

Inventaire des données disponibles sur le développement des macrophytes dans les cours d'eau d'amont du réseau hydrographique de la Seine.

Olivier Dufay (FUL, Arlon)
Thomas Gaillard (FUL, Arlon)

Cette étude s'inscrit dans la continuité du programme PIREN-Seine mis en place par le CNRS et financé par la plupart des acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin de la Seine, au premier rang desquels l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. Ce programme de recherche étudie le fonctionnement écologique du réseau hydrographique de la Seine et de son bassin versant. Son objectif est d'établir des modèles mathématiques permettant de prévoir l'effet des activités humaines sur le bassin versant sur la qualité de l'eau et les grands flux de matière à travers les constituants des écosystèmes qui se succèdent dans le continuum aquatique allant des cours d'eau de têtes de bassin jusqu'aux zones estuariennes.

Le modèle (SENEQUE) permet déjà de relier le développement du phytoplancton, surtout abondant dans les cours d'eau d'ordre supérieur à 5, aux sources diffuses et ponctuelles de nutriments (N, P, Si) à l'échelle du bassin.

Le développement des macrophytes, caractéristique des petits cours d'eau amont (d'ordre inférieur ou égal à 6), n'a pas fait, pour sa part, l'objet de travaux très approfondis. Un des objectifs de la nouvelle phase du programme Seine est précisément d'étendre la portée des modèles vers le fonctionnement des secteurs les plus amont du réseau hydrographique, qui n'ont reçu jusqu'ici que peu d'attention. Le but n'est en aucun cas de décrire de façon détaillée les associations végétales présentes, ou de rechercher des indices macrophytiques de qualité des eaux. Il s'agit plutôt d'intégrer de manière globale le compartiment macrophytique dans les modèles de fonctionnement à l'échelle du bassin, avec la perspective de répondre aux questions suivantes :

«Quels sont les facteurs qui contrôlent globalement le développement des macrophytes?

Quelles actions pratiques peuvent être mises en œuvre pour lutter contre ce développement lorsqu'il est excessif?"

La présente étude constitue la phase zéro de cette action de recherche sur les macrophytes. Son but est d'inventorier les données déjà existantes sur le sujet, issues soit de la littérature générale, soit d'études locales non publiées et rassemblées auprès d'une série d'organismes locaux.

Ce travail a commencé par la visite des différentes délégations régionales de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, pour obtenir de leur part communication des études réalisées à leur initiative ou avec leur concours financier. La liste des autres organismes sollicités a été établie avec l'aide de ces mêmes délégations régionales. En parallèle, les principaux facteurs de contrôle du développement des macrophytes ont été définis à partir d'une synthèse bibliographique. Sur la base de ces deux types d'informations, nous avons tenté d'établir une typologie des situations de développement macrophytique dans les cours d'eau amont (ordre 1 à 5) du bassin de la Seine, en croisant les données (nature des peuplements de macrophytes / caractéristiques du cours d'eau) relatives à une série de sites aussi large que possible.

1. Inventaire des données disponibles

Liste des contacts

Avec l'aide de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et de ses délégations régionales, une liste des structures ayant participé à des études sur les macrophytes dans le bassin de la Seine a été établie. Cette liste s'est étoffée au cours des discussions avec les différentes personnes contactées :

Agences de l'Eau

Seine-Normandie
et délégations régionales de :
Compiègne
Châlons-en-Champagne
Sens

Rhin-Meuse
Artois-Picardie

DIREN

Bourgogne
Ile-de-France
Picardie
Centre
Haute-Normandie

DDA

Côte d'Or

Bureaux d'Etudes

CAE
AQUASCOP
GREBE

Universités

METZ	Centre de Recherche en Ecologie
RENNES	ENSA-INRA
STRASBOURG	Laboratoire d'Ecologie
ARLON	Fondation Universitaire Luxembourgeoise

Conseil général

Côte d'Or

Parc Naturel Régional du Morvan

Conseil Supérieur de la Pêche

Région Piscicole de Dijon

Les coordonnées précises sont données en annexe 1.

Les études inventoriées

Remarques générales

Un peu moins d'une trentaine d'études nous ont été communiquées par les différentes structures citées ci-dessus. Il apparaît donc que le développement des macrophytes reste très peu étudié dans le bassin de la Seine. Par ailleurs, ce premier constat correspond à un avis général selon lequel les macrophytes n'ont, à l'heure actuelle, pas fait l'objet de l'attention qu'elles méritent. Outre le peu de données disponibles, la plupart des études existantes ne sont qu'indirectement liées à l'examen de la croissance des macrophytes. La seule réelle exception revient à un exemple d'application du protocole « MEV » (Milieu et Végétation), sur lequel nous reviendrons.

Selon les cas, l'information est plus ou moins riche de détails en ce qui concerne la description des caractéristiques abiotiques des cours d'eau et les quantités de végétation présentes sur les tronçons étudiés. Aucune quantification de biomasse n'a été effectuée. Dans le meilleur cas, on dispose d'un pourcentage de recouvrement relativement précis, bien qu'il s'agisse toujours d'une évaluation visuelle.

De même, l'identification des végétaux est très hétérogène d'une étude à l'autre. Parfois très succincte, elle se limite aux groupes tels que : « algues filamenteuses ou phanérogames » sans même préciser s'il s'agit d'une végétation immergée ou non. Au contraire, pour certaines études la détermination va jusqu'à l'espèce, en particulier pour les végétaux supérieurs, et jusqu'au genre pour les groupes dont l'identification est plus difficile.

Cadre des études

Comme il vient de l'être précisé ci-dessus et sauf pour un cas particulier, le développement des macrophytes n'est pas l'objet principal des études existantes. Par conséquent, l'information s'y trouve souvent de manière accessoire et à divers titres.

La majorité de ces études sont réalisées à l'initiative ou avec la participation de l'AESN (Agence de l'Eau Seine-Normandie). On y retrouve les deux grands thèmes que sont les objectifs de qualité et la problématique de l'eutrophisation.

Les études axées sur le suivi et le contrôle de la qualité des eaux de surface peuvent être classées en deux groupes selon le type d'indice retenu :

Pour les indices physico-chimiques, les stations de prélèvement sont ponctuelles et souvent très rapidement décrites avec peu ou pas d'information sur les peuplements végétaux. Cependant, les commentaires d'accompagnement font parfois référence à des constatations de zones fortement végétalisées pour expliquer des variations de concentration en nutriments ;

Pour les indices biologiques (type IBGN), les stations sont généralement beaucoup mieux décrites puisque la procédure d'échantillonnage requiert une prospection quasi-exhaustive des divers habitats potentiels du macro-benthos (y compris la végétation aquatique). Les stations sont également plus représentatives des caractéristiques morpho-dynamiques du cours d'eau puisqu'elles s'étendent sur une zone plus ou moins importante (de plusieurs mètres à plusieurs dizaines de mètres en fonction de l'hétérogénéité du tronçon considéré). Les caractéristiques du milieu (nature du lit, vitesse du courant, éclaircissement, etc.) et de la végétation présente figurent souvent sur les fiches de terrains jointes en annexe des études.

On trouve aussi des données sur le développement des macrophytes dans quelques études liées à la problématique de l'eutrophisation des cours d'eau et à la détermination des zones à risque. En effet, les développements et proliférations végétales sont considérés comme les symptômes apparents d'un cours d'eau eutrophisé ou en voie d'eutrophisation.

Des données sur les macrophytes sont également disponibles dans le cadre du Réseau de surveillance RNB et des schémas départementaux de vocation piscicole.

Synthèse des situations de développement

D'un point de vue purement pratique pour la suite du programme et par soucis de présenter les situations de développement observées, les différentes études sont reprises une à une en ne présentant que les évaluations de la végétation site par site. L'intérêt de ce paragraphe est de fournir une première base pour aider à définir les secteurs à prospecter au cours des phases ultérieures.

La Haute-Seine en côte d'Or. Cette étude, réalisée en 1992, avait pour but de connaître l'état de référence de la rivière avant le début des travaux de restauration et d'aménagement prévus (entretien de berges, protection contre l'érosion, etc.), afin de pouvoir en apprécier l'impact. Les peuplements végétaux sont donc susceptibles d'avoir subi des modifications depuis 1992.

Cette étude concerne 10 points d'étude entre la source de la Seine et Gomméville (environ 80 km en aval). Les points d'étude sont situés sur les communes de Baigneux-les-Juifs, Cosne (sur un affluent : la Coquille), Vaux, Semond, Nod-sur-Seine, Ampilly-le-Sec, Châtillon-sur-Seine, Sainte-Colombe, Charrey et Gomméville.

Tableau 1 . Relevés de végétation sur le Seine amont.

Stations	Juin 1992		Septembre 1992	
	Espèce dominante	recouvrement. (%)	Espèce dominante	recouvrement. (%)
Baigneux-les-Juifs	Pas de végétation	0	Fontinalis antipyretica	< 5
Cosne (sur la Coquille)	Veronica anagalis aquatica	< 1	Fontinalis antipyretica	30
	Fontinalis antipyretica	10	Vaucheria sp	70
Vaux	Fontinalis antipyretica	5	Fontinalis antipyretica	< 1
			Vaucheria sp	< 1
Semond	Fontinalis antipyretica	10	Ranunculus fluitans	5
	Cladophora sp	< 1	Vaucheria sp	50
Nod	Fontinalis antipyretica	75	Glyceria sp	5
			Ranunculus fluitans	10
			Fontinalis antipyretica	20
			Vaucheria sp	30
Ampilly	Très peu de végétation	< 1	Glyceria plicata	5
			Ranunculus fluitans	1
Amont Châtillon	Très peu de végétation	< 1	Glyceria plicata (bordure)	20
			Ranunculus sp	< 1
St Colombe	Ranunculus fluitans	60	Ranunculus fluitans	40
	Veronica anagalis aquatica	1	Fontinalis antipyretica	10
	Fontinalis antipyretica	1	Rorippa amphibia	5
			Glyceria sp	2
Charrey	Ranunculus fluitans	55	Vaucheria sp	20
	Ranunculus aquatilis	25	Ranunculus fluitans	15
	Veronica anagalis aquatica	2-3	Rorippa amphibia	10
			Lemna minor	10
			Cladophora sp	5
Gommeville	<u>Faciès lotique</u>		Rorippa amphibia	50
	Ranunculus fluitans	70	Vaucheria sp	20
	Fontinalis antipyretica	5	Veronica anagalis aq.	10
	Vaucheria sp	5	Fontinalis antipyretica	5
	<u>Faciès lentique</u>		Ranunculus fluitans	5
	Ranunculus fluitans	30	Glyceria sp	1
	Fontinalis sp	60	Callitriche hamulata	1

La qualité des cours d'eau en côte d'Or. Réalisé en 1997 à l'initiative du Conseil Général de Côte d'Or, dans le cadre d'un suivi de la qualité des rivières du département, cette étude concerne 22 stations réparties sur les 4 bassins suivants : l'Aube (3 stations), l'Ource (4 stations), la Seine (10 stations) et la Laignes (5 stations). Cette étude comprend 4 campagnes de terrain entre juin et septembre 1997.

Tableau 2 . Relevés de végétation sur quelques rivière du bassin amont de la Seine. 1 = accessoire et/ou surface \leq 1 %, 2 = peu abondant et/ou surface < 10 %, 3 = abondant et/ou surface de 10 à 50 %, 4 = très abondant et/ou surface > 50 %.

Rivière	Station	Date	Végétation	abondance
Aube	Montigny-sur-Aube	23/09/97	Algues filamenteuses	3
			Bryophytes	3
Aubette	Buxerolles	23/09/97	Algues filamenteuses	2
			Bryophytes	2
Aubette	Gurgy-la-Ville	23/09/97	Algues filamenteuses	2
			Bryophytes	3
Ource	Recey-sur-Ource	06/08/97	Algues filamenteuses	3
			Bryophytes	2
			Phanérogames (Ranunculus)	2
Ource	Grancey-sur-Ource	06/08/97	Algues filamenteuses	2
			Bryophytes	2
			Phanérogames	2
Arce	Bure-les-Templiers	06/08/97	Algues filamenteuses	3
			Elodée	1
Arce	Recey-sur-Ource	06/08/97	Algues filamenteuse	3
			Bryophytes	2
Seine	Baigneux-les-Juifs	05/08/97	Algues filamenteuses	2
			Bryophytes	1
Seine	Bellenod	05/08/97	Algues filamenteuses	3
			Bryophytes	1
			Phanérogames	1
Seine	Ampilly-le-Sec	05/08/97	-	
Seine	Gommeville	06/08/97	Algues filamenteuses	4
Coquille	Étalante	05/08/97	Algues filamenteuse	4
			Bryophytes	2
			Phanérogames (Ranunculus)	1
Coquille	Aignay-le-Duc	05/08/97	-	
Revinson	Beaunotte	05/08/97	-	
Brévon	Moitron	05/08/97	Algues filamenteuses	2
			Phanérogames (Ranunculus)	1
Brévon	Bremur-en-Vaurois	05/08/97	Algues filamenteuses	4
			Bryophytes	3
Laignes	Griselles	04/06/97	Algues filamenteuses	1
			Bryophytes	1
			Phanérogames (Ranunculus)	3
			Phanérogames (Phragmites)	1
Laignes	Vertault	04/06/97	Algues filamenteuses	4
			Bryophytes	2
			Phanérogames (Ranunculus)	2
			Phanérogames (Phragmites)	1
Petite Laignes	Chaumes-les-Baigneux	04/06/97	Algues filamenteuses	4
			Phanérogames (Ranunculus)	3
Petite Laignes	Villaines-en-Duesmois	04/06/97	Algues filamenteuses	4

Détermination des zones à risque d'eutrophisation en côte d'Or. Cette étude fait suite à la circulaire émanant du ministère de l'environnement demandant aux départements d'établir une carte des zones à risque d'eutrophisation. On y trouve certaines remarques sur le développement des macrophytes, moins précises que dans les études précédentes.

La Laignes est fortement eutrophisée avant résurgence, après résurgence le taux de recouvrement par les macrophytes est assez élevé.

La Seine est faiblement couverte jusqu'à St-Marc-sur-Seine, puis, de St-Marc à Châtillon, le taux de recouvrement est relativement élevé avec un risque d'hyper-eutrophisation. Le % de recouvrement végétal (macrophytes) décroît progressivement de Châtillon-sur-Seine à Gommeville.

Sur l'Armançon, avant Semur-en-Auxois, le développement végétal est relativement faible. Il existe un risque de développement ponctuels de végétaux à l'aval de la station de Pouilly. Après Semur-en-Auxois, le recouvrement végétal reste faible.

Sur la Brenne, le développement végétal est important, en particulier à l'aval de Vitteaus et Venarey-les-Laumes. En aval de Montbard avant sa confluence avec l'Armançon, le recouvrement par des algues filamenteuses est relativement élevé. La ville de Montbard est responsable de cette eutrophisation. En aval l'Armançon risque d'évoluer vers un stade plus eutrophe.

Sur le Serein les taux de recouvrement sont inférieurs à 30%. Bien qu'il ne soit pas observé, il existe un risque de développement végétal plus important à l'aval Saulieu.

Sur l'Oze et l'Ozerain les relevés de végétation montrent un recouvrement faible. Le ru du Vau et de Bonneval est un peu plus envahi.

Sur l'Ource et la Digeanne le développement végétal est faible. Certains tronçons de rivières sont un peu plus eutrophisés (développement de macrophytes) sur la Digeanne amont, en aval de Vanvey et de Brion-sur-Ource. Il existe un risque de développement végétal excessif en cas de sécheresse.

Développement des végétaux macrophytes dans la Saulx en amont de l'Ornain. La végétation est évaluée sur 22 stations réparties entre Poncey et l'aval de Pargny avant la confluence de la Saulx et l'Ornain. La figure 1 présente, de façon synthétique, les résultats de cette étude (juin 1992). On remarque que le peuplement végétal est divisé en trois compartiments, les algues, les bryophytes et les phanérogames. La figure 2 montre la situation du développement de la végétation sur la Saulx en septembre 1992.

La comparaison des figures 1 et 2 met en évidence les variations saisonnières de la végétation aquatique. Elle se marque tant du point de vue des pourcentages de recouvrement que du point de vue des proportions respectives des algues, des bryophytes et des phanérogames. Cet exemple illustre parfaitement le besoin d'effectuer un suivi de la végétation au cours de sa saison de croissance.

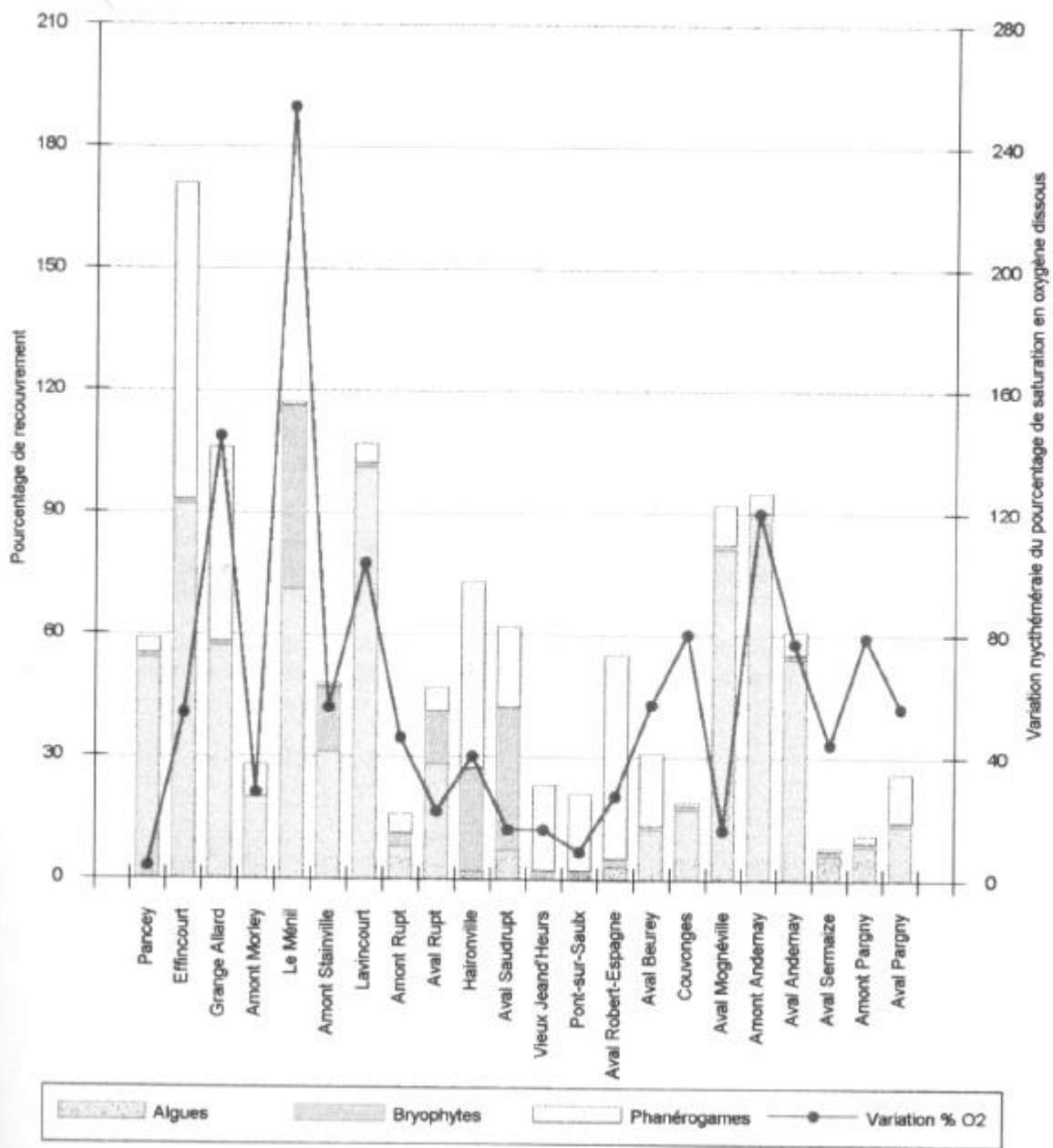


Figure 1 . Evaluation de la végétation aquatique de la Saulx (juin 1992)

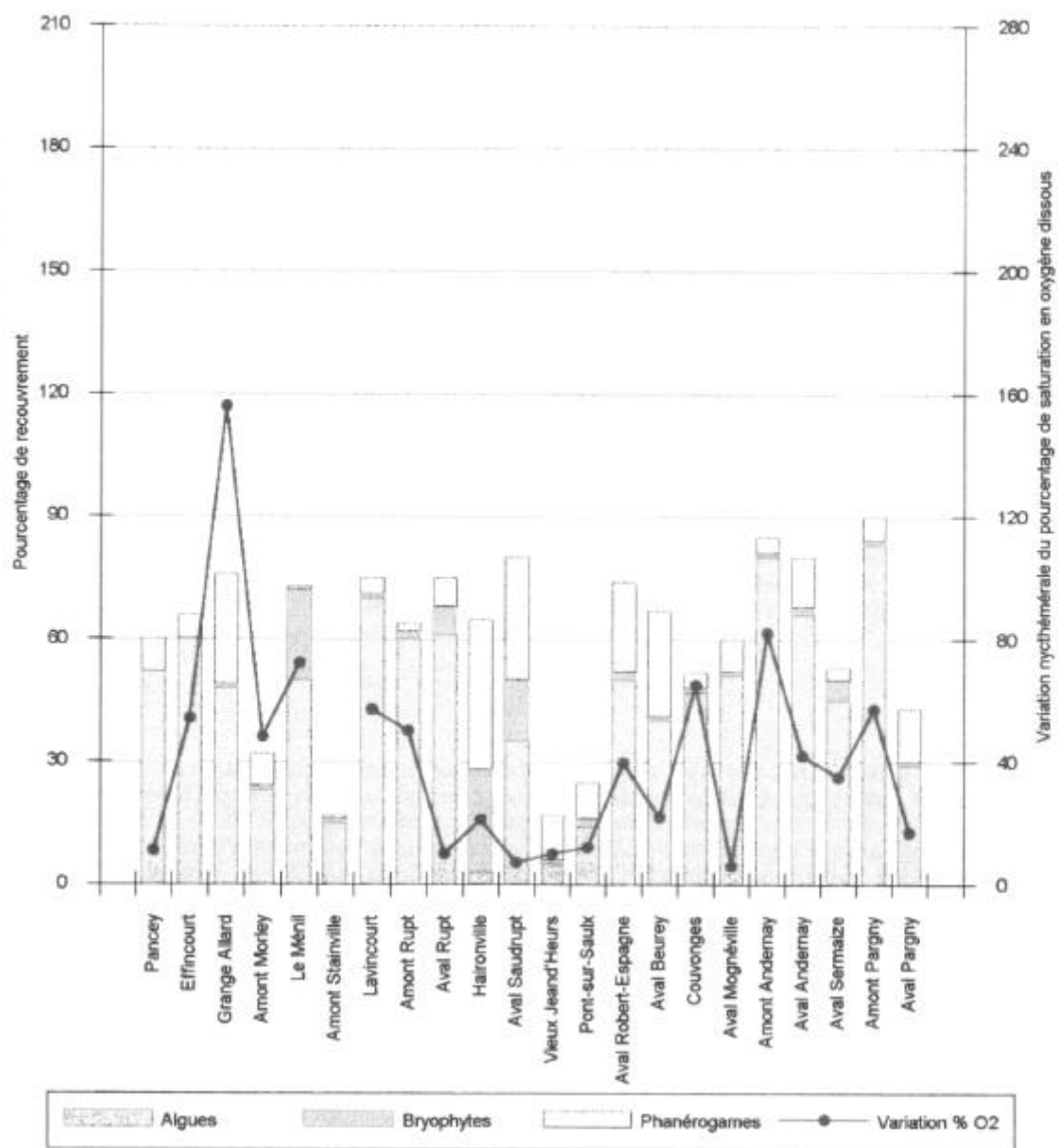


Figure 2. *Evaluation de la végétation aquatique de la Saulx (septembre 1992)*

2. Etude bibliographique

Comme prévu dans les objectifs initiaux de cette étude, une recherche bibliographique consacrée aux facteurs déterminant la croissance des végétaux aquatiques a débuté. Ce sujet est traité dans un nombre relativement important de publications, dont certaines sont en notre possession. Il est important de souligner qu'une bonne partie des travaux publiés concerne les milieux lacustres et la question de la validité à accorder au transfert de ces résultats vers les écosystèmes lotiques se pose.

D'un point de vue historique, la problématique de l'envahissement des lacs par les macrophytes a été à la source de nombreux travaux de recherche sur les facteurs influençant et favorisant la croissance des végétaux aquatiques. De nombreux exemples attestent de résultats probants quant à la maîtrise des proliférations végétales et la limitation des apports en nutriments s'est souvent montrée une solution relativement efficace pour les plans d'eau.

Etant donné leur caractère plus ouvert, les rivières se distinguent par une complexité plus importante. La simple réduction des apports en nutriments se révèle sensiblement moins efficace. Cet état de fait a motivé de nouvelles études axées sur une compréhension plus globale des divers facteurs entrant en ligne de compte dans le contrôle de la croissance des espèces potentiellement envahissantes.

Les études expérimentales sur l'azote et le phosphore ne permettent généralement pas de mettre en évidence un lien direct entre les concentrations présentes et les taux de développement. D'autres paramètres, tels que les caractéristiques abiotiques de la rivière, interviennent de manière non négligeable dans le contrôle du développement macrophytique. De plus, les interactions souvent très complexes entre plusieurs de ces facteurs sont déterminantes.

Dans ces conditions, l'établissement d'une typologie des situations de développement n'est probablement envisageable que par une approche de type statistique basée sur un nombre d'observations suffisant. Comme signalé précédemment, la quantité de relevés actuellement disponibles sur le bassin de la Seine ne permet pas encore ce type de traitement relativement lourd.

D'autre part, l'enquête menée dans le cadre de cette étude nous a mis en relation avec des chercheurs de l'Université de Metz précisément impliqués dans de tels travaux. Il ressort de nos discussions que ces préoccupations font l'objet de travaux en cours depuis plusieurs années. Les résultats publiés à ce jour concernent, d'une part, la mise en place d'un protocole d'observation approprié en vue d'établir une typologie des situations de développement des macrophytes dans les cours d'eau français. Bien que relativement avancé, ce protocole est encore en phase d'élaboration. D'autre part, un rapport de synthèse bibliographique de grande envergure vient de paraître. Il propose d'une typologie des conditions de développement des espèces à caractère proliférant en France.

Les deux paragraphes suivants sont consacrés à une rapide présentation des résultats de ces travaux.

3. Présentation du protocole milieu et végétation, le « MEV »

L'élaboration du protocole « MEV » s'appuie sur une équipe pluridisciplinaire mise en place au niveau du bassin Rhin-Meuse mais travaillant dans le cadre d'un programme national inter-agences et en liaison avec les spécialistes français et étrangers de la végétation aquatique. L'objectif de cette étude de définitions est de préciser les conditions de mise en place et de faisabilité d'une base méthodologique de caractérisation des milieux en relation avec le développement des macrophytes en rivière. Son objectif prioritaire est de proposer un cadre opérationnel d'études des relations entre type d'association végétale et caractéristiques du milieu (eau, biotope). Il doit permettre de dégager les paramètres explicatifs puis d'élaborer des modèles biologiques simplifiés distinguant les facteurs de maîtrise des facteurs

causes. Des études sur le déterminisme ont besoin d'observation fines, tant au niveau de chaque associations végétales que des caractéristiques du milieu défini en terme d'habitat.

La démarche méthodologique intègre trois niveaux d'observation, le bassin versant, le tronçon et le microhabitat. La mise au point de la méthode passe par la formalisation des modules de description spécifiques des niveaux choisis. Il faut à ce sujet préciser que les descripteurs de biotopes sont généralement moins bien connus et moins bien formalisés que, par exemple, les critères d'analyse du compartiment eau. Il s'agit en plus de sélectionner les caractéristiques les plus significatives des perturbations d'origine anthropiques.

Les principaux axes de recherche développés prioritairement peuvent se résumer ainsi :

- Caractérisation du bassin versant par ses composantes naturelles, physique (topographie et géologie), climatologique, hydrographique et hydrologique et par les influences des activités anthropiques susceptibles de modifier l'état du milieu naturel du milieu.

- Détermination de tronçons représentatifs par un choix judicieux de régions naturelles homogènes, en surimposant un découpage résultant d'une classification de type bio-typologique (pente, largeur). Prendre en compte les éventuelles perturbations d'origine anthropiques et éviter les points siguliers.

Au niveau du tronçon (défini par une ligne amont et une ligne aval), les principaux axes de recherche développés prioritairement peuvent se résumer ainsi :

- Caractérisation du tronçon par le relevé des paramètres morphodynamiques, de végétation et d'aménagement, prenant en compte à la fois le lit mineur, les berges et le lit majeur. L'adéquation avec les caractéristiques du peuplement végétal est une priorité des études. Les données acquises à ce stade doivent déboucher notamment sur une typologie végétale.

Au niveau de la station, qui correspond à l'échelle d'observation la plus fine. Ce niveau recouvre la notion d'habitat, végétalisé ou non, assimilé à une zone considérée comme homogène tant sur le plan morphodynamique (hauteur d'eau, vitesse, substrat, éclaircissement) que sur le plan végétal (qualitativement et quantitativement). Les axes développés se résument ainsi :

- Caractérisation des habitats par une description formalisée des caractéristiques morphodynamiques de la station (hauteur, vitesse et substrat).

- Mise au point d'un modèle biologique. L'élaboration d'un modèle biologique adapté aux macrophytes est un travail spécifique qui doit être prioritairement entrepris. Il repose sur une méthodologie propre d'acquisition d'informations sur les conditions présence / absence des espèces au niveau le plus fin de l'habitat.

Le protocole « MEV » tel qu'il est décrit ci-dessus dans ses grandes lignes a été transmis à différentes structures (bureaux d'étude) pour être appliqué à une douzaine de rivières françaises, dont le Cousin et la Vingeanne dans le bassin amont de la Seine.

Les résultats de ces d'applications ont fait l'objet d'une validation à l'échelle nationale qui a débouché sur la parution de deux rapports en décembre 1997. L'un d'eux concerne le traitement et l'harmonisation des données tandis que l'autre regroupe des propositions d'orientations. L'application du protocole « MEV » sur 12 exemples de rivières a été l'occasion d'une première confrontation entre sa conception théorique et son applicabilité sur le terrain. Sur base des observations formulées par ses utilisateurs, le protocole « MEV » a été

amélioré. Aujourd'hui est encore dans une phase d'adaptation il constitue certainement la seule référence en la matière.

4. Présentation des travaux du « GIS-macrophytes »

Par la nature du sujet traité, une présentation du rapport de synthèse du « GIS-macrophytes » (groupe d'intérêt scientifique) se justifie parfaitement dans le cadre de notre étude.

Ce rapport se définit comme une « Synthèse bibliographique à caractère opérationnelle sur l'écologie des espèces végétales aquatiques proliférantes en France ». Il correspond à une demande de la structure Inter-Agence de l'Eau et constitue un document de référence pour l'aide à la gestion des proliférations végétales. Il a été réalisé par les membres du « GIS-Macrophytes des Eaux Continentales » et coordonné par le Centre de Recherche Ecologique de l'Université de Metz avec la participation des CEMAGREF de Bordeaux et Lyon.

Cette étude a été réalisée en 3 phases avec les objectifs suivants :

- Etablir un inventaire des espèces végétales aquatiques à « risque de prolifération » dont le développement exacerbé est susceptible d'engendrer ou de participer à des déséquilibres du fonctionnement de l'écosystème par modification de la qualité physique, chimique ou biologique et pouvant se répercuter sur les usages souhaités.

- Recueillir des informations sur les caractéristiques biologiques et écologiques de ces espèces en vue d'identifier leurs conditions de développement et de prolifération. Les facteurs environnementaux, tant physiques que chimiques, susceptibles de favoriser ces phénomènes sont analysés, sans oublier les interactions entre les différents facteurs et les relations inter-spécifiques.

- Faire le bilan des informations recueillies. Cette phase comporte notamment une synthèse des stratégies biologiques induisant le potentiel proliférant de ces espèces ainsi que des paramètres environnementaux et des types de milieux susceptibles de les favoriser. Une approche de l'appréciation des risques de prolifération est abordée. Il est également montré quel est l'intérêt de ce type de connaissance pour le contrôle de ces proliférations et la gestion du milieu.

Les premières opérations de contrôle des proliférations des végétaux aquatiques remontent au milieu des années 20, principalement avec le faucardage des étangs de pisciculture. Depuis, la demande d'aide à la gestion des milieux aquatiques s'est fortement accrue mais ce n'est qu'au début des années 60 que les premiers efforts de coordination dans ce domaine se sont manifestés avec la réunion des spécialistes. Au niveau national, la première tentative de constitution d'un bilan sur les proliférations de plantes date d'environ une décennie. La parution récente du rapport de synthèse des travaux du « GIS » donne la juste mesure de ce que représente une telle tâche.

Ce rapport est une synthèse bibliographique sur les principales espèces proliférantes en France métropolitaine. Le développement des macrophytes dans les cours d'eau peut conduire à des proliférations qui peuvent être considérées comme nuisibles vis-à-vis de certaines utilisations humaines de ces milieux.

Les proliférations apparaissent souvent dans un contexte particulier et sont engendrées par des modifications de certains paramètres. Le développement d'une espèce ou d'un groupe d'espèces est directement lié à la capacité d'adaptation de ces organismes. La prise en compte de leur stratégie permet de mieux cerner les conditions expliquant ces performances. Une même espèce peut, en s'adaptant, se développer en absence ou en présence de courant. Les analyses portant sur les relations entre les macrophytes et leur environnement abiotique montrent que la présence de plantes est généralement la conséquence d'une conjonction de facteurs favorables et non seulement d'un seul de ces facteurs. Parmi les facteurs de l'environnement pouvant favoriser les proliférations végétales, un des plus importants est l'éclairement. Les secteurs fortement éclairés des écosystèmes sont généralement des sites à potentialité élevée de croissance des plantes, d'autant plus que la profondeur des eaux est faible puisque la conjonction de ces deux facteurs permet des élévations quelquefois

notables de la température des eaux. Les régimes hydrauliques des milieux sont également très largement déterminants. Les événements hydrologiques brutaux comme les crues, la durée et l'intensité des étiages dans les cours d'eau, sont autant de facteurs agissant sur la répartition et la production de biomasse des communautés végétales. La nature et la structure des sédiments, comme sites d'enracinement des végétaux enracinés et sources d'éléments nutritifs, sont aussi des paramètres jouant des rôles déterminants. La qualité des eaux peut présenter des impacts très variables sur les proliférations végétales. Dans un grand nombre de cas, les milieux concernés sont moyennement à fortement minéralisés. Les principaux nutriments que sont le phosphore et l'azote jouent des rôles importants, la forte trophie des eaux favorisant généralement les proliférations.

Les relations inter-spécifiques sont également multiples, liées en particulier à la compétition pour les ressources, mais aussi aux performances relatives des diverses stratégies biologiques existantes. Citons également les relations de compétition entre les phanérogames et les macro-algues ou le phytoplancton, sans oublier les autres compartiments de l'écosystème.

Cette synthèse présente les principaux facteurs favorables en fonction des espèces jugées proliférantes à l'échelle nationale. Elle peut permettre le début d'une analyse globale dans ce domaine.

Pour chaque espèce à caractère proliférant en France, la typologie proposée se base sur les paramètres et caractéristiques suivants:

Profondeur ; Eclaircissement ;
Température; pH ; Minéralisation ; Niveau trophique du milieu ;
Faciès (courant) ; Nature géologique du lit ; Substrat ;
Période de développement ; Caractéristiques de la croissance ;
Biomasse maximale observée ; Recouvrement maximum observé ;
Compétition avec d'autres espèces ;
Présence en Seine-Normandie.

5. Conclusion

Au terme de cette petite étude, il faut reconnaître que les objectifs initiaux ne sont que partiellement atteints. Avec le recul, ils apparaissent un peu ambitieux, surtout en ce qui concerne la tentative d'établir une typologie des situations de développement des macrophytes dans les cours d'eau. Les difficultés rencontrées à ce sujet se situent à deux niveaux.

D'une part la littérature générale montre combien les paramètres qui influencent la croissance des macrophytes sont nombreux. Elle montre aussi à quel point les interrelations entre ces différents paramètres sont complexes. Par conséquent, il est difficile de prévoir quel type de peuplement végétal est susceptible de se développer pour une situation donnée. Ce problème est largement mis en évidence par les travaux du « MEV » et ceux du « GIS ».

D'autre part, l'analyse des données de terrain se complique car elles sont peu abondantes et souvent présentées de façon trop hétérogène pour entreprendre une comparaison des différentes situations observées et comprendre le déterminisme du développement des macrophytes. Dans ces conditions, les résultats espérés n'ont pas été obtenus, hormis pour quelques situations très particulières. Elles correspondent généralement à une végétation nulle qui s'explique par la prépondérance d'un facteur. C'est le cas, par exemple, des secteurs forestiers, très fortement ombragés ou des tronçons impropres à toute implantation stable due à la présence de larges dalles ou à des incrustations calcaires sur le fond du lit.

Cette étude présente l'intérêt de faire le point sur l'état actuel des connaissances sur les macrophytes dans le bassin de la Seine. Il en ressort que les données existantes sont insuffisantes pour avoir une idée globale et relativement précise à l'échelle du bassin complet. D'autant plus qu'une certaine disparité existe entre les différents sous-bassins. Les secteurs de l'Yonne et de la Seine, affluents compris, sont mieux connus que des bassins comme ceux de la Marne, de l'Aisne ou de l'Oise. Cette étude permet également de dégager les orientations prioritaires pour la poursuite des

travaux visant à intégrer le compartiment macrophytique dans le modèle global. Dans ce cadre, les informations qui font le plus défaut concerne tout ce qui touche à l'évaluation des biomasses présentes. Cette carence de données devra être complétée par des relevés sur le terrain selon la méthodologie proposée dans le paragraphe suivant.

Lors des discussions avec les personnes contactées, un certain nombre de points ont été abordés et, bien qu'ils ne soient pas en rapport étroit avec nos préoccupations, ils méritent d'être mentionnés.

Les macrophytes ne sont pas considérées au même titre sur l'ensemble du territoire national. Pour diverses raisons, certainement liées aux problèmes de proliférations moins aigus en Seine-Normandie, les priorités n'ont pas été définies de façon uniforme d'une agence de bassin à l'autre. Par exemple, les macrophytes ont fait l'objet d'un nombre d'études plus important en Rhône-Méditerranée-Corse. D'un avis général, on estime qu'il serait profitable de leur accorder l'intérêt qu'elles méritent. Dans une optique de gestion à long terme des ressources en eaux, les macrophytes peuvent être un outil de contrôle à ne pas négliger. Pour s'en convaincre, il suffit de songer aux travaux de recherche, actuellement en cours, dont l'objectif est de développer une méthode de bio-indication par les macrophytes. Il est établi qu'elles sont le reflet des conditions du milieu ou de son évolution. En outre, leur développement n'en est pas une simple conséquence mais il peut exercer une influence en retour, notamment sur la qualité physico-chimique des eaux et sur leur aptitude à certains usages.

Un travail de recherche en cours depuis plusieurs années poursuit des objectifs comparables à ceux du programme PIREN-Seine puisqu'il s'agit d'une modélisation de la qualité des cours d'eau (PEGASE). Sous une version qui omet le compartiment macrophytique, les tronçons fortement végétalisés ne sont pas correctement simulés. En vue d'y remédier, des mesures de biomasse végétale viennent d'avoir lieu sur différentes rivières du bassin Rhin-Meuse. Les résultats de cette étude, non encore publiés, devraient prochainement être disponibles.

6. Perspectives

Il semble établi que le rôle des macrophytes sur la qualité de l'eau n'est pas négligeable et qu'il doit figurer dans le modèle général. Toutefois, pour y intégrer le compartiment macrophytique, il sera nécessaire de compléter l'insuffisance des connaissances actuelles sur certains points particuliers. En premier lieu, le manque d'informations quantitatives précises nécessitera la mise en place de campagnes de mesure des biomasses végétales présentes dans les cours d'eau.

Depuis trois ans, la FUL mène un travail de recherche similaire sur la Semois. L'objectif de cette étude est d'intégrer l'influence des Renoncules flottantes dans le modèle RIVERSTRAHLER. Elle comporte une tâche importante qui consiste à effectuer des mesures de biomasse selon une méthode spécialement mise au point. Sur base de l'expérience acquise et en tenant compte de la différence d'échelle caractérisant les deux bassins (seulement 1300 km² pour la Semois), nous sommes en mesure de proposer les grandes lignes d'une méthode adaptée aux dimensions du bassin de la Seine.

- Adopter une approche par sous-bassins pour tenir compte des spécificités qui leur sont propres ;

- A l'échelle du sous-bassin, définir des zones d'études préférentielles de manière à obtenir une bonne représentativité de l'ensemble étudié. Il conviendra de veiller à choisir des tronçons aussi divers que possible tout en écartant les secteurs atypiques (par exemple, éviter de ne retenir que des zones à forte densité de population mais préférer un ensemble représentatif de la densité moyenne observée) ;

- Evaluer, à grande envergure, les taux de recouvrement sur la totalité des zones d'études retenues. Il semble qu'à l'échelle du bassin de la Seine, cette tâche devra concerner au minimum plusieurs dizaines de kilomètres linéaires répartis sur les différents affluents amont du fleuve ;
- En parallèle, quantifier la biomasse à l'intérieur des zones d'étude, par des prélèvements ponctuels de la végétation aquatique. Pour quelques stations, répéter ces mesures à intervalles réguliers pour tenir compte des variations saisonnières ;
- Extrapoler ces mesures à l'ensemble des zones d'étude.

Il est bien évident qu'à ce stade, ces propositions n'ont pas la prétention d'établir une stratégie opérationnelle. Sans évoquer la question de l'importance des moyens qui pourront être mis en œuvre, certains problèmes restent entiers. C'est en particulier le cas pour le choix des zones à étudier ; en pratique, quels sont les critères à retenir pour les définir ?

Quoi qu'il en soit, l'expérience acquise à la FUL peut être mise à profit pour préciser quelques points d'ordre pratique pour la mise en œuvre des campagnes de mesure. Dans le but d'évaluer les taux de recouvrements sur la Semois, diverses méthodes ont été testées. L'étude est actuellement menée avec des mesures directes de transects, mais cette technique, trop coûteuse en investissement humain ne peut être envisagée qu'à faible échelle. Les photographies aériennes, prises à une quarantaine de mètres de hauteur à partir d'un ballon météo, sont très correctement interprétables. Malheureusement cette technique a été abandonnée suite à des difficultés liées à la manipulation du ballon. Par contre, les photographies prises à bord d'un ULM sont à envisager très sérieusement. En effet, cette méthode allie deux avantages essentiels qui sont le coût relativement modéré et la rapidité. Si, de surcroît, on dispose d'un équipement capable d'enregistrer des images numérisées, le traitement ultérieur en sera d'autant allégé.

7. Références (Liste des études consultées)

Auscher F. (1989). Eutrophisation dans le bassin Seine-Normandie. Agence de bassin Seine-Normandie. Septembre 1989.

Auscher F. (1989). Eutrophisation. Constat qualitatif des proliférations végétales. Agence de bassin Seine-Normandie. 24 Février 1989. 23 pages.

Auscher F. (1989). Eutrophisation dans le bassin Seine-Normandie. Agence de bassin Seine-Normandie. Septembre 1989.

Protocole Milieu et Végétaux Aquatiques fixés (M.E.V). Validation nationale : - Propositions d'orientations, - Harmonisation et traitement des données. GIS « Macrophytes des eaux continentales ». Cemagref de Bordeaux. Inter-Agences de l'eau, thème C. Décembre 1997.

Hérissé C. (1996). Application du protocole Milieu et Végétaux à la rivière Selune (50), Basse-Normandie. Découpage abiotique. D.E.S.S « Ressources naturelles et environnement ». ENSA de Rennes. 1996.

Macrophytes de la Selune (Basse- Normandie). Etude du milieu aquatique. Contribution au protocole « Milieu et Végétaux ». D.E.S.S « Ressources naturelles et environnement ». ENSA de Rennes. 25 Septembre 1996.

Etudes des végétaux fixés en relation avec la qualité du milieu + référentiel : composantes abiotiques du milieu aquatique. Analyse et synthèse des niveaux bassin-versant et tronçon + note de synthèse + annexes. Etude Inter-Agences. Thème V : Méthodes d'étude de la qualité des eaux superficielles. Octobre 1990. Agence de l'eau Rhin-Meuse. « Groupe MEV » (Laboratoire d'écologie : Université de Metz, Ecolor, Gereea, Loisirs et détente). Hors-série 1991.

Qualité des cours d'eau. Ru de Baulche – Ravillon – Tholon – Vrin. Année 1996. Conseil Régional de Bourgogne. AESN. DIREN de Bourgogne. Septembre 1997.

Groupe « Plantes aquatiques » 1988–1993. Association Nationale de Protection des Plantes 1994. 100 pages.

Suivi des phénomènes d'eutrophisation sur l'Ornain. Essai d'évaluation de leurs incidences sur la macro-faune benthique. Florence Cantaloube. Agence financière de bassin Seine Normandie. Délégation Régionale Champagne-Ardenne. Novembre 1990.

Vannier V. (1994). Etude du phénomène d'eutrophisation sur la Saulx (étiage 1990). Agence de l'eau Bassin Seine-Normandie Délégation Régionale Champagne-Ardenne. Université Nancy I Maîtrise de Physiologie Végétale. Avril 1991.

Etude de la biomasse des macrophytes de la Saulx. Agence de l'eau Seine-Normandie. Délégation régionale Champagne Ardenne Meuse. ECOLOR. EREA Eau-Environnement. 1992-1993.

Développement des végétaux macrophytes dans la Saulx en Amont de l'Ornain. Variations nycthémerales de la température, de l'oxygène dissous, du pH et de la conductivité. Agence de l'eau Seine-Normandie. Délégation régionale Champagne Ardenne Meuse. ECOLOR. AREA Eau-Environnement. 1992-1993.

Etude de l'influence des développements végétaux sur la physico-chimie des eaux de la Saulx. Agence l'eau Seine-Normandie. Direction vallées de Marne. AREA Eau- Environnement. Décembre 1996.

Etat d'eutrophisation de la rivière Marne. Secteur Langres – Saint-Dizier (Dépt. 52). Agence de l'eau Seine-Normandie. Délégation régionale Champagne-Ardenne-Meuse. Cellule d'application en écologie, Université de Bourgogne Dijon. 1990.

Laurennot F.. (1993). Etude préliminaire à la détermination des zones à risques d'eutrophisation pour le département de la Haute-Marne. Délégation Champagne-Ardenne-Meuse. Faculté des sciences de Nancy. 54506 Vandoeuvre les Nancy Cedex. 1993.

Etude de l'eutrophisation des bassins amont de l'Aube et de la Marne. Variations nycthémerales de la température de l'oxygène dissous du pH et de la conductivité. Agence de l'eau Seine-Normandie. Délégation régionale Champagne Ardenne-Meuse. GEREEA. Août 1993. 261 pages.

Qualité biologique de la Haute-Seine en Côte d'Or. Agence de l'eau Seine-Normandie Délégation Régionale Seine. Cellule d'Application en Ecologie. Année 1992.

Fiches de terrain. Réseau National de bassin SN. DIREN Bourgogne. Année 1997.

Détermination des zones à risques d'eutrophisation de Côte d'Or. Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agronomiques Appliquées de Dijon. DDAF de Côte d'Or. Fédération Départementale des Associations Agréées de Pêche et de Pisciculture de Dijon. Andre Nathalie et Verrier Astrid. Juin 1991.

Etude de la végétation aquatique des cours d'eau. Application du protocole Milieu et Végétation. Années 1993-94. La Vingeanne (Haute-Marne, Côte d'Or) ; Le Cousin (Côte d'Or, Nièvre, Yonne). Deuxième phase : Mesures physico-chimiques, Description du milieu, Relevé de végétation. Tome 1 : Texte et planches photographiques. Tome 2 : Annexes. Agences de l'eau. CAE Cellule d'Application en Ecologie, Université de Bourgogne 6, bd Gabriel – 21000 Dijon.

Bilan du suivi de la qualité des cours d'eaux de Côte d'Or + listes faunistiques des IBGN. Programme 1997. Direction de la jeunesse et du territoire Service équipement rural. Conseil général de Côte d'Or. AESN. GREBE Eau-Sol-Environnement, Groupe de Recherche et d'Etude Biologie et Environnement. . Mars 1998.

Observatoire de la qualité des rivières et des lacs du Morvan. Année 1993. Résultats sur les cours d'eau. Annexe 1 : Photographies des stations ; Fiches descriptives des stations. Avril 1994. Parc Naturel Régional du Morvan. AESN. Aquascop.

Observatoire de la qualité des rivières et des lacs du Morvan. Année 1994. Résultats sur les cours d'eau. Annexe 1 : Photographies des stations ; Fiches descriptives des nouvelles stations. Parc Naturel Régional du Morvan. AESN. Aquascop. Mars 1995

Observatoire de la qualité des rivières et des lacs du Morvan. Année 1995. Résultats sur les cours d'eau. Annexe 1 : Photographies et fiches descriptives des nouvelles stations. Avril 1996. Parc Naturel Régional du Morvan. AESN. Aquascop.

Observatoire de la qualité des rivières et des lacs du Morvan. Année 1996. Résultats sur les cours d'eau. Bassins de l'Yonne, Cure, Serein, Ternin. Tome 1 : Description des nouvelles stations ; Résultats bruts. Avril 1997. Parc Naturel Régional du Morvan. AESN. Aquascop.

ANNEXE 1

Liste des adresses

Roulier Michel

Agence de l'eau Seine-Normandie Direction de Secteur Vallées de Marne
1, rue Eustache de Conflans 51 035 Chalons-en-Champagne Cedex France
Tél : 03 26 66 25 93 (direct) / 03 26 66 75 (central)
Fax : 03 26 65 59 79
roulier.michel@aesn.fr

M^{me} Meunier-Verhoog

Agence de l'eau Seine-Normandie Direction de Secteur Vallées d'Oise
2, rue Doct Guerin, ZAC de l'Université 60200 Compiègne
Tél : 03 44 30 41 17 (direct) / 03 44 30 41 00 (central)
Fax : 03 44 30 41 01

Lancelot Brigitte

Agence de l'eau Seine-Normandie Direction de Secteur
2 bis, r de l'Ecrivain 89 100 Sens
Tél : 03 86 83 16 50
Fax : 03 86 95 23 73
lancelot.brigitte@aesn.fr

Bauvois Françoise

Agence de l'eau Seine-Normandie Direction de Secteur Rivières d'Ile de France
51, r Salvador Allende 92 027 Nanterre Cedex
Tél : 01 40 20 16 00 (central) / 01 41 20 17 27 (direct)
Fax : 01 41 20 16 09

M. Bourrain

Agence de l'eau Loire Bretagne

Eraud Yannick

Agence de l'eau Seine-Normandie
2 bis, r de l'Ecrivain 89 100 Sens
Tél : 03 86 83 16 52

M^{lle} Bazerque

DIREN Service Régional des Eau et des Milieux Aquatiques
29, r St Fuscien 80 041 Amiens Cedex
Tél : 03 22 82 90 60 (central) / 03 22 82 90 59 (direct)
Fax : 03 22 97 97 89
m.bazerque@picardie.environnement.gouv.fr

Peltre Marie-Christine

Laboratoire Ecologie Université de Metz - Centre de Recherche Ecologiques (CREUM)

1, rue des Récollets B.P. 4116 - 57 040 Metz Cedex 01

Tél : 03 87 36 57 40

Fax : 03 87 37 04 61

peltre@bridoux.sciences.univ-metz.fr

Leglize Lionel

Même adresse (CREUM)

leglize@bridoux.sciences.univ-metz.fr

Peraira Ramos Luc

Agence de l'eau Seine-Normandie Direction de Secteur Rivières d'Ile de France

Tél : 01 41 20 18 23

M^{elle} Coez

Centre documentation

Agence de l'eau Seine-Normandie Direction de Secteur Rivières d'Ile de France

51, rue Salvador Allende 92 027 Nanterre Cedex

Tél : 01 41 20 17 80 Fax : 01 41 20 16 09

docu@aesn.fr

Paris Laurent

Parc naturel régional du Morvan

Maison du parc naturel 58 230 Saint Brisson

Tél : 03 86 78 79 00

Fax : 03 86 78 74 22 / 03 86 78 74 33

Ferlin

DIREN Haute-Normandie (Région Seine maritime et Eure)

22, Place Gadeau de Kerville 76 100 ROUEN

Tél : 02 32 81 35 60 ou 02 32 81 35 80

Fax : 02 32 81 35 79 ou 02 32 81 35 99

Mr Lalane Cassou

DIREN Ile-de-France 18 Avenue Carnot, 94234 CACHAN

Tél : 01 41 24 18 00

Fax : 01 41 24 18 55

M^{me} Simon

DIREN Ile de France

Tél : 01 41 24 18 24

M Chovet

DIREN Centre (Direction Régionale de l'Environnement)

5, avenue Buffon 45 000 Orléans

Tél : 02 38 49 91 00

M^{elle} Meulson

Conseil Général de Côte d'Or

Tél : 03 80 63 65 73

Chauvin Christian

Cellule d'Application en Ecologie (CAE)

6, bd Gabriel 21 000 Dijon

Tél : 03 80 39 62 25

cchauvin@u-bourgogne.fr ou christian.chauvin@u-bourgogne.fr

Haury Jacques

Université de Rennes ENSA - INRA Ecologie Hydrobiologique

65, r Saint Brieuc 35 042 Rennes Cedex

Tél : 02 99 28 75 39
haury@epi.roazhon.inra.fr

M. Louis

DIREN Bourgogne Service Milieux Aquatiques
Bât. Le Richelieu 10, bd Carnot 21 000 Dijon
Tél : 03 80 68 02 38

Trémolières Michèle

Laboratoire d'écologie végétale, Faculté des sciences de la vie
28, rue Goethe 67 083 Strasbourg Cedex
Tél : 03 88 35 84 56
Fax : 03 88 35 84 84

M. Prygel

Agence de l'Eau Artois Picardie
200, rue Marceline Centre Tertiaire de l'Arsenal BP 818 59508 DOUAI Cedex
Tél : 03 27 99 90 00
Fax : 03 27 99 90 15
aeap_prygel@nordnet.fr

M. Monnot

Conseil Supérieur de la Pêche, Région Piscicole de Dijon
20, rue Charrue 21000 DIJON
Tél : 03 80 30 35 98
Fax : 03 80 30 10 23

Sommaire  général

Introduction du thème : Biodiversité

Inventaire des données disponibles sur le développement des macrophytes dans les cours d'eau d'amont du réseau hydrographique de la Seine.

Modélisation prédictive des peuplements de poissons

Caractéristiques des milieux stagnants et rôle sur le fonctionnement de la Seine.