



ZABR

Zone Atelier Bassin du Rhône

Séminaire d'échanges

Le fonctionnement biologique et trophique de la Saône :

Facteurs limitants ou inhibiteurs

Quelles recherches développer pour la mise en oeuvre du bon état écologique ?

Mardi 29 mai 2007 – Hôtel de la communauté urbaine, Lyon (69)

Le bassin versant de la Saône constitue un milieu perturbé sur lequel des politiques de gestion ambitieuses sont développées notamment au travers du contrat de vallée inondable, du plan de gestion du Val de Saône et des objectifs fixés dans le cadre de la mise en oeuvre de la DCE.

Sur ce milieu, en raison de ses caractéristiques hydrodynamiques et écologiques particulières, de la multiplicité des perturbations et des interactions des unes avec les autres, des doutes subsistent quant à sa capacité à atteindre le « bon état écologique » d'ici 2015.

En tout état de cause, le fonctionnement biologique de la Saône est complexe. Qu'il s'agisse des relations transversales bordures-chenal, des successions longitudinales, des formes et niveaux de production primaire, de son utilisation dans l'édifice biologique, des facteurs d'inhibition et notamment du rôle exact de la navigation, etc ; beaucoup de questions restent à approfondir pour :

- évaluer les effets respectifs des différentes pressions,
- définir des objectifs pertinents,
- agir avec discernement sur les bons leviers pour améliorer le fonctionnement biologique de la Saône.

Il existe de nombreuses études portant sur la qualité des eaux de la rivière (préciser lesquelles brièvement). Comme celles qui ont été réalisées sur la Saône aval, jusqu'à présent de façon parcellaire, au gré des demandes du Grand Lyon en particulier, elles ne permettent pas d'appréhender la Saône de façon globale, à l'échelle de son bassin versant.

Le séminaire du 29 mai 2007 a proposé une première réflexion pour identifier ensemble, au vu des éléments de connaissances déjà acquis, les axes de recherche pertinents à développer, les données à acquérir et la modélisation à construire pour pouvoir identifier et comprendre les processus expliquant le fonctionnement de la Saône.

Une mise en commun d'éléments de diagnostic techniques, opérationnels et scientifiques a permis de dresser un premier bilan des connaissances dont on dispose sur le bassin de la Saône. Le regard d'experts mobilisés sur d'autres rivières ayant des similitudes de fonctionnement avec la Saône, a été l'occasion d'engager une réflexion sur :

- Les éléments de connaissance à acquérir à l'échelle de l'ensemble du bassin de la Saône,
- Les méthodes de modélisation des processus à développer

La synthèse du séminaire présente le contexte du bassin et ces problématiques, pose les objectifs de connaissances, décrit les tâches à réaliser et ébauche l'organisation et les moyens à mobiliser pour les atteindre.

Le contexte du bassin versant de la Saône et les problématiques concernant la qualité de la rivière

Le contexte institutionnel

Le bassin de la Saône, d'une superficie de 30 000 km² comprend la Saône et 23 affluents qui relèvent de la gestion du Syndicat Saône Doubs (EPTB). Ce dernier a :

- Engagé des politiques territoriales sur les affluents : 22 contrats de rivière en cours et en projet, 3 Sages validés ou en cours de validation
- Signé pour 5 ans, le 1er septembre 2004, avec les 28 partenaires de la vallée, un contrat de vallée inondable (CVI) de la Saône sur 480 km :
 - Le cours principal de la Saône est découpé en 3 tronçons : la Saône Comtoise, la Saône Bourguignonne et la Saône aval.
 - Le CVI comprend 3 volets :
 - Volet A : amélioration de la qualité des eaux superficielles et souterraines :
 - Volet B1 : Les milieux naturels et le programme piscicole
 - Volet B2 : la protection contre les crues, la prévention et la réduction de la vulnérabilité
 - Volet C : L'entretien du lit mineur et des bords de Saône
 - Plusieurs actions opérationnelles sont mises en œuvre pour améliorer le fonctionnement de la Saône :
 - La lutte contre la pollution des eaux : assainissement domestique, lutte contre les pollutions diffuses agricoles et viticoles
 - La restauration des milieux et de leur fonctionnalité : restauration des milieux (annexes, platis...), entretien des cours d'eau, restauration des prairies humides et inondables. 100 communes sont concernées par Natura 2000
 - La restauration des champs d'expansion des crues avec la préservation du lit majeur de la Saône et un projet de conservatoire de la plaine alluviale de la Saône (acquisition de zones sensibles)
 - Le Syndicat Saône Doubs a mis en place un observatoire du val de Saône qui constitue notamment un outil de suivi des actions conduites grâce à la mise en place d'un tableau de bord.

Le Syndicat Saône-Doubs, pour conduire son action, dispose de nombreux partenariats financiers, dont l'Agence de l'Eau pour qui la Saône est une question importante au titre de l'état des lieux DCE. Il est à noter que la Saône est inscrite dans le plan Rhône.

Le Syndicat Saône-Doubs a exprimé les besoins suivants :

- * Nécessité d'une synthèse à l'échelle du bassin, et le long de l'axe fluvial proprement dit
- * Besoin de quantifier (modéliser ?) les flux de pollution
- * Développer le partenariat avec les scientifiques

Eléments de diagnostic

Les retours issus de l'état des lieux DCE sur le bassin de la Saône, comme les recherches conduites sur le secteur lyonnais de la Saône, font apparaître un bilan contrasté des connaissances acquises sur le bassin versant de la Saône

1 - L'état général du chenal de la basse Saône est plutôt moyen

- La contamination des sédiments en métaux lourds et HAP est moyenne sauf pour le Zinc
- La contamination des poissons par les métaux lourds est relativement faible
- Notons le problème très particulier de la réaction du poisson au test des Comètes qui répond à une perturbation toxique manifeste, relativement localisée (lors de l'étude), mais ne reposant sur aucun des toxiques analysés jusqu'à présent : ce dernier résultat nécessite une démarche spécifique pour préciser l'ampleur du phénomène dans l'espace et dans le temps afin de cibler les toxiques impliqués
- La contamination des poissons par les PCB est à la limite des normes
- La faune benthique est de qualité moyenne, dominée par les espèces invasives. Cette qualité contraste avec les indices oligochètes qui sont médiocres, voire franchement mauvais
- Globalement, il n'y a pas de dégradation croissante d'amont en aval sur la basse Saône, ce qui permet de suggérer que l'essentiel des dysfonctionnements est hérité de l'amont

Est apparue la nécessité de passer à une approche globale sur l'ensemble du linéaire et avec un pas de temps adapté à l'appréhension du fonctionnement biologique de l'hydrosystème.

2 - Le paradoxe de l'anomalie de la production primaire

- La production de phytoplancton apparaît anormalement faible par rapport aux caractéristiques physiques et à la richesse nutritive de la rivière : la première question est de savoir quelles sont les causes de l'inhibition de la production de plancton (toxiques herbicides ? Navigation ? Compétition trophique avec les zones latérales ?)
- Un indice d'eutrophisation est cependant constaté sous la forme du développement de macrophytes aquatiques le long des rives. On peut donc proposer le constat selon lequel la Saône serait formée de deux rivières en une : l'axe fluvial d'un côté, et ses marges (platis, berges et bras morts) de l'autre.

Une seconde problématique est donc celle de la compétition trophique, c'est-à-dire de la concurrence entre la pollution (de nature organique) et les toxiques.

3 - Les eaux sont nettement contaminées en xénobiotiques sur l'essentiel du linéaire

Pesticides, métaux, nitrates et phosphates, pollutions azotées forment un « cocktail » fort pénalisant pour la qualité des eaux de la Saône.

4 - Des désordres physiologiques (test erod) et des dégradations de l'ADN sont constatées dans des circonstances totalement indéterminées, ce qui constitue une situation pour le moins inquiétante.

5 – L'altération physique de la Saône est une réalité (impact de la navigation, creusement du chenal, accélération du ressuyage des crues, turbidité liée au batillage et à l'érosion des vignobles et cultures de maïs).

Objectifs de connaissance et tâches à réaliser

Objectif de connaissance

Définir le fonctionnement de la Saône à l'échelle de l'ensemble du bassin versant en termes de processus physiques, de fonctionnement écologique, de systèmes d'usages et de problématique de restauration pour permettre aux gestionnaires d'agir sur les bons leviers, en connaissance de cause.

Description des tâches à réaliser

Un certain nombre de processus mis en jeu dans le fonctionnement trophique de la Saône requièrent des investigations approfondies et peuvent être examinés en tant que tels, mais leur contribution relative au problème posé ne pourra être appréhendée que dans le cadre d'une modélisation générale du réseau hydrographique intégrant l'ensemble des données existantes ou à acquérir. Ce sont en effet les écarts entre valeurs observées (terrain) et valeurs théoriques (modélisation), ou une évolution brutale de ces dernières, qui permettront de cibler les perturbations, dans l'espace ou dans le temps, opération primordiale pour en rechercher les causes et hiérarchiser les actions.

Le premier objectif serait donc l'élaboration d'un modèle fonctionnel de l'évolution de la qualité des eaux de la Saône et de son niveau trophique, à l'instar de ce qui a été réalisé sur d'autres grands bassins similaires : Meuse, Moselle, Seine...

Cette tâche peut être confiée à un bureau d'étude, approche plus simple mais relativement fermée, ou bien faire l'objet d'une thèse en collaboration avec l'équipe du Piren Seine, approche plus ouverte pouvant faire appel à des avancées scientifiques en cas de besoin.

En attendant que cette opération soit menée à terme, il est souhaitable d'engager des analyses plus spécifiques sur les processus déjà mis en avant.

- Développer une approche fonctionnelle: fondements théoriques (concept de continuum, concept de couplage, concept d'écotone, notion d'écosystèmes complexes, outils de l'écologie du paysage...). Par exemple :
 - Topographie du lit de la Saône (plâties, hauts fonds, bras morts, lit mineur, lit majeur) : *Navigation, CNR, Lyon II, Cemagref* ?
 - Lien entre les différents milieux
 - Rôle des différents milieux écologiques dans le maintien de la diversité locale, régionale (diversifier les modèles biologiques) : *Université Lyon I, CREN* ?
 - Rôle des différents milieux vis-à-vis des processus de piégeage, transformation et transfert de la matière organique, des xénobiotiques et des sédiments. Par exemple : étude de l'impact de molécules

- phytosanitaires présentes dans la Saône sur le chevaine, dans le but d'évaluer les effets de la concentration en xénobiotiques sur l'intégrité de l'ADN
- Un programme de recherche spécifique sur la mesure de l'écotoxicité des eaux de la Saône par Test Comètes sur les Poissons est indispensable pour cibler les pollutions cryptiques : *une thèse ENTPE Devaux-Perrodin, + Cemagref + Université Lyon 1 ?*
 - Le cas de l'état des sédiments et de leur faune d'Oligochètes apparaît pour le moins complexe et mérite plus ample réflexion : *voir les intentions de Lafont, Cemagref (plus éventuellement équipe Gibert Université Lyon 1 ?)*
 - Quelles perceptions sociétales, quels usages ? *MFR ?*
 - Cartographie des infrastructures et de leurs rejets. *Agence, Géographes ?*
- Préciser le statut trophique de la Saône (quel état initial ?)
 - Analyse et modélisation des régimes hydro-climatiques sur la productivité
 - Effet de la variabilité spatio-temporelle des intrants
 - Acquisition de données plus complètes par suivi de la dynamique planctonique de la Saône (Phyto-Zoo et Physico-chimie standard) sur l'ensemble de son linéaire est requise : bureaux d'études et/ou thésard INRA Thonon, Cemagref ou Université Lyon 1, (Collaboration Descy Namur, Garnier Paris) ?
 - Relations entre paysages et productivité
 - Réaliser l'inventaire des espèces ou communautés ayant une valeur indicatrice du fonctionnement de l'écosystème. Le suivi descriptif de la faune piscicole, en tant que résultante exploitable du fonctionnement de l'écosystème, est à poursuivre, sur la simple base du RHP (Onema), ou de préférence selon le protocole Université Lyon 1 étendu à l'ensemble du linéaire (protocole mieux centré sur les juvéniles) : réalisable par des bureaux d'études, l'Université Lyon 1 ou l'Onema. Une approche plus fonctionnelle par otolithométrie sur alevins et juvéniles de gardon et d'ablette est envisageable pour analyser les facteurs de perturbation de la croissance et du recrutement : une thèse à l'Université Lyon 1. De manière plus générale, travail sur :
 - Production biologique
 - Diversité biologique
 - Intégrité
 - Modéliser les processus, prendre en compte la variabilité et les échelles de perception
 - Production primaire
 - Persistance de la biodiversité
 - Réseaux trophiques
 - Les moyens de la gestion adaptative: quelle Saône voulons nous?
 - Inventaire cartographié des actions et regroupement par grands objectifs
 - Connaissance et modélisation des cycles géochimiques des nutriments et des xénobiotiques en vue d'une analyse de sensibilité des actions
 - Hiérarchiser les moyens d'action (comment agir?)
 - Hiérarchiser les sites d'intervention (où agir?)
 - Connaissance et modélisation des effets de la manipulation des habitats écologiques essentiels sur:

- Les cycles géochimiques
 - Le maintien de la biodiversité
 - Les régimes hydrologiques
- Observatoires: développement de stratégies d'échantillonnage et de suivi permettant d'identifier des changements en réponse à des actions de gestion
 - Modélisation de scénarios : hiérarchiser les actions, Ajuster le tir

Réflexions sur la méthodologie de la modélisation

Présentation du modèle Mosquiteau (Bassin RM&C)

Mosquiteau est un modèle simple de modélisation de la qualité des cours d'eau à partir des apports moyens annuels en matières organiques, azote et phosphore (données de rejets réels des stations d'épuration, et estimations pour les apports agricoles diffus), selon une grille d'écoulement et un modèle d'auto-épuration au km parcouru au sein du réseau.

Le modèle permet de spatialiser les problèmes à l'échelle des bassins versants et constitue donc une aide au diagnostic. La pertinence des résultats dépend des hypothèses inhérentes au modèle et de la qualité des données en entrée. Le fait de travailler sur des moyennes annuelles ne permet néanmoins pas de rendre compte des périodes critiques qui s'expriment à une échelle de temps infra-annuelle (saisonnière).

Présentation du modèle Potamon (Meuse et Moselle)

Cette modélisation, qui concerne la dynamique du plancton dans la Meuse et la Moselle, nécessite une interaction entre biologistes et modélisateurs. Sur la Meuse, le phytoplancton apparaît 200 km après la source et se développe jusqu'à la frontière belge, ensuite il ne fait que transiter en Belgique. Le temps de séjour de la masse d'eau sélectionne des espèces à croissance rapide, les diatomées, qui en outre apprécient la turbulence et ne craignent pas les faibles luminosités engendrées par la turbidité (les cyanophycées ont un développement lent). Le broutage par le zooplancton n'intervient de façon significative (40 à 50% de la production journalière d'algues de petites tailles) que lorsqu'il est très abondant (des milliers de rotifères par litre d'eau) et que les eaux sont chaudes. En Moselle, est réalisée la mesure en continu de la chlorophylle par fluorescence : le phytoplancton et le zooplancton chutent concomitamment entre juillet et août. On enregistre un développement important sur l'amont, mais une chute en aval sans que le broutage entre en jeu.

Le modèle Potamon (sous-ensemble de Pegase) est un modèle uni-dimensionnel pour simuler le potamoplancton à partir de la source

Il comprend 3 sous-modèles successifs :

- un sous-modèle hydrodynamique
- un sous-modèle thermique
- un sous-modèle biologique

Le modèle est centré sur le phytoplancton mais prend aussi en compte le zooplancton et les bactéries (consommation d'oxygène). La chlorophylle a ne suffit pas et il faut prendre en compte les groupes fonctionnels et la composition du phytoplancton. La filtration par les moules n'est guère sensible qu'en été et seulement sur les espèces estivales.

La dynamique du potamoplancton est complexe : elle présente des variations longitudinales et temporelles importantes, à échelle de temps courtes les modèles non-stationnaires sont nécessaires. Les facteurs hydro-météorologiques ont une influence majeure. Tous les facteurs de disparition (broutage, mortalité, sédimentation) sont à prendre compte : ils peuvent fortement influencer les

dynamiques. La prise en compte de la composition du phytoplancton est importante. Chaque grand cours d'eau est différent, mais le modèle est robuste et portable.

Le modèle Sénèque (Seine)

L'état trophique de l'hydrosystème repose sur l'équilibre production primaire et respiration. Les secteurs amont des grandes rivières sont autotrophes alors que les secteurs aval sont plutôt hétérotrophes. L'effet de dilution par les apports latéraux explique l'absence de phytoplancton dans les cours d'eau de petites dimensions. Ce n'est qu'à partir de cours d'eau d'ordre 4 ou 5 (en plaine) que le phytoplancton devient prépondérant.

Les processus élémentaires régissant le développement phytoplanctonique sont parfaitement connus, et le modèle Sénèque permet de modéliser le résultat à l'échelle d'un bassin. Son application à des sous-bassins de la Seine permet d'explicitier des comportements pourtant très contrastés. Il a été employé avec succès pour modéliser des situations aussi bien historiques que futures, par exemple pour évaluer les résultats escomptés d'une réduction des apports en phosphore. Selon les cas, une réduction même sensible des teneurs peut très bien n'avoir aucun effet sur l'eutrophisation.

Contrôler le fonctionnement trophique des cours d'eau est une opération complexe où la richesse en nutriments, l'hydrologie et la morphologie du lit (paysage aquatique) jouent un très grand rôle.

Un projet thèse avec le PIREN Seine - UMR 5023 sur le fonctionnement trophique de la Saône pour préparer les bases de la mise en œuvre du modèle Sénèque