les ponts. En certains lieux, une recherche bibliographique a été nécessaire afin de déterminer si les ouvrages tels que les ponts n'ont pas été déplacés lors de reconstructions récentes. Les ponts et les moulins demeurent cependant les seuls points de contrôle fiables afin de positionner le cours d'eau et le géoréférencement montre alors ses limites : quand deux aménagements-repères sont éloignés de plusieurs kilomètres, voire simplement de quelques centaines de mètres, il n'est pas possible d'affirmer que le cours d'eau a vraiment divagué ou si le déplacement de la rivière est simplement l'effet d'un géoréférencement imparfait.

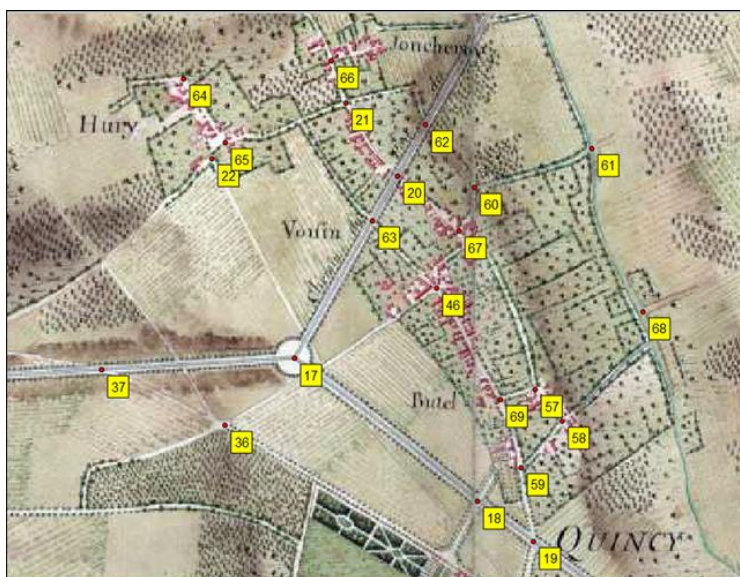


Figure 9 : Exemples de points de contrôle pris sur la carte de la portion de route passant par Saint-Germain-sur-Morin et Couilly-Pont-aux-Dames, Arch. nat., F/14/8444, base Archim, n° notice ZZ001889.

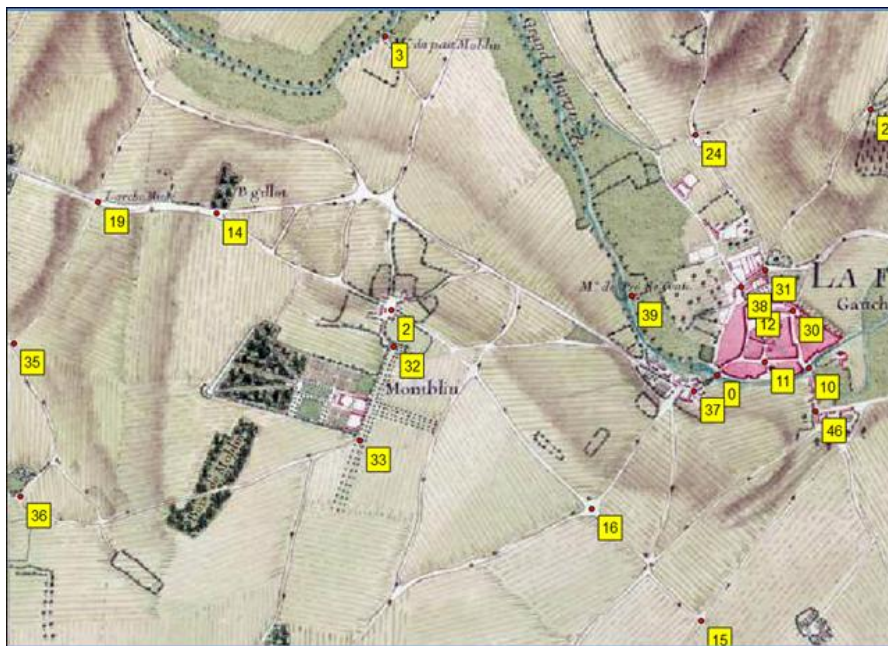


Figure 10 : Exemple de points de contrôle pris sur la carte de la portion de route entre les environs du château de « Montblin » et le bois des « Noëls », Arch. nat., F/14/8444, base Archim, n° notice ZZ001869. L'« arche Miché », encore conservée et connue aujourd'hui sous le nom de « pont des Romains » (comm. Jouy-sur-Morin), enjambe le ru de la Michée et sert de point de contrôle (n° 19). Une portion de voie romaine conservée au XVIII^e siècle et de nos jours, sert aussi de référence (n° 14, n°2, n°16 et n°15).

Dans l'ensemble, le géoréférencement des cartes de l'atlas de Trudaine s'avère aisé et le résultat apparaît tout à fait fiable pour être utilisé à des fins d'analyse de l'évolution du paysage depuis le XVIII^e siècle. Sur les douze cartes utilisées, seule une, celle représentant la forêt de Crécy-la-Chapelle (Arch. nat., F/14/8444, base Archim, notice n° ZZ001887) pose problème, en raison d'un relevé de terrain sans doute moins précis et par conséquent d'un plus faible nombre de points de contrôle (22). Mais même dans ce cas, le géoréférencement montre l'étendue de la forêt et la permanence, ou non, de ses limites depuis le milieu du XVIII^e siècle. Dans tous les autres cas, la haute qualité des relevés permet de replacer tous les éléments du paysage, jusqu'aux plus petits hameaux, sur la carte actuelle au 1/25000^e.

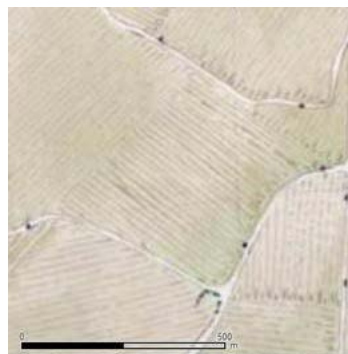
Le soin apporté à la levée des cartes de l'atlas permet la numérisation du parcellaire. L'atlas ne comporte pas de légende, mais il est aisé de comprendre à quoi correspond chaque couleur ou symbole utilisés pour représenter l'occupation du sol, d'autant plus que la charte graphique ne varie pas d'une carte à l'autre. Sont ainsi représentés :



les agglomérations,



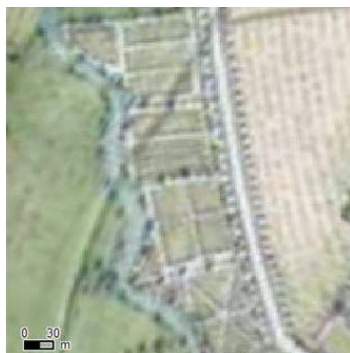
les châteaux,



les terres arables



les vergers,



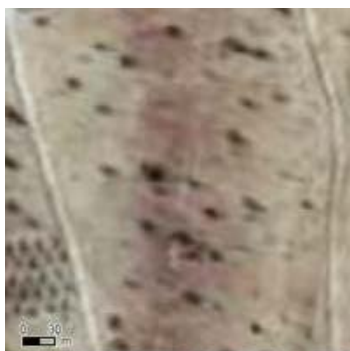
les jardins,



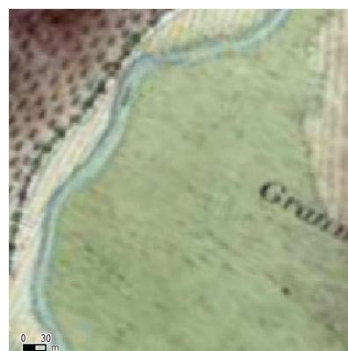
les vignes,



les espaces boisés,



les friches,



les prés



les étangs,



les marais,



les mares.

Figure 11 : La représentation de l'occupation du sol des cartes de l'atlas de Trudaine.

Les cartes relèvent toute l'occupation du sol ; cependant, l'atlas de Trudaine n'a pas de visée fiscale et ne montre pas les limites des parcelles, comme le ferait un cadastre. En de rares cas, on peut percevoir un parcellaire laniéré, grâce à l'alternance rapprochée des types de culture. Cependant, dans presque tous les cas, les cartes représentent les cultures par masses. La numérisation (couche « occupsoltrudaine ») suit le détail des cartes et ne permet, sur la surface traitée, que de voir la représentativité globale d'un type d'occupation du sol par rapport à un autre. Une rapide analyse permet de mettre en évidence la prééminence des terres à blé et la permanence de grands espaces boisés. La vigne est encore présente, alors qu'elle a disparu aujourd'hui. Dans une période de disparition d'étangs par rapport aux époques antérieures, les étangs du bassin paraissent peu nombreux (11). Dans le fond des vallées, au bord de l'eau, de grands espaces de prés sont encore disponibles pour le pâturage.

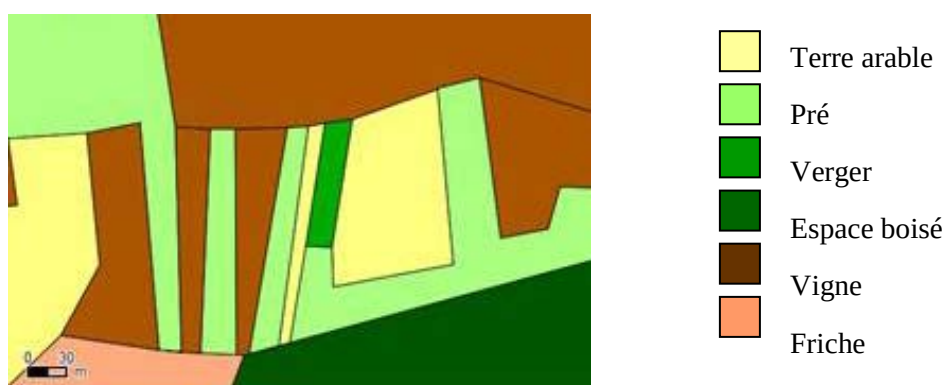


Figure 12 : Exemple de parcellaire laniéré, commune de Crécy-la-Chapelle.

La couche « route trudaine » : le choix a été fait de vectoriser les routes principales (niveau 1), ainsi que certaines routes secondaires (niveau 2). Le tracé représenté sur les cartes a été légèrement rectifié en certains lieux, afin de s'adapter au réseau actuel et de corriger les imperfections du géoréférencement. La couche comprend aussi les digues d'étangs.

La couche « moulins » : les cartes de l'atlas représentent les moulins comme des bâtiments ordinaires et non grâce à un symbole précis : seule la localisation (le long d'un bief par exemple) et l'ajout parfois d'un nom, « moulin de... », permettent de déduire que le bâtiment présent est un moulin. Les moulins au fil de l'eau situés au cœur des agglomérations sont par conséquent difficilement perceptibles et certains doivent échapper à cette première approche. En certains lieux, les cartes montrent un bief, voire un barrage, mais pas de bâtiment de moulin ; dans ce cas, le moulin n'est pas figuré. La table attributaire contient des champs aujourd'hui non remplis : les dates d'apparition, de construction, d'arrêt de l'activité meunière ou de destruction seront complétées par des recherches bibliographiques annexes.

La couche « ponts » : les ponts ne sont pas représentés par des symboles spécifiques. Seul le tracé des voies permet de reconstituer qu'un pont est nécessaire là où le cours d'eau croise une route. La nature des ponts n'est pas non plus figurée : pont de bois, de pierre, planches. La représentation actuelle est avant tout celle des points de franchissement des cours d'eau. Seuls deux ponts, qui existent toujours, sont figurés de manière remarquable : l'« arche Miché » (Jouy-sur-Morin) et l'« arche Pétré » (Saint-Siméon), ce qui pourrait indiquer que ces ponts, sans doute de pierre, remontent à une époque reculée.

La couche « hydrotrudaine » représente les cours d'eau. Le cours du Grand-Morin n'est pas représenté sur la totalité de son parcours entre Tréfols et Couilly-Pont-aux-Dames, de petites portions sont absentes des cartes. Le géoréférencement s'appuie sur certains points fixes et toujours présents. En dehors de ces points, le tracé du XVIII^e siècle n'a pas été rectifié en fonction du tracé actuel.

La couche « hydrotrudainearbres » reprend le tracé de la couche « hydrotrudaine ». Tous les cours d'eau sont découpés en fonction d'un seul critère : la présence ou non de végétation riparienne, qui apparaît de façon précise et systématique sur les cartes de l'atlas.

Sur cette rivière non navigable et largement aménagée depuis le Moyen Age (nombreux moulins), la rémanence de la place des ouvrages hydrauliques nous conduit à affirmer que 90% du cours de la rivière est déjà fixé au XVIIIe siècle.

Toutes ces couches sont visibles sur le site Archiseine (partie GeOrchestra). Une analyse classique de pourcentage d'occupation des sols par type montre une croissance des zones urbaines et des forêts entre le XVIIIe siècle et nos jours, ainsi que la disparition des vignes.

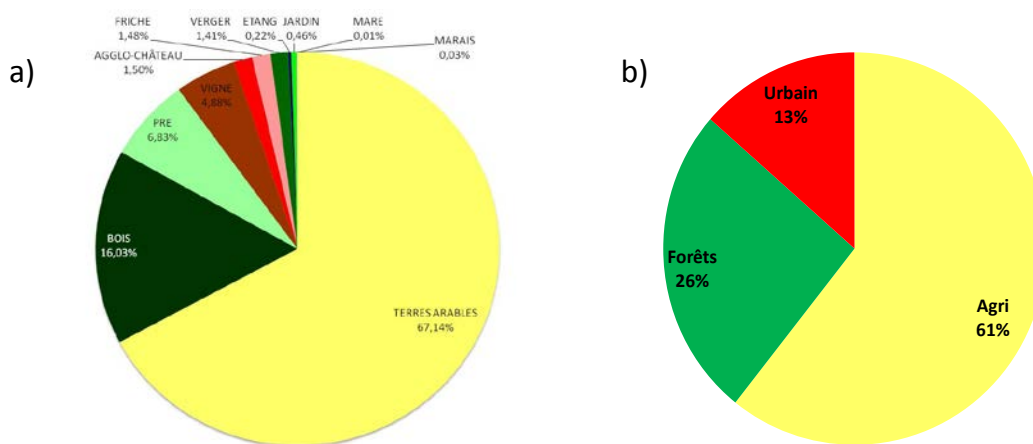


Figure 13 : Répartition globale des types d'occupation du sol dans le bassin du Grand-Morin a) d'après les cartes de l'atlas de Trudaine (200 km²), b). d'après Corine Land Cover (200 km²).

4 Conclusion

La phase VI du PIREN Seine a permis la mise à disposition des chercheurs du PIREN Seine et du grand public d'un corpus de cartes représentant de rivières du bassin de la Seine, essentiellement les rivières navigables. Cette avancée a été rendue possible grâce à une collaboration avec les Archives Nationales et par le déploiement d'un site internet Archiseine qui présentent les cartes géoréférencées sur la partie GeOrchestra et leur contexte sur la partie CMS Drupal. Cette partie sera prolongée lors de la phase VII par le repérage et la numérisation des cartes des Archives Nationales encore conservées dans les cartons d'archives. Un premier repérage a permis d'évaluer ce nombre à un millier réparti dans 200 cartons environ.

La présentation des cartes et de leur contenu a conduit à une réflexion sur le géoréférencement de ces cartes anciennes qui nécessite beaucoup de points de contrôle mais, de manière générale, ces cartes avaient été dessinées avec suffisamment de soin pour pouvoir être calées par rapport au référentiel contemporain.

Les détails concernant les cours d'eau permettent une analyse de l'évolution de ces cours d'eau (tracé, chenalisation, disparition des îles) qui sera continuée dans la phase VII par l'étude des profils en long

donnant les hauteurs d'eau dans ces rivières avant et après aménagements. La réflexion sur la digitalisation automatique des cartes anciennes par l'utilisation des techniques développées à l'ENSAT sera poursuivie.

5 Références bibliographiques

Alexandre P. (2012). *Iles et bras de la Seine à l'ère de l'Industrie : chroniques de paysages oubliés. De l'évolution paysagère des îles et bras de Seine aux XIXe et XXe siècles, entre Marolles-sur-Seine et Poses.* Mémoire de Master, Ecole nationale supérieure du Paysage.

Annales des Ponts et Chaussées, partiellement en ligne sur le site Gallica. [Gallica.bnf.fr](http://gallica.bnf.fr).

Atlas des voies navigables de la France dressé d'après les documents fournis par les ingénieurs des Ponts et Chaussées. 2ème série, 6ème fascicule (1903). Ministère des Travaux Publics. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Service des cartes et plans. *Navigation de la Seine en amont de Paris et de l'Yonne entre Auxerre et Montereau*, Paris, Imprimerie Nationale.

Beslagic S. (2014). *Peuplements de poissons et données de qualité d'eau sur un bassin hydrographique anthropisé : la Seine au 19e siècle.* Rapport post-doc.

Buchotte (1722). *Les règles du dessin et du lavis pour les plans particuliers des ouvrages et des batimens.* Paris, C. Jombert.

Conseil général de Seine et Marne (1848-1945) [Rapports et délibérations]. En ligne sur Gallica. [Gallica.bnf.fr](http://gallica.bnf.fr).

Des villages de Cassini aux communes d'aujourd'hui. Territoires et population, deux siècles d'évolution (géoréférencement de la carte de Cassini sur l'ensemble de la France), Laboratoire de Démographie et d'Histoire Sociale (EHESS-CNRS), <http://cassini.ehess.fr/cassini/fr/html/index.htm>

Dupouey J-L., Bachacou J., Cosserat R. (2007). Vers la réalisation d'une carte géoréférencée des forêts anciennes de France. *CFC*, 191 : 85-98.

Favre C., Granier E., Cosserat-Mangeot R., Bachacou J., Dupouey J-L. (2011). Digitalisation des cartes anciennes. Manuel pour la vectorisation de l'usage des sols et le géoréférencement de la carte d'Etat-major. *Rapport Inra*, 40p.

Foussard V., Cuvilliez A., Fajon P., Fisson C., Lesueur P., Macur O. (2010). Evolution morphologique d'un estuaire anthropisé de 1800 à nos jours. *Rapport technique, GIP Seine- Aval*.

Grosso E. (2011), Seredona : a Web platform to integrate historical geographic data into current georeferenced frameworks, *Advances in Cartography and GIScience, Selection from ICC 2011 Paris*, A. Ruas ed., Vol.2, Springer-Verlag, p.117-128.

Herrault P-A., Sheeren D., Fauvel M., Paegelow M. (2013). Vectorisation automatique dans les minutes de la carte d'Etat-major du 19ème siècle in Actes de la Conférence internationale de Géomatique et d'Analyse spatiale. IUEM, Brest, 25-27 septembre 2013. 519-532.

IAURIF (1997), *Trois siècles de cartographie en Ile-de-France*, vol. 1, Cahiers de l'AURIF n°119.

IAURIF (1998), *Trois siècles de cartographie en Ile-de-France*, vol ; 2, Cahiers de l'AURIF n°120.

Le Moël M. (1960-66), *Fleuves et rivières, cartes et plans (1694-1891)*, Inventaire dactylographié, Archives nationales, Paris.

LEONORE, base de données nominative des personnes nommées ou promues dans l'Ordre de la Légion d'honneur depuis 1802 et décédées avant 1977.
<http://www.culture.gouv.fr/documentation/leonore/accueil.htm>.

Lescure S., Arnaud-Fassetta G., Cordier S. (2011). Sur quelques modifications hydromorphologiques dans le Val de Seine (Bassin Parisien, France) depuis 1830 : quelle part accorder aux facteurs hydrologiques et anthropiques ? *EchoGéo*, n° 18.

Merger M. (1994). La Canalisation de la Seine (1838-1939) in *Paris et Ile de France. Mémoires* Tome 45, 107-124.

Passy, P., Garnier, J., Billen, G., Fesneau, C., & Tournebize, J. (2012). Restoration of ponds in rural landscapes: Modelling the effect on nitrate contamination of surface water (the Seine River Basin, France). *Science of the total environment*, 430, 280-290.

Picon A. (1992). L'invention de l'ingénieur moderne : l'École des ponts et chaussées (1747-1851), Paris, Presses de l'École nationale des ponts et chaussées.

Servant H. et Nicolas S. (2008). *Les atlas de Trudaine*, Paris, Archives nationales, 2010.

SIG Alpage (Analyse diachronique de l'espace urbain parisien : approche géomatique), Noizet H. coord., <http://alpage.tge-adonis.fr/index.php/fr/>

Tarbé de Saint-Hardouin, F. P.-H. (1884), Notices biographiques sur les ingénieurs des Ponts et chaussées, depuis la création du corps, en 1716, jusqu'à nos jours, Paris, Baudry.

Temam S. et Grivel S. (2009). De la carte outil à la carte source. Représentation et gestion du fleuve Loire aux 18^e-19^e siècles, *CFC*, mars 2009, p. 67-86.

Vallée L. (1908), Catalogue des plans de Paris et des cartes de l'Ile-de-France, conservés à la section des cartes et plans, Paris.

Verdier N. (2008). Modeler le territoire : les ingénieurs des Ponts et chaussées et leurs usages de la carte (fin XVII^e - début XIX^e siècles)", dans *Les usages des cartes (XVII^e- XIX^e siècles), pour une approche pragmatique des productions cartographiques*, sous la dir. d'Isabelle Laboulais-Lesage, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 51-66 et VI-VII.

Verdier de Pennery P. (1959). Les gués de la Seine et de l'Yonne de Nogent-sur-Seine et d'Auxerre à Paris. *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 56(11-12), 731-748.

6 Annexes

6.1 Annexe 1. Informations sur les séries de cartes du XVIII^e siècle

La carte de Cassini.

Levées entre 1756 et 1789 à la demande de l'Académie des Sciences, donc du pouvoir royal, les 181 feuilles ont été publiées entre 1756 et 1815. L'avantage majeur de la carte de Cassini tient au fait, qu'hormis quelques kilomètres du cours supérieur de l'Oise, elle est la seule à couvrir l'ensemble du bassin de la Seine. Ses faiblesses pour notre projet tiennent à son échelle, trop petite, 1/86400^e, et à son imprécision. Elle peut cependant être utile là où il n'existe pas d'autres documents (Figure 16).



Figure 14. Carte de Cassini. Bassée occidentale

Les plans d'Intendance de Bertier de Sauvigny.

Dressés entre 1777 et 1789 à la demande de Louis-Bénigne Bertier de Sauvigny, intendant de la Généralité de Paris, dans un but fiscal. Établis par paroisses, ils concernent le centre du Bassin parisien. Les 2117 plans, d'une échelle variable autour de 1/5000^e, sont très précis et ont l'avantage d'indiquer la nature de l'occupation du sol, donc de fournir de très précieux renseignements sur les fonds de vallée et leur mise en valeur (Figure 17).



Figure 15. Plan de la paroisse de Belloy en Bassée

Les cartes de l'abbé Delagrive.

Nommé géographe de la ville de Paris par le Prévôt des marchands, Michel-Étienne Turgot, père du ministre de Louis XV, l'abbé Delagrive reçut pour mission de dresser la carte de la Seine et de ses affluents navigables et flottables dans le but d'améliorer la circulation des bateaux et du bois flotté pour répondre aux besoins accrus de la capitale. Pour ce faire, il leva des cartes de détail de la Seine et de ses affluents pour aboutir en 1738 à un ensemble de cartes intitulé *Cours de la Seine et des rivières et ruisseaux commerçants qui y affluent* composé de 94 planches in f°, planches qui contiennent à la fois des cartes et des commentaires. Les échelles varient selon les feuilles.

La carte de Delagrive est d'une importance majeure pour notre enquête car elle décrit toutes les îles, tous les biefs où circulaient les bois flottés, tous les moulins ainsi que les usines. En revanche, elle ne contient guère de données concernant la végétation de fond de vallée (Figure 18).



Figure 16. La Bassée entre Romilly et Pont sur Seine par l'Abbé Delagrive

L'Atlas de Trudaine.

Daniel Charles Trudaine était Intendant des finances chargé des Ponts et Chaussées. Il fit dresser un atlas des routes de France entre 1745 et 1780 à des échelles variables mais toujours proches de 1/9000^e. Les cartes de cet atlas contiennent toutes les grandes routes qui parcouraient le bassin de la Seine ; échappent cependant les segments des cours d'eau trop éloignés des routes majeures. Tous les ouvrages hydrauliques sur la rivière sont indiqués (ponts, moulins, écluses...), mais la représentation de l'occupation des fonds de vallée est très schématique (Figure 19).

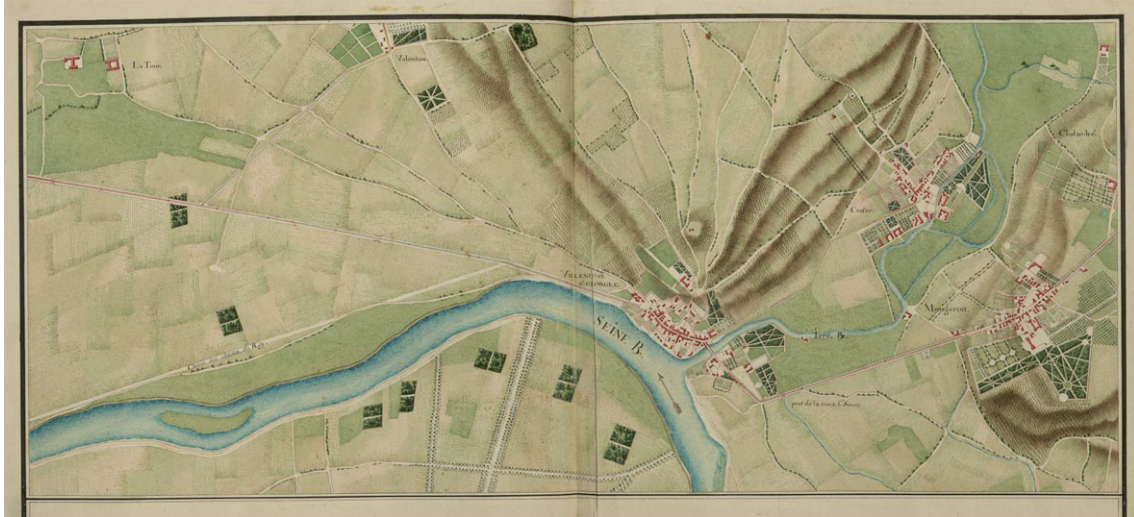


Figure 17. La Seine à Villeneuve Saint-Georges

6.2 Annexe 2. Cartes de la Bassée de Montereau à Romilly sur Seine du fonds F/14/10078 des Archives Nationales.

1/10 : Confluence de la Seine et de l'Yonne à Montereau avec le château du Faubourg St Maurice, et le faubourg Saint-Nicolas (XVIII^e siècle, sans plus de précision).



1/67. Carte hydrographique générale du bassin de la Seine, avec les points de départ du flottage du bois et autres ports sur la Seine.

Un port représenté à Méry en amont du canal Sauvage et du canal des Moulins, avant l'embouchure avec l'Aube. Un port à Villenoxe en amont du canal de Courtavant. Il n'en reste plus que des traces, à côté de la centrale nucléaire de Nogent.



1/74 : Carte des ruisseaux et rivières du bassin de la Seine qui servent à l'approvisionnement de Paris. Indication des bureaux d'octroi. Antérieur à 1836.

Le canal de Courtavant vers Villenoxe (voir http://projetbabel.org/fluviat/rica_courtavant-canal.htm). Le canal Sauvage (voir http://projetbabel.org/fluviat/rica_sauvage-canal.htm) et des moulins en aval de Méry. Sont représentés : le port de Méry ; du flottage de bois à brûler à Marcilly ; en rive droite, la Vieille Seine en parallèle de la Seine entre Nogent et Bray ; la Vouzie, et l'autre Vieille Seine [en fait l'Auxence] à Donnemarie ; en rive gauche, le Lorain à Trainel et l'Ardusson à Paraclet-St Aubin, entre Nogent et Pont.



Le programme de recherche PIREN-Seine a été lancé il y a plus de 25 ans, en 1989. Il fait aujourd'hui partie de la « Zone Atelier Seine » labellisée par l'Institut Ecologie et Environnement du CNRS. Les chercheurs contribuant au programme appartiennent à des nombreuses institutions de l'enseignement et de la recherche (Universités, CNRS, Grandes Ecoles, INRA, IRSTEA,...). Le programme fonctionne par grandes phases de 4 ou 5 années. Cette série de 7 volumes concerne la synthèse de la 6^{ième} phase du programme qui s'est étendue de 2011 à 2015.

Les chercheurs du programme développent avec les institutions du bassin de la Seine une recherche pluri-disciplinaire, à la fois utile au développement des politiques liées à l'eau au sein du bassin, et d'un niveau scientifique reconnu. Les projets de recherche, pour chaque phase du programme, sont ainsi co-construits au travers de séquences d'ateliers et de discussions entre les chercheurs du programme et leurs partenaires, les chercheurs se nourrissant aussi des pratiques de leurs pairs dans le domaine des sciences de l'environnement au sein du réseau national des Zones Ateliers.

Depuis 25 ans, le programme s'est intéressé à de nombreux aspects de fonctionnement du bassin de la Seine, en intégrant ses systèmes naturels, systèmes hydriques, sols, et les hommes qui y vivent et qui l'ont façonné depuis des siècles. Les résultats des recherches menées sont publiés dans de nombreux ouvrages et revues scientifiques internationales, dont on trouvera la liste sur le site internet du programme (<http://www.piren-seine.fr>). Ils sont également utilisés dans l'élaboration des politiques publiques et des schémas directeurs dans le bassin de la Seine, alors que différents outils issus du programme sont utilisés pour la gestion opérationnelle de certaines masses d'eau.

Pour sa 6^{ième} phase, le programme PIREN-Seine a bénéficié du soutien :

- de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie,
- du Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne,
- du Syndicat des Eaux d'Ile de France,
- de l'EPTB Seine Grands Lacs,
- de la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie
- d'Eau de Paris,
- de la Lyonnaise des Eaux,
- du Centre National de la Recherche Scientifique,
- de bourses doctorales provenant de la Région Ile-de-France.