

Travaux de Prospective relatifs au bassin de la Seine

Laurent Mermet, Xavier Poux & Hubert Kieken (ENGREF-RGTE)

RGTE (Recherche en Gestion sur les Territoires et l'Environnement) est un groupe de recherche nouvellement créée (1999) à l'ENGREF, en association avec le CIRED (Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement, CNRS-EHESS). Les problèmes théoriques et méthodologiques de la prospective sur l'environnement et les territoires sont l'un des axes centraux de RGTE. Suite à des contacts pris en 1998, le groupe de recherche a commencé en 1999 à travailler dans le cadre du PIREN-Seine.

Le présent rapport rend compte de ce travail. Il commence par en présenter les enjeux. Il reprend ensuite en détail une partie des résultats : le scénario de rupture sur le bassin Seine-Amont construit par Hubert Kieken et Xavier Poux. Il conclut sur les perspectives pour la continuation du travail.

1. La prospective dans le PIREN – Seine

1.1. Aspects théoriques et méthodologiques

Aspects généraux de la justification d'une approche prospective

L'analyse prospective du bassin de la Seine se justifie sur la base de plusieurs constats. D'une façon générale, les évolutions très marquées du bassin dans le passé " appellent " une projection dans le futur. Du fait de son caractère extrêmement dynamique — dans les deux sens du terme — le système anthropique du bassin de la Seine est amené à évoluer.

D'une manière plus précise, de nombreux secteurs d'activités connaissent actuellement des évolutions susceptibles de modifier directement l'état de l'hydrosystème. L'agriculture, par exemple, joue un rôle important dans la dynamique de l'état de la Seine (paramètre " nitrates " notamment, mais pas uniquement); les secteurs domestiques et industriels, de par les modifications présentes et à attendre en termes de consommation d'eau et de rejets influencent le devenir de l'hydrosystème. Enfin, des évolutions spatiales telles que le mode d'urbanisation ou le mode d'utilisation du territoire agricole sont également à prendre en compte.

Enfin, sur un autre plan, l'analyse prospective contribue à l'analyse de gestion de l'hydrosystème et des conséquences socio-politiques associées. La prospective est perçue comme un moyen de synthétiser et mettre en valeur les résultats du PIREN-Seine dans une optique de gestion à long terme.

Les enjeux théoriques de la prospective

L'analyse prospective sur le bassin de la Seine renvoie à de redoutables enjeux théoriques relatifs, notamment, à la complexité du système considéré. Trois niveaux d'analyse doivent être considérés :

1. le système anthropisé sur le bassin : activités économiques, organisation socio-politique, évolution technologique,...

2. l'hydrosystème, avec ses règles de fonctionnement et d'évolution propres, découlant des interactions entre les différents paramètres physico-chimiques, structurels et fonctionnels (dont le modèle Sénèque propose une modélisation)

3. les relations réciproques entre (1) et (2).

À cette complexité liée aux différences de nature des phénomènes à considérer, se rajoute une complexité liée aux emboîtements d'échelle temporelle et spatiale des processus. Pour ne citer que quelques exemples :

– le système anthropisé du bassin de la Seine évolue en fonction de déterminants qui se jouent à des niveaux supérieurs (national, européen voire mondial si l'on considère, par exemple, les effets d'une crise pétrolière sur l'ensemble du système économique).

– dans la sphère de l'hydrosystème, des effets retards doivent être pris en compte, qu'il s'agisse du temps de réponse des eaux souterraines ou du compartiment sol dans la dynamique des polluants, par exemple.

– ...

Cette complexité amène à poser les questions prospectives de manière adaptée. On retrouve ici un enjeu classique de la prospective, qui ne pose pas les problématiques d'anticipation en termes déterministes de prévision, mais d'évolutions *possibles* d'un système et d'analyse des déterminants.

Dans le cas du PIREN-Seine, cette problématique prospective suppose un changement de perspective par rapport aux questions posées dans le groupe "rétrospective-prospective". La prospective ne peut pas s'appuyer sur mêmes bases que les reconstitutions rétrospectives, car ces dernières visent à analyser les relations entre activités humaines et état de l'hydrosystème sur un mode explicatif et déterministe. Par ailleurs, la question d'une exploration du futur fondée sur un jeu d'hypothèses humaines traduites en variables de pression permettant d'alimenter SENEQUE, même si elle semble "naturelle" dans le cadre des travaux du PIREN¹, demande à être approfondie et précisée pour pouvoir être traitée.

Les enjeux méthodologiques dans le cas du PIREN

Elle pose un double enjeu.

D'une part si vue de l'hydrosystème l'état des systèmes humains déterminants du bassin versant se présente comme un jeu d'hypothèses, il correspond à des dynamiques et des enjeux d'une complexité redoutable. Pour les aborder, on s'appuie ici sur des méthodes classiquement mises en œuvre dans le cadre de travaux de prospective, d'élaboration de scénarios. Sans rentrer ici dans le détail, les scénarios permettent de construire une image du futur à la fois rigoureuse en termes d'analyse des variables et du fonctionnement du système mais non déterministe. Ils sont un moyen d'éclairer le futur, d'en réduire l'appréhension, sans tenter une impossible prévision globale.

D'autre part, il faut arriver à retrouver, dans l'évolution globale du bassin parisien, les enjeux plus particuliers – biogéochimiques - du PIREN. Les enjeux porteront ici, par exemple, sur la place du modèle SENEQUE dans l'analyse prospective mais aussi sur la manière de bien poser les questions prospectives sur le bassin de la Seine en général, et dans le contexte du PIREN en particulier.

¹ — C'est notamment cette vision qui est présente dans l'explicitation de l'axe prospective dans le programme du PIREN 1998-2001, p.94.

Ce dernier point appelle un éclairage particulier sur le statut de la démarche engagée. Classiquement, la prospective est conçue comme un outil d'animation aux vertus pédagogiques et de communication. Elle est également couramment utilisée pour définir une politique, coordonner des acteurs et des gestionnaires,...

Si de telles fonctions sont légitimes, y compris pour le PIREN, on s'intéresse plutôt ici aux fonctions de la prospective dans une problématique scientifique. Cette question est déjà abordée par Mermet et Piveteau². Dans cette optique, les méthodes de la prospective doivent s'attacher notamment à la manière de poser les questions sur le futur dans les travaux de recherche, aux problématiques scientifiques sur lesquelles débouchent ces questions, aux approches disciplinaires et interdisciplinaires qui permettent de les aborder.

1.2. Réalisations de l'année 1999

L'année 1999 a consisté en un lancement des travaux prospectifs dans le cadre du PIREN, encadré par L.Mermet et X.Poux.

Les travaux de cette année peuvent être considérés comme en grande partie exploratoires, destinés à construire des questionnements et démarches prospectifs adaptés au cadre du PIREN Seine. Ils ont comporté deux volets.

- Le premier a été la construction d'un scénario de rupture sur l'évolution de la partie amont du bassin, et l'étude de la mise en oeuvre possible du modèle SENEQUE en lien avec ce scénario³. Le résultat de ce travail constituera l'essentiel de la suite du présent rapport.
- La mise en oeuvre légère de diverses méthodes prospectives appliquées au bassin en amont de la confluence Seine-Yonne, dans le but de cerner les difficultés en enjeux d'un travail de prospective qui porte à la fois sur un territoire, et sur l'évolution d'un hydrosystème⁴.

2. Construction d'un scénario de rupture sur la Seine Amont

2.1. Présentation de la démarche

Ce travail s'est structuré autour de deux questions fondamentales :

- en termes théoriques et méthodologiques : quelle articulation entre la modélisation de l'hydrosystème entreprise dans SENEQUE et les questions prospectives sur le territoire du bassin versant ?
- en termes de contenu : quelle est la place de la gestion de l'hydrosystème dans l'évolution du bassin versant ? autrement dit, les évolutions sur l'hydrosystème sont-elles susceptibles de modifier le développement socio-économique sur le bassin ? plus particulièrement, quelles sont les interactions entre les enjeux de gestion qualitative et quantitatives ?

² — L.Mermet, V.Piveteau; Pratiques et méthodes prospectives : quelle place dans les recherches sur l'environnement?; « Les temps de l'environnement » Journées du Programme Environnement Vie et Société, Toulouse, 5-7 novembre 1997; session 1 et 2; pp.327-335

³ Hubert Kieken; Prospective Sein; Mémoire de DEA "Economie de l'Environnement et des Ressources Naturelles"; ENGREF, 1999

⁴ "Quatre méthodes de prospective appliquées à une partie du bassin amont de la Seine"; travaux d'élèves réalisés dans le cadre du module optionnel "Méthodes de la Prospective" en partenariat avec le PIREN-Seine, janvier 2000

La démarche engagée a reposé sur plusieurs volets.

- Une recherche bibliographique sur les travaux prospectifs portant sur le bassin de la Seine. Deux grands types de travaux ont ainsi pu être mobilisés : 1°) les travaux prospectifs avec une problématique “ eau ” centrale, 2°) les travaux avec une entrée territoriale, notamment ceux de la DATAR (cf. bibliographie en annexe).
- Des entretiens avec des personnes ressources possédant une vision globale de l’hydrosystème.
- Une réunion de travail brainstorming avec des membres du PIREN-Seine⁵ et B.Johannes, de l’Agence de l’Eau Seine-Normandie, visant à identifier les variables déterminantes dans l’évolution du bassin (en s’inspirant d’une démarche d’analyse structurelle).
- Une recherche méthodologique spécifique sur l’identification, l’analyse et la classification des variables déterminantes dans l’évolution de l’hydrosystème. Cette recherche a permis de hiérarchiser les thèmes pertinents pour la réalisation du scénario de rupture recherché.
- La construction d’un scénario dit “ de rupture ” sur la gestion de l’hydrosystème (cf. infra). Des réunions de travail entre H.Kieken et X.Poux ont permis d’affiner et de discuter le scénario réalisé.

2.2. Le scénario réalisé

Nous reprenons ici essentiellement les résultats de ce travail, c'est-à-dire le scénario “ Seine 2030 ” et certains aspects de son articulation avec le modèle SENEQUE. Ils nous paraissent en effet pouvoir susciter une discussion assez large avec les membres du PIREN, par exemple autour de la question : retrouvent-ils dans le scénario (construit à cette fin) un "système d'hypothèses" intéressant pour leurs travaux?

En revanche, nous passerons ici sur les aspects théoriques et méthodologiques de la construction du scénario, même s'ils sont intéressants pour le chercheur dans le champ de la prospective.

2.2.1 Eléments d'introduction au scénario

On peut, entre autres, retenir les points suivants de l'analyse de l'état présent de l'hydrosystème Seine :

1. Paris, au centre du bassin versant, structure son territoire en deux zones très différentes : *l'amont* et *l'aval* de Paris. Le caractère central de l'agglomération sur le plan géographique est renforcé par la gestion actuelle de l'hydrosystème : les soutiens d'étiage par les barrages-réservoirs sont définis par rapport à un débit de référence de la Seine à Paris, les ouvrages de régulation des inondations ont été calculés pour protéger la capitale...
2. L'état globalement dégradé de l'hydrosystème.
3. L'absence d'enjeux quantitatifs en dehors du respect des contraintes qualitatives : le bilan besoins / ressources en eau est jugé satisfaisant sur le bassin. Cet équilibre peut toutefois être remis en cause par des contraintes de qualité – réglementaires, économiques ou environnementales – qui imposeraient un renforcement des débits de certains biefs.
4. L'importance de la gestion des crues : économiquement, la gestion des inondations et des risques associés constitue certainement le problème majeur du bassin versant. En particulier, on ne dispose pas aujourd'hui d'outils susceptibles de réguler, même partiellement, des crues importantes. En fonction de

⁵ — Par ordre alphabétique : Gilles Billen, Josette Garnier, Michel Meybeck, Jean-Marie Mouchel.

leur niveau de remplissage, les barrages réservoirs permettent cependant de contrôler partiellement les crues faibles ou moyennes.

5. Le rôle essentiel que jouent les barrages réservoirs : ils permettent le maintien de nombreux usages en période d'étiage et contribuent à la gestion qualitative et quantitative de l'hydrosystème. Par ailleurs, la gestion de ces ouvrages et tout particulièrement la définition de la courbe de remplissage est le reflet des exigences souvent contradictoires des différents acteurs du bassin : le soutien d'étiage demande un fort remplissage hivernal pour pallier une pluviométrie faible au printemps, l'écrêtement des crues nécessite un remplissage tardif pour pouvoir amortir les crues de printemps.

6. Le troisième point est repris dans plusieurs documents d'aménagement du territoire du grand bassin parisien :

"D'un point de vue quantitatif, il n'existe pas encore dans ce bassin de réelles tensions sur les ressources (...). Cette situation satisfaisante devrait pouvoir se maintenir à l'avenir, le nécessaire désengagement des besoins supplémentaires, liés essentiellement à l'augmentation de la sécurité en matière d'approvisionnement, devrait être rendu possible grâce à des solutions négociées permettant d'améliorer la gestion des ressources actuellement exploitées (économie d'eau, efforts accrus contre les pollutions, amélioration de l'interconnexion)" (Conférence Permanente des Présidents de Régions – page 23).

Or, si tous ces documents reprennent cette analyse en des termes sensiblement identiques, aucun n'explique les "mesures nécessaires" (Livre Blanc du BP – page 35) ou les "solutions négociées" à mettre en œuvre. Un des objectifs du scénario proposé sera donc de tester cette hypothèse d'absence d'enjeux quantitatifs dans un contexte d'évolution non tendancielle du bassin versant. Ce questionnement n'a pas pour ambition de remettre en cause cet équilibre ressources / demandes, mais plutôt de s'interroger sur l'ampleur des problèmes qualitatifs en jeu si les mesures ne sont pas prises, et la nature et l'importance de ces "mesures nécessaires".

Par ailleurs, il nous a semblé intéressant de focaliser la prospective sur des enjeux de gestion différents de ceux actuellement observés, comme les éléments quantitatifs évoqués ci-dessus. En raison de l'ampleur des problèmes actuels (provoqués par l'état dégradé de la ressource), seuls des scénarios de rupture sont susceptibles de permettre l'émergence d'enjeux aujourd'hui perçus comme secondaires. Parmi les ruptures potentielles identifiées au cours du travail, seule une évolution forte du territoire est susceptible de renouveler la question posée sur les ressources en eau du bassin versant. Le Scénario III du Livre Blanc de la Datar répond parfaitement au besoin de rupture pour l'aménagement du territoire, et il servira de base pour le scénario "Seine 2030".

2.2.2 Seine 2030 : récit

Evolution 2000–2020

Contexte et Economie

2002, l'année du grand tournant. Prenant acte des pressions internationales condamnant l'Europe pour son attitude protectrice envers les OGM, le gouvernement français accepte les mises en culture des OGM et, simultanément, lance un ambitieux programme de recherche public sur le sujet. La pression des investisseurs privés soucieux de s'engager dans ce nouveau marché a joué un rôle déterminant.

L'objectif du programme de recherche est triple : combler le retard et maintenir la recherche française parmi les plus avancées dans ce domaine, mener des études de suivi et d'analyse de l'impact des ces cultures et favoriser l'émergence de PME innovantes. Le message est clair : après avoir raté la Silicon Valley, être passé en partie à côté de la Telecom Valley, la France ne veut pas être écartée de la Bio-Tech Valley !

Pour structurer le programme, un nouvel établissement de recherche est créé : le BRIE (Biotechnologies, Recherche Innovation Environnement). En dépit de son nom, le BRIE sera implanté à Reims en Champagne. Le choix du site d'implantation

a été en partie motivé par la proximité d'importantes coopératives ou de négociants céréaliers : les premiers programmes se concentreront sur les céréales. Pour favoriser l'émergence d'applications industrielles, l'établissement possède une grande liberté pour l'orientation de ses programmes de recherche, le recrutement de son personnel et la possibilité de développer de nouvelles activités. Elle peut ainsi détacher ses chercheurs au sein de sociétés privées ou créer de nouvelles structures pour l'exploitation de ses brevets.

En 2005, l'établissement est opérationnel et les équipes s'installent dans les locaux du nouveau centre de recherche. Dès le départ, le BRIE noue des accords avec AVENTIS (dont le siège est à Strasbourg), des céréaliers et plusieurs PME innovantes. En 2007, les premiers brevets – portant sur les céréales – sont déposés.

La gare TGV "Champagne – Ardennes" est ouverte en 2004. Le premier TGV Est commercial circule en juillet 2006, avec quelques mois de retard par rapport au projet initial. Reims se trouve maintenant à 1/2 heure de Paris et à 90 minutes de Strasbourg.

Conscients des enjeux économiques liés aux biotechnologies, le directeur du BRIE souhaiterait créer une nouvelle structure qui, bien qu'intégrée dans le centre de recherche, fonctionnerait entièrement avec des fonds privés. Cette structure pourrait en particulier se concentrer sur le développement d'activités susceptibles d'engendrer des applications industrielles à court terme. L'industrie céréalière participe largement à la création de la Fondation. Ce projet rencontre également l'attente des producteurs de champagne qui souhaitent que le centre de recherche se penche sur la vigne.

La Fondation est créée en 2009, et devient opérationnelle dès l'année suivante. Son objectif est de recruter, en France comme à l'étranger, des chercheurs à haut potentiel sur des sujets à haute valeur ajoutée. Les premiers projets portent sur la vigne, bénéficiant de la proximité des vignobles champenois. Ces investissements, basés sur les découvertes d'une équipe de la BRIE qui travaille depuis 2 ans sur le sujet, illustrent parfaitement les articulations possibles et souhaitables entre le centre de recherche et la Fondation.

Rapidement, et en accord avec les travaux du BRIE, trois autres pistes susceptibles d'engendrer des applications industrielles majeures sont identifiées :

- La rentabilisation des filières de production de bio-carburants ou de biocombustibles ;
- Des cultures produisant des spécialités pharmaceutiques ;
- La bio-électronique ou le mélange de la biologie et de l'électronique.

Les opportunités liées aux agrocarburants et aux biocombustibles sont étudiées depuis de nombreuses années. Cependant, le prix de revient élevé de ces cultures et leur bilan environnemental mitigé ne permettraient pas à ces carburants de concurrencer efficacement le pétrole.

Grâce aux avancées de la génétique végétale, d'importants progrès ont été enregistrés sur deux points : les rendements des cultures (et donc l'abaissement du prix de revient) et l'adaptation de la qualité des produits agricoles aux utilisations énergétiques (betteraves plus productives en l'absence des contraintes d'extractibilité de sucres, colzas à plus forte teneur en huile...). Dans un contexte de hausse du prix du pétrole (hausse liée au renouveau de la croissance en Europe de l'Est) et de réduction des émissions de gaz à effet de serre, ces gains de productivité permettent d'envisager des productions compétitives de bio-carburants. L'Europe qui espère trouver avec les bio carburants de nouveaux débouchés pour l'agriculture apporte son soutien financier au projet.

La production de spécialités pharmaceutiques nécessitant des mesures de sécurité très élevées à l'intérieur et autour du centre de recherche, il est décidé de créer un nouveau pôle de recherche propre à la pharmacie. Troyes, candidate pour l'implantation du centre dans ses murs, défend l'idée d'un projet industriel de grande ampleur : l'axe des biotechnologies Reims – Troyes. Le projet est accepté avec le soutien du gouvernement et de la région Ile de France qui, au travers de leurs engagements volontaristes, espèrent contribuer à l'émergence d'un pôle d'équilibre du "tout Paris" tout en dynamisant la croissance économique du Bassin Parisien.

Les espoirs liés à la bio-électronique reposent sur une échelle de temps différente. On est encore loin des applications industrielles, et le BRIE n'a que peu d'expérience en la matière. Cependant, la Fondation croit au potentiel propre à ce domaine et met en place un programme de "veille technologique" pour pouvoir s'engager plus en avant lorsque des opportunités apparaîtront.

Le centre de recherche sur les OGM pharmaceutiques ouvre ses portes en 2010. Une structure intercommunale est créée à partir de ce projet pour coordonner le développement des principales agglomérations de l'axe Reims – Troyes (Châlons-en-Champagne, Epernay...). Rapidement, trois projets retiennent l'attention du groupement intercommunal : la réalisation du canal grand gabarit de la liaison Seine Est, la construction d'un aéroport de dimension internationale et la construction d'une liaison ferrée rapide Troyes – Reims bénéficiant de l'interconnexion avec le TGV Est. Au travers de ces projets d'aménagement, les communes espèrent renforcer leur attractivité, mais surtout fédérer et cristalliser leur engagement commun en le traduisant par l'implication au travers de projets d'envergure.

En se basant sur cette expérience, et dans une volonté de renforcer la place du bassin parisien dans la compétition que se mènent les grandes métropoles européennes (Paris, Londres, Bassin Rhénan, Randstadt...), le gouvernement tente de faire émerger deux autres pôles de coopération :

- Rouen – Caen – Le Havre, en construisant une métropole autour des activités portuaires. Une partie des centres de décision financiers ou administratifs pourraient se regrouper autour de cette zone d'échanges

□ Tours – Blois – Orléans, en misant sur le développement des technologies de l'information et des télécommunications autour de pôles de recherche et de savoir-faire ;

Comme pour Reims – Châlons – Troyes, le développement de ces nouveaux ensembles nécessite la mise en place de groupements intercommunaux et la coordination des projets d'aménagements ou d'infrastructures.

En 2011, les premières vignes modifiées sont mises en cultures. Les techniques de génie génétique ont permis une amélioration de la résistance au gel et une facilitation de la taille. Ces premières expériences sont l'occasion de vives manifestations motivées par la crainte de contaminations génétiques vers le vignoble. Pour prouver leur confiance en ces techniques, les commanditaires du projet font installer une partie de ces tests au milieu de leurs propres vignes. Par ailleurs, l'autorisation de mise en culture a été conditionnée par la mise en œuvre de nombreuses mesures de protection (filets pour limiter la propagation de pollen par les oiseaux ou les insectes, sas de décontamination pour le personnel travaillant dans la zone...). Cependant, cette expérience est la première concrétisation symbolique de l'engagement de la France dans la concurrence mondiale sur les biotechnologies. Le projet ne pouvait donc que recevoir le soutien du gouvernement.

Les travaux de la liaison ferrée Reims – Troyes débutent dès 2013 et la ligne doit entrer en service fin 2015. L'interconnexion avec le TGV Est placera Troyes à moins de deux heures de Strasbourg. En 2014, la réalisation de la liaison Seine Est est lancée. Les premiers travaux de l'aéroport débutent 6 mois plus tard. Le site choisi, à proximité de Châlons, se trouve sur le tracé de la nouvelle liaison rapide Reims – Troyes. Depuis l'aéroport, le centre de Reims se trouve à 15 minutes, et Troyes n'est qu'à une demi-heure.

Fin 2015, les agrocarburants, dopés par les progrès de la génétique, sont prêts pour une mise en œuvre industrielle à grande échelle. Les premiers accords avec les constructeurs automobiles ont conduit à la conception de moteurs adaptés et, simultanément, à l'amélioration des carburants pour ces moteurs. Les premiers sites de production et de raffinage des carburants se développent à proximité de Châlons.

Cependant, pour quitter le stade expérimental et entrer dans la phase de production industrielle, les agrocarburants doivent identifier une cible (les voitures individuelles) et être susceptibles de fournir en quantité suffisante le marché européen des carburants. Le développement passe donc pas la cession de licences pour l'exploitation et le développement des OGM qui seules peuvent permettre l'industrialisation à l'échelle européenne. Les accords de coopération entre La Fondation et les sociétés pétrolières s'accroissent entre 2018 et 2020.

L'hydrosystème et la gestion de l'eau

En 2013, de fortes inondations (temps de retour 50 ans) frappent le bassin versant. Les dégâts sont importants, accentués par la simultanéité des crues sur la Seine, la Marne et l'Yonne. L'agglomération parisienne a été fortement touchée, même si la capitale a été relativement épargnée. Des tensions fortes apparaissent entre riverains et pouvoirs publics, entre administrations régionales et locales. La crue puis les débats qui la prolongent font apparaître les incohérences de gestion, le manque de coordination et le faible respect de la police des eaux à l'échelle du bassin.

En réponse à ces événements, la prévention des inondations est affichée comme prioritaire dans la définition du règlement d'eau s'appliquant aux barrages réservoirs. En particulier, les tranches exceptionnelles des courbes de remplissage sont augmentées en vue de permettre l'écrêtement de crues tardives. Cette mesure, essentiellement palliative, ne résout pas le problème de la vulnérabilité de l'agglomération aux inondations, mais permet d'apaiser les esprits en attendant la construction de nouveaux ouvrages de régulation sur l'Yonne.

Bien que le volume d'eau disponible pour le soutien d'étiages soit réduit, la tranche de réserve n'est pas modifiée : la capacité de soutien d'étiage tardif pouvant s'avérer cruciale pour la production d'eau potable au cours du mois de novembre. En conséquence, le débit moyen de la Seine à Paris en été (référence pour le soutien d'étiage) est légèrement réduit.

Les dégâts de la crue conduisent certains entrepreneurs à remettre en cause leur implantation en banlieue parisienne. L'abandon des coûts locatifs élevés, des contraintes de circulation et du risque d'inondations permettent d'envisager d'importantes économies. Les possibilités offertes par les technologies de l'information et le dynamisme des trois pôles satellitent relativisent l'éloignement de la capitale.

Le choix des nouvelles implantations traduit les spécificités de chacun des trois pôles :

□ RCT (Reims – Châlons – Troyes), située à un point nodal du réseau autoroutier offre une desserte rapide de l'Europe et l'Est de la France ;

- Rouen – Caen – Le Havre bénéficie de sa situation portuaire ;
- Tours – Blois – Orléans donne accès à la moitié Ouest de la France et bénéficie d'une croissance légèrement plus élevée.

La croissance démographique en amont et l'implantation des nouvelles industries accroissent les alertes pollution dans les unités de production d'eau potable de la région parisienne (pollutions accidentelles et pointes d'ammonium). Les modifications de traitement et les interruptions de production deviennent sensiblement plus fréquentes. La sécurité de l'approvisionnement n'est pas menacée, mais le coût de production de l'eau augmente légèrement.

Les distributeurs d'eau potable réfléchissent à l'opportunité ou à la nécessité d'engager de nouveaux investissements. Ils alertent dès 2010 les pouvoirs publics des conséquences d'une dégradation de la qualité de la ressource pour l'agglomération parisienne. Cependant, l'inondation de 2013 focalise les attentions sur le problème de la gestion des crues. Les politiques, le public, mais aussi dans une moindre mesure les distributeurs, "oublie" pour un temps les enjeux d'alimentation en eau potable (AEP).

La modification des règlements d'eau des barrages réservoirs est réalisée au détriment de la sécurité de l'alimentation en eau potable : non seulement la réduction des débits moyens des différentes rivières contribue à la dégradation de la qualité moyenne des cours d'eau, mais la diminution du volume d'eau stocké pourrait conduire, en cas d'année sèche, à des difficultés pour le soutien d'étiages tardifs. Dans le même temps, la croissance démographique et économique de RCT prolonge la dégradation progressive de la qualité de l'hydrosystème.

2020 : Tensions sur la ressource

Le contexte

Le territoire du bassin parisien tente de se structurer autour de quatre pôles : l'agglomération parisienne, Reims – Châlons – Troyes (RCT), Tours – Blois – Orléans (TBO), Rouen – Caen – Le Havre (RCLH). Les trois groupements de villes satellites sont le lieu de fortes croissances économique et démographique. L'objectif est qu'elles atteignent la taille critique leur permettant un développement économique propre, qui renforcera la place du grand bassin parisien au sein de l'Europe. L'émergence de ces trois nouvelles métropoles a donc vocation à dynamiser l'ensemble du bassin plutôt que concurrencer l'agglomération parisienne.

	2020	1990
Ile de France	12,15M hab.	10,65
Rouen– Caen-Le Havre	1,83M hab.	1,25
Tours – Blois – Orléans	1,70M hab.	0,95
Reims – Châlons - Troyes	1,15M hab.	0,76

Tableau 1 - Population du Grand Bassin Parisien en 2020 (Scénario "Seine 2030")

Ainsi, si les inondations de 2013 ont conduit à la délocalisation de quelques activités en faveur des trois pôles, ces événements ont moins remis en cause la croissance de Paris qu'ils ont favorisés celle des satellites. En particulier, la croissance démographique de l'Ile de France reste supérieure à la moyenne nationale.

Pour assurer la cohérence de l'ensemble, des réseaux ferrés et autoroutiers devront permettre une circulation rapide entre les quatre pôles. Certaines de ces liaisons ont déjà été mises en chantier, voire sont relativement avancées. Toutes seront terminées au cours des dix prochaines années.

L'aéroport a ouvert ses portes. Permettant un accès facile au Nord et au Sud-Est de la France via l'interconnexion avec le réseau ferroviaire à grande vitesse, il bénéficie d'une situation privilégiée. Pour le grand bassin parisien, RCT devient la porte ouverte sur l'Europe. Le nouvel aéroport est promis à un rapide développement.

Le creusement de la liaison fluviale Seine Est sera terminée fin 2021. Permettant un flux facile de marchandises vers Paris et le Havre, donnant accès à la Moselle et au Rhin, elle ouvre de nouveaux horizons à l'agglomération rémoise. Certains prédisent déjà que Reims deviendra un important port fluvial donnant accès à tout l'Est de la France (y compris l'agglomération parisienne). La mise au gabarit de la première partie de la liaison Seine Est facilite d'ores et déjà le transport des matériaux de construction nécessaires pour l'expansion de RCT.

Les liaisons "intra urbaines" (au sein des trois métropoles satellites) se densifient, pérennisant le développement coordonné de l'ensemble des territoires des métropoles. Cependant, pour Reims – Châlons – Troyes, la croissance des différentes villes repose sur des bases différentes :

- ❑ Reims concentre les activités viticoles, céréalières et de production d'agrocarburants ;
- ❑ Troyes se développe autour des activités pharmaceutiques ;
- ❑ Enfin, Châlons profite du développement de la ville de Reims toute proche sans parvenir à trouver son identité. Ainsi, les premières unités de raffinage ont été construites à proximité de l'agglomération, par volonté politique et pour tirer profit de la navigabilité de la Marne. Cependant, les raffineries ont ensuite préféré s'implanter au nord de Reims pour bénéficier d'un accès rapide en Allemagne via la liaison Seine Est.

A Reims la chaîne Recherche & Développement / Plantation / Production & Raffinage structure l'activité économique locale. Troyes espère faire de même avec la pharmacie.

Le taux de croissance économique à Reims excède largement ceux de la France et de l'Europe. Les trois grandes composantes de la croissance nationale et européenne sont :

1. Les services (en particulier ceux liés aux loisirs, à la santé et ceux destinés aux retraités)
2. L'informatique et les technologies de l'Information.

Les technologies de l'information sont cruciales pour le développement actuel et futur des métropoles. Elles autorisent la structure quadripôle du Bassin Parisien et sont fondamentales pour l'organisation interne des métropoles qui s'étendent sur de larges territoires.

Si les activités de services traduisent des exigences croissantes de qualité et de cadre de vie, l'exigence d'un environnement de qualité est très différente des notions de nature, d'environnement et de précaution telles qu'elles étaient conçues à la fin du XXème siècle. Les avatars de l'histoire de la vache folle (une étude a montré a posteriori que l'encéphalite se propageait par un virus au travers des eaux usées) et les avancées thérapeutiques permises par les biotechnologies ont fortement remis en cause les approches conservatrices. Techniques, sciences et économie priment aux dépens des idéologies environnementalistes.

En particulier, si les premières mises en culture d'OGM et la construction du centre de recherche pharmaceutique ont rencontré quelques oppositions, ces projets bénéficient maintenant du soutien d'une population rassurée par la banalisation des techniques et confortée dans son soutien par la croissance économique de RCT.

La forte demande de loisirs porte simultanément sur la participation à des événements "culturels" et sur la consommation d'espaces "naturels". RCT possède de nombreux avantages dans ces deux domaines :

- ❑ Le dynamisme de Reims ;
- ❑ Les loisirs sur les grands lacs ;
- ❑ La possibilité d'aménager de nombreux espaces le long des vallées (parcs, golfs...) ou dans les différentes forêts de la région ;
- ❑ La possibilité d'habiter simultanément à proximité du centre urbain et dans un cadre de verdure.

Cette demande de loisirs contribue à renforcer l'attractivité des métropoles satellites : la forte urbanisation du bassin parisien ne permettant pas à la capitale de satisfaire à ces besoins. Par ailleurs, les espaces interstitiels qui possèdent un fort potentiel d'espaces naturels manquent de moyens financiers et de coordination pour les valoriser pour des activités de loisirs.

Pour répondre au mieux à cette demande, le syndicat intercommunal s'est engagé dans un important programme de requalification des espaces naturels : aménagement de parcs ou d'espaces naturels dédiés aux loisirs, construction de golf, mise en valeur des forêts et des berges. Certaines de ces aires de loisirs aménagées (golfs, parcs et jardins) nécessitent un entretien constant et demandent une forte irrigation.

Industrie et agriculture

Les agrocarburants alimentent de nombreux espoirs grâce aux nombreux accords industriels et cessions de licence intervenus au cours des deux dernières années. Cependant, ces accords ne suffisent pas pour assurer le succès futur de ces nouveaux carburants, et la pérennité de cette activité ne sera assurée que lorsque l'industrialisation sera effective à l'échelon européen.

L'année 2020 est néanmoins marquée par le franchissement d'une nouvelle étape dans la diffusion des agrocarburants. Jusqu'à présent la production était utilisée comme adjuvant pour les carburants d'origine pétrolière. L'adjonction en faible proportion du combustible agricole permettait d'utiliser le mélange dans les moteurs classiques sans nécessiter de réglage préalable. Cette année, pour la première fois, des véhicules spécialement conçus pour fonctionner avec le Biogas sont proposés à la vente. La campagne pilote concerne 25 villes en France, en Allemagne et en Belgique. Le Biogas est toujours un mélange, mais la proportion de carburant d'origine végétale est plus élevée. La vente de ces véhicules reste néanmoins limitée. Certains consommateurs ne croient pas en la pérennité du Biogas et le faible nombre de distributeurs du nouveau carburant limite ces véhicules à une utilisation urbaine.

Quelle que soit l'issue du développement industriel, les armées françaises et allemandes ont conclu des accords de coopération avec la Fondation sur plusieurs années. Ces accords comprennent l'achat de grandes quantités de carburants de nature diverses pour les tester sur les moteurs militaires. Ils permettront surtout de développer les infrastructures nécessaires pour une industrialisation à grande échelle, assurant ainsi les armées de la constitution de cette filière stratégique.

Les nouvelles implantations de silos de stockage ou de raffineries sont prévues au nord de l'agglomération rémoise, à proximité de la liaison Seine Est (et aux dépens de Châlons).

A Troyes, la première production industrielle de spécialité agro-pharmaceutique est lancée. Cette spécialité est élaborée à partir de pavot médicinal génétiquement modifié, espèce cultivée depuis de nombreuses années dans la région. Ces OGM sont cultivés en fond de vallée et nécessitent une irrigation surveillée. Bien que la première autorisation de mises sur le marché aie été obtenue pour 2020, les délais d'obtention de ces autorisations freinent le développement du secteur. Plusieurs nouvelles molécules sont cependant en cours d'homologation et, en cas de succès, les espoirs d'une croissance rapide de l'agro-pharmacie restent d'actualité.

Forte de revenus non négligeables, la Fondation instaure un nouveau mécanisme de financement et de coopération pour des entreprises innovantes dans le domaine des biotechnologies. Au travers de cet outil, elle espère enrichir la zone d'activité constituée autour des biotechnologies par des sujets qui ne sont pas développés dans les instituts de recherche. Les applications de bio-électroniques sont tout particulièrement visées par cette mesure.

L'hydrosystème

L'augmentation des rejets amonts et des débits prélevés pour l'irrigation couplés à la diminution des débits d'étiage ont contribué à la dégradation de la qualité de la Seine à l'amont de Paris. La situation devient préoccupante, et il devient nécessaire de prendre des mesures en vue d'empêcher une dégradation plus forte de l'hydrosystème et de restaurer une qualité minimale dans la Seine et la Marne.

Par ailleurs, la dégradation de la qualité de la ressource a accru la fréquence de défaillance des usines AEP de l'agglomération parisienne (interruption momentanée de production suite à une pollution en particulier). Le prix de l'eau est en augmentation sensible. Les distributeurs entre eux s'associent pour exiger de l'Agence de l'Eau Seine Normandie la mise en œuvre d'un programme qualité sur la Seine et la Marne.

Simultanément, l'irrigation apparaît comme un point clef pour le développement des cultures pharmaceutiques : la forte valeur ajoutée de ces cultures justifie une irrigation de bonne qualité (tant pour ses aspects quantitatifs et qualitatifs) dont dépend la qualité des médicaments produits. Les industriels impliqués demandent donc aux dirigeants de RCT de s'associer d'avantage à la gestion des barrages réservoirs pour s'assurer que leurs intérêts sont convenablement défendus.

Evolution 2020–2030

Les bio-carburants se répandent en Europe. L'usage d'espèces végétales qui ne peuvent être utilisées pour l'alimentation animale a permis de reconnaître la spécificité de la production de biomasse à vocation combustible. En particulier, cette activité fait l'objet de clauses particulières dans les accords internationaux sur l'agriculture. Arguant de l'intérêt des bio-carburants pour la régulation de l'effet de serre, l'Europe est autorisée à mettre en place un mécanisme de subventions en cas de forte chute du cours du pétrole. La production d'agrocarburants est ainsi pérennisée indépendamment de toute évolution du contexte international.

Les ventes de véhicules spécialement conçus pour fonctionner au Biogas se développent rapidement. Simultanément les débouchés se diversifient : des nouvelles chaudières de chauffage central ou des moteurs en poste fixe sont conçus pour fonctionner avec des carburants d'origine végétale.

Le Fond d'Investissement fonctionne au-delà des espérances de la Fondation, profitant de l'image dynamique de la métropole naissante. Un nouveau pôle d'activité (Le Biotechnopole) se développe en particulier autour des biocapteurs : des capteurs biologiques connectés à des circuits électroniques qui permettent des mesures en temps réel de paramètres physico-chimiques. Des applications grand public permettent ainsi de mesurer facilement la qualité de l'eau, de l'air ou de l'alimentation.

A Troyes, plusieurs dossiers d'homologation sont acceptés entre 2025 et 2030, permettant un essor rapide de l'activité pharmaceutique. Au fur et à mesure de la croissance de l'activité, la question de l'irrigation devient cruciale pour les investisseurs qui craignent la perte de leur production en cas de forte

sécheresse. Cette préoccupation croissante pour l'irrigation se traduit par une pression de plus en plus forte sur les dirigeants de RCT pour qu'ils participent à la gestion des barrages réservoirs.

La demande en eau à l'amont du bassin versant est maintenant importante, et elle est composée de :

- ❑ La demande des ménages, croissante du fait de la démographie d'une part et de l'extension de l'habitat résidentiel prisé par une population à forts revenus d'autre part ;
- ❑ La consommation industrielle. La fabrication finale des spécialités pharmaceutiques comme des agrocarburants demandant de gros volumes d'eau, tandis que les industries bio-électroniques sont moins exigeantes d'un point de vue quantitatif ;
- ❑ Les besoins élevés en irrigation des grandes cultures destinées aux bio-carburants et aux spécialités pharmaceutiques. Dans ce dernier cas, la gestion de l'irrigation est l'un des points clefs de la chaîne de production.
- ❑ L'arrosage des espaces consacrés aux loisirs (parcs et golfs). La pratique d'activités nautiques et de loisirs sur les rivières et les plans d'eau génère, elle, une diminution de la ressource mobilisable (exigences de remplissage des plans d'eau et de débits d'étiages minimums).

La demande en Ile-de-France et à l'aval du bassin versant est structurellement similaire à celle de la fin des années 90, tout en traduisant les évolutions démographiques et une augmentation modérée des surfaces irriguées.

Les enjeux de qualité à l'amont reposent sur :

- ❑ Les contraintes techniques et économiques propres à la distribution d'eau potable : certains pics de pollution nécessitent la mise en œuvre de traitements ponctuels pour satisfaire aux normes de qualité. En cas de pollution importante, le respect des normes peut ne plus être possible. La production d'eau potable est alors suspendue ;
- ❑ Les normes et les objectifs de qualité de l'industrie pharmaceutique, tant dans la phase de culture qu'au cours de la production des produits finis (eau de process) ;
- ❑ Les aspects réglementaires ;
- ❑ Les objectifs patrimoniaux de survie de la vie piscicole et de maintien d'un niveau de qualité minimum de l'hydrosystème.
- ❑

Ces enjeux sont, bien évidemment, valables pour l'aval du bassin versant, bien que l'industrie pharmaceutique y soit peu implantée.

En cas d'inondations exceptionnelles, si les principaux dégâts se produiront toujours dans l'agglomération parisienne, les enjeux économiques liés aux rives urbanisées de Reims et aux cultures de fond de vallée de Troyes ne sont plus négligeables.

Les demandes répétées de participation de RCT aux barrages réservoirs sont systématiquement déboutées par la capitale qui demande, en préalable, la réduction des rejets sur le territoire de la métropole. Une crue importante en 2024 (temps de retour 30 ans) mobilise à nouveau le grand public autour de la protection de l'agglomération parisienne contre les inondations. Les modifications du règlement d'eau des barrages réservoirs consécutives à la crue de 2013 ne peuvent être remis en cause. Les distributeurs d'eau parisiens tentent de reconquérir de l'influence dans la définition des règlements d'eau en profitant de l'occasion. Ils communiquent sur les thèmes "RCT la ville qui pollue Paris", "RCT, la ville qui inonde Paris", "Non à l'entrée du cheval de Troyes dans la protection de Paris contre les crues"...

Constatant l'échec de leur démarche, et pour répondre aux campagnes des distributeurs, les industriels troyens favorisent la création d'association qui revendiquent la ré-appropriation des barrages réservoirs par RCT. Ces associations rassemblent les habitants autour de l'identité de la jeune métropole

et contre Paris et dénoncent, pêle-mêle : l'ingérence de Paris sur le territoire de la métropole, la mainmise de la capitale sur le patrimoine local et la déconsidération totale du développement local au profit de la protection de l'urbanisation irréflectée et longtemps peu contrôlée de l'agglomération parisienne.

En ravivant la vieille opposition Paris – Province, et en oubliant le rôle non négligeable joué par l'Ile de France dans le développement de RCT (financement du TGV Est et de la liaison Seine Est en particulier), la contestation parvient ainsi à se structurer et à prendre de l'importance. Cette contestation régionale s'appuie sur l'indépendance partielle acquise par la métropole naissante : son développement économique endogène et le développement d'une "Europe des Régions" ont réduit les dépendances administratives entre RCT et la capitale.

2030 : Etat de crise

Le contexte

Les trois pôles satellites ont maintenant atteint le statut de "métropoles" : ils ont atteint la taille critique leur permettant un développement économique propre, bien qu'en synergie avec l'ensemble du bassin parisien. Des réseaux ferrés et autoroutiers sont en cours de construction pour permettre une circulation rapide entre les quatre pôles. Bien avancés, ils seront terminés dans les cinq prochaines années.

L'aéroport RCT a pris une dimension internationale. Bénéficiant de la connexion rapide avec un dense réseau autoroutier, la liaison fluviale Seine Est et le TGV Est, il relie l'Europe à la moitié Est de la France. Il concurrence sur certains secteurs les aéroports parisiens très engorgés.

Le trafic fluvial de la liaison Seine Est atteint cette année 3 Millions de tonnes. Reims a su exploiter sa situation privilégiée à une croisée du réseau autoroutier pour devenir un important port fluvial desservant l'Est de la France et l'agglomération parisienne.

Cette concurrence bien réelle entre Paris et les satellites est cependant favorable au bassin parisien, en limitant l'engorgement de l'agglomération parisienne et les contraintes de développement que cela implique. Les forts taux de croissance dans les nouvelles métropoles et ceux plus réduits de l'Ile de France conduisent au tableau démographique ci-dessous.

	2030	1990
Ile de France	12,41M hab.	10,65
Rouen – Caen- Le Havre	1,94M hab.	1,25
Tours – Blois- Orléans	1,85M hab.	0,95
Reims – Châlons-Troyes	1,27M hab.	0,76

Tableau - Population du Grand Bassin Parisien en 2030 (Scénario "Seine 2030")

Les liaisons "intra urbaines" (au sein des trois métropoles satellites) sont terminées, pérennisant le développement économique coordonné de l'ensemble des territoires des métropoles. Par ailleurs, ces réseaux internes contribuent à la spécialisation relative des anciennes villes constituant les métropoles : la réduction des temps de trajet intra urbains permet de scinder l'activité économique selon les caractéristiques fonctionnelles des différentes parties du territoire métropolitain. Ainsi, pour Reims – Châlons – Troyes :

- ❑ Reims concentre les directions des nouvelles activités, les centres de recherche et d'expérimentation et les principaux lieux d'enseignement. Ville prestige, dont l'urbanisation a su préserver une partie du patrimoine viticole, elle cultive son image toujours liée au Champagne et joue le rôle de "capitale locale" de RCT. Le prestige de la ville s'étant diffusé à l'étranger et elle est l'emblème de RCT à l'international. Son dynamisme culturel et son cadre de vie privilégié attirent jeunes créateurs et nouveaux dirigeants. L'urbanisation diffuse s'est étendue le long de la Vesle. Les plateaux sont eux consacrés aux grandes cultures d'agrocultures et d'aliments pour les animaux.
- ❑ Châlons constitue la banlieue mal lotie de Reims. N'étant pas parvenue à développer les activités de raffinerie, avec peu d'activités propres, elle n'est plus qu'une ville dortoir. Elle accueille la main d'œuvre des industries rémoises. A ce titre, on pourrait considérer que la ville de Châlons n'existe plus, absorbée par la grande sœur voisine. Le taux d'inactivité y reste élevé, les conditions de vie sont peu réjouissantes. Les logements collectifs ont contribué à la forte urbanisation de la vallée de la Marne.
- ❑ Troyes a vu se concentrer les activités liées à la recherche, au développement et à la production des spécialités pharmaceutiques. Du point de vue de l'occupation des sols, ces cultures se trouvent en concurrence avec l'importante demande d'urbanisation résidentielle. Cependant, la très forte valeur ajoutée de l'activité permet aux sociétés propriétaires de conserver ces terres et de maintenir leur production. Ainsi, contrairement à Reims, la vallée fluviale reste peu urbanisée. Par ailleurs, l'autorisation de mise sur marché des spécialités associées à ces productions impose une bonne qualité de l'eau d'irrigation. La gestion de cette irrigation constitue donc un point clef dans la culture des OGM à vocation pharmaceutique, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif.

Comme pour Reims, la chaîne Recherche & Développement / Plantation / Production structure le développement de Troyes. La croissance économique des métropoles excède celle, modérée, de la France et de l'Europe. Les biotechnologies (au sens large du terme) sont en passe de devenir une des composantes majeures de la croissance française et européenne.

Le grand public observe avec confiance le développement des nouvelles sciences et techniques. Les revendications environnementalistes telles qu'elles prévalaient à la fin du XXème siècle sont devenues caduques. Cette situation a été confortée par l'apparition des biocapteurs qui permettent aux consommateurs de se rassurer en temps réel et à domicile... Paradoxalement, ces capteurs ont induit des exigences croissantes et restrictives sur les paramètres "bio-captés" et un désintérêt certain pour les paramètres qui ne sont – pas encore – mesurés par ces détecteurs.

Cependant, la technicité des deux principaux moteurs de la croissance et la rapidité des évolutions dans ces secteurs contribuent à l'exclusion d'une frange non négligeable de la population et fragilisent la cohésion sociale. Comme pour RCT, cette fracture sociale s'inscrit dans le territoire au travers de l'opposition entre les nouvelles métropoles et les villes qui n'ont pu se reconverter (Amiens, Le Mans dans le cas du Bassin Parisien). De même, en dehors des zones d'influence des différentes métropoles, les espaces interstitiels sont laissés pour compte : ils ne bénéficient pas des nouvelles infrastructures (les liaisons à grande vitesse ne faisant que traverser ces territoires), ils ne profitent pas de la croissance économique liée aux nouvelles technologies et ne présentent que peu d'attrait, tant sur le plan culturel que sur la mise en valeur des espaces naturels.

Le programme de mise en valeur des espaces naturels permet aujourd'hui à RCT de largement répondre aux nouvelles exigences de "qualité" de vie. Le dynamisme culturel de Reims renforce la bonne image de la nouvelle métropole et de sa capitale en particulier.

Industrie et agriculture

Les agrocarburants sont en plein essor. Ils sont en passe de devenir un des principaux combustibles pour l'automobile. Les brevets portant sur ces OGM, mais également sur les différentes étapes de la production assurent à la Fondation de confortables rentes pour les 20 prochaines années. Ces revenus devraient lui permettre de conserver son avance dans le secteur des carburants et de développer de nouvelles activités. Par ailleurs, la standardisation progressive résultant des accords avec l'industrie automobile limite l'arrivée de nouveaux concurrents (contraints de produire un combustible proche de celui de la Fondation).

Les silos de stockage, les usines de transformation des récoltes et autres raffineries se sont implantés en grande partie dans la grande agglomération rémoise et contribuent au développement de la ville. La surface consacrée aux cultures à vocation combustible a atteint 100 000 hectares, dont près du tiers est irriguée.

La situation carrefour de Reims bénéficiant d'interconnexions fluviales, ferroviaires et routières a été un point clef du développement des agrocarburants. Cette situation privilégiée a également motivé l'installation de nombreuses plates-formes logistiques qui participent à la croissance de la métropole.

Le dynamisme du Biotechnopole dépasse largement le cadre des premiers programmes de recherche du BRIE et de la Fondation. Les biocapteurs et les applications de bio-électronique se développent, entraînant dans leur sillage diverses unités de recherche mixtes privées / publiques.

L'industrie pharmaceutique se développe rapidement : 5 000 hectares supplémentaires ont été mis en cultures cette année, portant à près de 15 000 ha la superficie couverte par les cultures à vocation pharmaceutiques. Les avancées des recherches en cours devraient permettre l'homologation de nouvelles molécules et donc assurer la pérennité de cette activité pour les vingt prochaines années.

Ces cultures sont toutes irriguées. Les enjeux financiers d'une – aléatoire – perte de récolte ont rendu la question de la sécurité de cette irrigation de plus en plus sensible. Forts de l'appui des associations locales, les industriels sont prêts à tenter un "coup de force" pour pouvoir s'immiscer dans la gestion des barrages réservoirs.

L'hydrosystème

Par rapport à l'année de référence 1990, les rejets urbains de la métropole ont progressé de 70%. Les rejets industriels ont eux doublés en 40 ans. Les surfaces irriguées sont en nette augmentation et ont atteint près de 50 000 ha, soit un débit prélevé équivalent à de près de 3,5 m³/s.

Par ailleurs, l'arrosage des 10 golfs de la métropole et l'entretien des parcs et des espaces naturels aménagés nécessitent des prélèvements équivalents à 2500 ha d'irrigation, soit un débit dérivé de 0,25 m³/s.

2030 est une année sèche. Le déficit précoce de précipitation n'a pas permis un remplissage complet des barrages réservoirs. La sécheresse se prolonge, et les premières semaines de l'été sont caniculaires. L'industrie pharmaceutique demande des garanties lui assurant des débits minimums de la Seine à Troyes pendant toute la période estivale (période d'irrigation). Simultanément, les cultures destinées aux bio carburants sont irriguées au-delà des prévisions initiales.

Soucieuse de préserver l'alimentation en eau potable de la capitale en cas de prolongation de la sécheresse aux mois d'octobre et de novembre, l'IIBRBS refuse le niveau de soutien d'étiage demandé par Troyes et conseille la modération des prélèvements par l'industrie pharmaceutique, comme pour les bio carburants.

Les industriels, craignant la perte de leur récolte, mobilisent les associations locales. Après plusieurs jours de négociations tendues, les différentes administrations concernées, les distributeurs d'eau, les industriels et les associations sont dans l'impasse.

Les associations locales, soutenues par les industriels de RCT, mènent alors une opération "coup de poing" et occupent les barrages réservoirs. Les rivières sont prises en otage, la gestion de l'hydrosystème est en faillite.

2.3. Simulation de l'hydrosystème à l'aide de SENEQUE, sur la base des hypothèses du scénario

2.3.1 Préparation des données

La démarche retenue pour l'utilisation du modèle avec les hypothèses du scénario a été la suivante :

- ❑ Simulation d'une année de référence ;
- ❑ Modification des apports de l'année de référence pour tenir compte de la croissance de RCT. Ces nouveaux apports seront par la suite désignés sous le nom de données 2030 ;
- ❑ Simulation de l'état de l'hydrosystème avec les données de 2030 sans barrage réservoir ;
- ❑ Simulation de l'état de l'hydrosystème avec les données de 2030 et avec les barrages réservoirs.

L'année de référence a été constituée à partir des données suivantes :

1. La pluviométrie et les données de gestion des barrages réservoirs sont celle de l'année 1993 (Pluviométrie moyenne sur l'ensemble des bassins versants). Les fichiers de dérivation et de restitution de débits par les retenues amont sont donc cohérents avec la pluviométrie ;
2. Les apports ponctuels et les apports diffus sont ceux de l'année 1996 (données les plus récentes disponibles) ;
3. Les autres données correspondent à l'utilisation "standard" de SENEQUE.

L'année 2030 diffère de la référence par les seuls *apports ponctuels* de la Marne à l'ordre 6 et de la Seine à l'ordre 5, uniquement (par hypothèse du scénario) du fait de la croissance démographique et urbaine. Les autres données du modèle n'étant pas modifiées, les simulations permettront donc de déterminer les variables de l'hydrosystème affectées par la croissance de RCT. Ceci permettra de déterminer les conséquences de l'évolution de RCT pour les *Thèmes Sensibles* du scénario.

Il ne s'agit donc pas de déterminer avec précision l'état de l'hydrosystème en 2030, mais d'évaluer les réponses de certaines de ses variables caractéristiques aux évolutions des apports amont. La détermination précise de la qualité de l'hydrosystème dépasse l'objectif de ce travail et nécessiterait d'étudier précisément chacune des variables caractéristiques de l'hydrosystème. Il n'est par ailleurs pas certain que cet objectif pourra être atteint, les hypothèses à étudier sur les *pratiques* étant excessivement nombreuses.

Par ailleurs, l'utilisation de la version 1.3 de SENEQUE qui modélise très "simplement" le bassin amont limite l'intérêt de cette démarche. La métropole RCT n'y est représentée qu'au travers des ordres 6 de la Marne et 5 de la Seine. Cette modélisation spatiale rend illusoire la volonté de décrire précisément l'état de l'hydrosystème en 2030 : d'une part les ordres hydrologiques recouvrent des territoires qui dépassent largement celui de RCT, d'autre part cette représentation statistique limite la traduction locale des résultats de la modélisation.

2.3.2 Modélisation

La double modélisation pour l'année 2030 suit la même démarche. Les hypothèses du scénario nécessiteraient de recalculer les régimes hydrauliques des sous-bassins versants en fonction de la faible pluviométrie et de la gestion modifiée des barrages réservoirs. Ce travail nécessiterait en particulier "d'inventer" des données de gestion des barrages réservoirs qui répondent aux objectifs fixés par le règlement d'eau dans un contexte de faible pluviométrie, ce qui n'est pas chose aisée. La solution retenue consiste à comparer les valeurs des variables caractéristiques de l'hydrosystème en fonction de la présence ou non des barrages réservoirs. Puis, on déduira de cette comparaison les modifications qualitatives à apporter aux résultats de la simulation 2030 pour prendre en compte la réduction des volumes stockés dans les réservoirs. On assimilera par ailleurs les prélèvements pour l'irrigation à une réduction des volumes restitués par les barrages pour le soutien d'étiage

Les paramètres susceptibles de fragiliser l'alimentation en eau potable de la capitale sont :

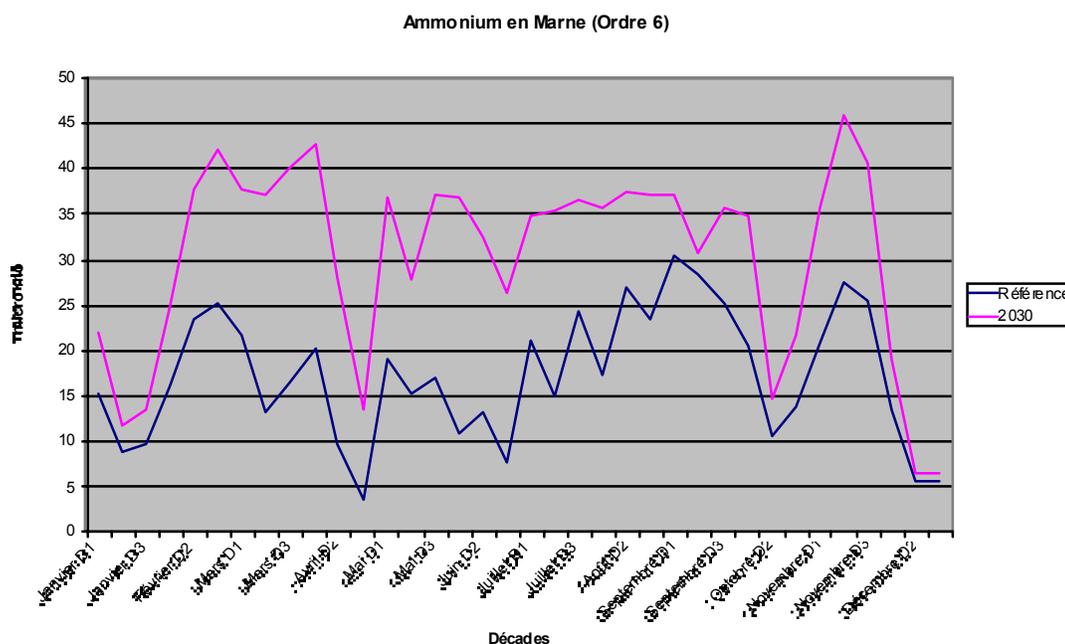
- ❑ les nitrates, au travers du dépassement des normes pour l'eau potable ;
- ❑ l'ammonium qui, en dehors de son caractère légal pour les poissons, est difficile à traiter dans les unités d'AEP en particulier en période d'eaux froides ;
- ❑ les algues qui colmatent les unités de filtration des usines de production d'eau potable ;
- ❑ la pollution organique qui ne peut être totalement éliminée lors des traitements et qui peut conduire à la formation de films bactériens dans le réseau de distribution ;
- ❑ les micro-polluants, en particulier les pesticides, par le risque de dépassement de normes.

Les résultats de la comparaison de l'année 2030 avec l'année de référence et la simulation sans barrage réservoir sont présentés dans le tableau suivant.

Polluants	Impact des barrages réservoirs	Etat en 2030 par rapport à la référence	Impact des apports 2030 et réduction d'étiage
Nitrates	Nul.	Identique	Nul.
Ammonium	Nul, voire négatif en période d'étiage	Très forte dégradation	Très forte dégradation
Algues	Complexe et indéterminé	Complexe, mais dégradation probable pour les chlorophyceae	Complexe et indéterminé
Oxygène dissous	Positif en période estivale (soutien d'étiage)	Très légère dégradation	Dégradation modérée en période d'étiage
Pollution organique	Nul, sauf amélioration du carbone org. particulaire lentement biodégradable pendant l'étiage	Identique pour le carbone dissous Forte dégradation pour le carbone particulaire	Indéterminé, mais Augmentation probable de la pollution organique moyenne
Micro-polluants	Non-traités par le modèle	Non-traités par le modèle	Indéterminé

Impact du scénario "Seine 2030" sur les variables caractéristiques de l'état des rivières du bassin amont

Une série de courbes portant sur 10 paramètres ont été élaborées sur la base des simulations pour les ordres hydrologiques 6 de la Marne et 5 à 7 pour la Seine. A titre d'illustration voici les résultats de la simulation pour l'ammonium Marne ordre 6, indiquant une dégradation de l'hydrosystème suite au développement de RCT (pour plus de détails, voir le document exhaustif).



En conséquences, les simulations mettent en évidence une forte dégradation de l'état des ressources superficielles à l'amont du bassin versant de la Seine. Cette dégradation est susceptible de remettre en cause la sécurité de l'approvisionnement en eau potable de la capitale. Néanmoins, cette simulation montre également que la qualité de l'eau sur l'axe fluvial à l'aval de l'agglomération parisienne ne dépend que des rejets de la capitale.

3. L'application de méthodes de la prospective au cas du bassin en amont de la confluence Seine-Aube

Lors de l'enseignement de prospective à l'ENGREF, on a réalisé un exercice de prospective sur le bassin à l'amont de la confluence Seine-Yonne. Cette zone a été retenue au regard l'intérêt des problématiques en jeu (notamment développement agricole, rural et urbain), et parce qu'elle permettait des recoupements et complémentarités avec la construction – déjà terminée au moment de cet exercice – du scénario de rupture.

Cinq méthodes ont été mises en œuvre par autant de groupes de 4 à 5 élèves :

- analyse structurelle
- méthode de scénario tendanciel
- méthode de scénarios contrastés
- méthode de scénario de rupture.

Pour chaque méthode, la démarche mise en œuvre était la suivante :

1. Après un exposé de G.Billen sur l'hydrosystème, les étudiants se sont appropriés les éléments documentaires sur le bassin de la Seine et les éléments méthodologiques de chacune des démarches à mettre en œuvre.
2. Une journée de travail a été consacrée à la mobilisation de membres du PIREN Seine et d'experts pour alimenter la réflexion et l'analyse des enjeux prospectifs de l'hydrosystème par les étudiants.

3. Deux journées de travail ont été consacrées au traitement des données et à l'élaboration des images prospectives.
4. Une journée a été consacrée à la restitution des travaux et à leur discussion. Les travaux ont donné lieu à un rapport qui en présente les principaux éléments
5. Sylvie Lardon (INRA SAD) a assisté à la totalité de cet exercice, pour expérimenter l'utilisation des méthodes de chorèmes dans la construction des scénarios prospectifs.

4. Conclusions et pistes pour des développements d'activité prospective au sein du PIREN-Seine

4.1. Continuation et valorisation des travaux de 1999

* Les scénarios construits en 1999 restent encore largement à discuter et exploiter. Il faudra s'y employer en 1999 sur deux plans :

- expliciter les enseignements théoriques et méthodologiques que nous tirons de l'expérience (et qui ont déjà fait l'objet de discussions internes, encore partielles),
- discuter des résultats avec des équipes du PIREN Seine, pour ouvrir le dialogue entre des chercheurs travaillant sur des registres très différents (le bio-géo-chimiste, l'historien, le prospectiviste, par exemple).

* L'expérience faite sur l'utilisation des chorèmes a été discutée lors d'une réunion interne en janvier 2000, qui a permis d'esquisser des perspectives pour aller plus loin dans ce sens. Il a été convenu entre RGTE et Sylvie Lardon de poursuivre la réflexion sur ce thème.

* En ce qui concerne les liens entre la méthode des scénarios et l'utilisation de modèles comme SENEQUE, Hubert Kieken doit continuer ce travail dans le cadre d'une thèse qui devrait commencer en avril 2000 (moyennant obtention de la bourse qu'il a demandée). Le cas de la Seine sera un des trois cas sur lequel s'appuiera son travail, qui porte essentiellement sur des enjeux théoriques et méthodologiques.

4.2. Nouvelles perspectives

En outre, les discussions conduites à partir des travaux exploratoires de 1999 ont débouché sur l'identification de trois orientations possibles pour l'extension du travail prospectif dans le cadre du PIREN.

- La réalisation d'exercices de prospective participative avec les décideurs du bassin de la Seine sur les problèmes de gestion de l'hydrosystème à moyen terme. Ici, la prospective ne serait pas une approche de recherche, mais un mode d'animation et de vulgarisation.
- Un travail en profondeur avec les équipes de chercheurs et d'ingénieurs au sein du PIREN et avec les partenaires de celui-ci. Il consisterait à travailler avec chaque équipe sur les dynamiques de moyen et long terme qu'elle appréhende dans le domaine (objet d'étude, approches scientifiques) qui est le sien, puis à chercher les recoupements (synergies, contradictions, perspectives émergentes,...) entre ces dynamiques partielles.
- Un travail plus théorique sur la prospective. L'une des problématiques qui s'impose serait l'articulation entre rétrospective et prospective. Elle pourrait être abordée dans le cadre d'une réflexion collective, en particulier avec les historiens impliqués dans le PIREN, mais aussi dans d'autres programmes interdisciplinaires du même genre.

Il ressort des discussions en interne que les deux dernières possibilités (et en particulier la seconde) sont les plus intéressantes aussi bien pour le PIREN que pour RGTE.