

**ETUDE DES VEGETAUX FIXES**  
**EN RELATION AVEC**  
**LA QUALITE DU MILIEU :**  
**( NOTE DE SYNTHESE )**

Etude Inter-Agences

Thème V

Méthodes d'études de la qualité des eaux superficielles

Université de Metz  
Laboratoire d'Ecologie  
1, rue des Récollets  
57040 METZ CEDEX 01

Février 1991

**COORDINATION :**

**UNMRSm M METZ**  
**LABORATOIRE DECOLOCLE**  
1, rue des Récollets  
B.P. 41 16  
5040 METZ CEDEX 01

**Lionel Legilze**  
**Marie-Ch. Peltre**

**CHARGES D'ETUDE :**

**ECOLOR**  
7. place Albert Schweitzer  
57930 FENETRANGE

**Thierry Duval**

**GEREEA**  
Chantebise  
88490 PROMNCHERESSUR-FAVE

**J-Pierre Decloux**

**LOISIRS ET DETENTE**  
25, avenue de la République  
94340 JOINVILLE LE PONT

**Pierre Paris**

**AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE**  
"Le Longeau"  
B.P. 19  
57160 ROZERIEULLES

**J-François Zumstein**

## PREUMINAIRES

Cette note de synthèse constitue une version allégée du rapport définitif de l'étude inter-agences : Qualité du milieu et végétaux aquatiques (Université de Metz groupe MN, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Octobre 1990). Le lecteur qui souhaite approfondir un détail bibliographique ou méthodologique, pourra s'y reporter ainsi qu'à un référentiel concernant **les** composantes abiotique du milieu aquatique.

Au-delà de la présentation des objectifs de la démarche entreprise, il nous est apparu important d'articuler cette **synthèse** autour de deux éléments clés de la réflexion :

1. La formulation d'un cadre hiérarchisé qui nous semble un préalable indispensable à toute approche analytique d'un système aquatique d'eau courante.
2. Une proposition de recueil simplifié de données, applicable à l'échelle du territoire notional **et** qui **permettrait** d'acquérir à court terme et de manière homogène, une base minimale d'informations sur les peuplements végétaux en rivières.

Cette dualité nous semble refléter l'urgente nécessité d'associer, dans la mise en place d'un programme d'étude des phénomènes d'eutrophisation en rivières :

- les **gestionnaires**, confrontés **aux** problèmes des proliférations végétales et **soudeux** de trouver **par** l'acquisition rapide de données, des réponses redites **0 leur soucis** de contrôle,
- la communauté scientifique susceptible de fournir des réponses à caractère fondamental) sur **k** déterminisme végétal en rivière.

La proposition d'un tel cadre opérationnel d'études, permet d'envisager l'extension à d'autres compartiments biologiques de la démarche proposée et peut ainsi constituer une ossature souple, sorte de "fil conducteur", à toute étude appliquée ou fondamentale.

# SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
A. Objectif de l'étude	1
B. Historique de la démarche	1
C. Bilan bibliographique	2
II. PROPOSITION DE PROTOCOLE : CADRE GENERAL	3
A. Principes	3
B. <b>Nécessité</b> de <b>classement</b>	4
C. acquisition de <b>données</b>	4
III. RECUEIL SIMPLIFIÉ DE DONNÉES	5
A. <b>Objectif</b> et <b>principes</b>	5
1. Objectif	5
2. Domaine d'application	5
3. Contraintes liées à ce type de démarche	6
4. Choix des Variables explicatives potentielles"	6
5. Complémentarité nécessaire <b>avec</b> la recherche	7
B. <b>Choix des points d'échantillonnage</b>	8
1. Méthode de choix de <b>tronçons</b> d'étude	8
(1) Les <b>composantes</b> naturelles	9
a) Le bassin versant	9
b) L'évolution longitudinale du cours d'eau	9
2) <b>Définition</b> du <b>tronçon</b> obbthpe	10
3) <b>Anthropisme</b>	10
a) Perturbations de la qualité d'eau	
b) Perturbations de la qualité d'habitat	10
(4) Conclusion	11
2. La (les) " <b>section(s) végétale (s)</b> "	12
(1) <b>Définition</b>	12
(2) <b>Modalités pratiques</b>	12
(3) <b>Périodes de relevés</b>	13
(4) <b>Aire de relevés</b>	13

<b>C. Relevé et codification des paramètres abiotiques (-"variables explicatives potentielles")</b>	<b>14</b>
1. <b>Tronçon abiotique</b>	<b>14</b>
(1) <b>Repérage</b>	<b>14</b>
(2) <b>Bassin versant</b>	<b>14</b>
(3) <b>Caractéristiques générales du tronçon</b>	<b>14</b>
(4) <b>Qualité de l'eau</b>	<b>15</b>
2. <b>Section végétale</b>	<b>16</b>
(1) <b>Repérage</b>	<b>16</b>
(2) <b>Eclaircissement de la section</b>	<b>16</b>
(3) <b>Description morphodynamique de la section végétale (par faciès d'écoulement)</b>	<b>17</b>
(4) <b>Anthropisation du milieu</b>	<b>17</b>
(5) <b>Anthropisation 'directe' des peuplements de végétaux macrophytes</b>	<b>18</b>
(6) <b>Autres remarques éventuelles importantes</b>	<b>18</b>
<b>D. Protocole de relevé végétal</b>	<b>19</b>
1. <b>Introduction</b>	<b>19</b>
2. <b>Systématique</b>	<b>19</b>
3. <b>Paramètres à retenir</b>	<b>20</b>
4. <b>Données complémentaires</b>	<b>20</b>
<b>E. Conclusion générale</b>	<b>21</b>

## 1. INTRODUCTION

### A. OBJECTIF DE L'ETUDE

Appréhender le déterminisme du développement végétal en rivière, en vue **de** sa maîtrise, constitue depuis quelques années une des préoccupations majeures des services gestionnaires de la qualité **de** l'eau.

L'objectif prioritaire de la démarche présentée ici, est de proposer un cadre opérationnel d'étude des relations entre **les** différents types d'associations végétales et les caractéristiques du milieu.

Elle doit plus précisément définir les conditions de mise en place et de faisabilité d'une base méthodologique de caractérisation des milieux d'eau courante pour l'étude de la végétation macrophytique.

## 8. HISTORIQUE DE LA DEMARCHE

### 1. PROBLEMES DES PROLIFERATIONS VEGETALES MACROPHYTIQUES

Les développements excessifs de **végétation** fixée engendrent en rivières une série de nuisances **spécifiques** et des non respects de la qualité d'eau. Un certain nombre de synthèses récentes, précise les **types** de problèmes rencontrés et le coût économique qu'ils représentent (**AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE 1989, LASCOMBE 1988, AGENCE DE L'EAU SUNE NORMANDIE 1989**).

### 2. RECHERCHE DES FACTEURS CAUSES ET DES FACTEURS DE MAITRISE

Les problèmes liés à ces proliférations végétales, sans que celles-ci, par ailleurs, fassent l'objet d'une définition précise, conduisent à envisager l'approche des facteurs déterminant l'installation et le développement des peuplements végétaux.

La problématique est spécifique des végétaux macrophytes : la maîtrise des phénomènes ne peut **être** de type unifactoriel **comme** dans le cas de la régulation de la biomasse algale en **rivière**.

## C. BILAN BIBUOGRAPHIQUE

Un premier bilan des connaissances, aussi bien en France qu'à l'étranger, fait à p paraître à l'évidence :

- une connaissance très fraamentaire et généralement récente **de** la végétation des cours d'eau au niveau français. Ceci s'explique par ~~la~~ dispersion géographique, l'hétérogénéité des analyses et des techniques d'investigation, et les différentes échelles de travail,

- des propositions de différentes démarches intéressantes, sur le plan conceptuel ou méthodologique, aussi bien en France qu'à l'étranger, mais une généralisation difficile des informations disponibles :

- Les travaux anglo-saxons ont l'intérêt de proposer une typologie nationale: la difficulté réside dans la transposition au territoire français et continental.

- Les études sur le déterminisme végétal sont peu nombreuses et se limitent surtout à des travaux systémiques.

- L'absence de formalisation des descripteurs de milieux est souvent une gêne à la transposition des données.

Une nécessité de **cohérence** et de **structuration** se dégage nettement de **ces** réflexions, si l'on veut **travailler à** un niveau plus global, à l'échelle d'une **région**, d'un territoire couvert par une Agence de **basin**, voire à un niveau notionnel.

## II. PROPOSITION DE PROTOCOLE : CADRE GENERAL.

Toutes les réflexions et analyses qui ont été menées, conduisent à la nécessité de formaliser le milieu aquatique, avant toute étude ponctuelle concernant la végétation (ou toute autre biocénose). Cette formalisation doit s'effectuer selon un cadre hiérarchisé, incluant des niveaux d'observation ( bassin versant, tronçon) et des situations naturelles et perturbées (Figure 1).

### A. PRINCIPES

La mise en place de tout programme d'étude relatif aux végétaux aquatiques (voire plus généralement aux divers compartiments biologiques) doit reposer sur deux éléments :

- une bonne évaluation de la situation : constat/inventaire, répartition. développement des espèces...
- une connaissance fondamentale indispensable à la compréhension des mécanismes qui régissent ces phénomènes.

Cette double approche apparaît tout à fait essentielle, notamment dans le cas particulier de la recherche de facteurs explicatifs (au delà de l'enrichissement quasi général en nutriments des milieux aquatiques), et plus encore de facteurs de maîtrise. des proliférations végétales.

Compte tenu des moyens réels disponibles, la définition d'une stratégie sur quelques années au niveau national apparaît absolument indispensable si l'on souhaite obtenir des résultats tangibles à moyen terme.

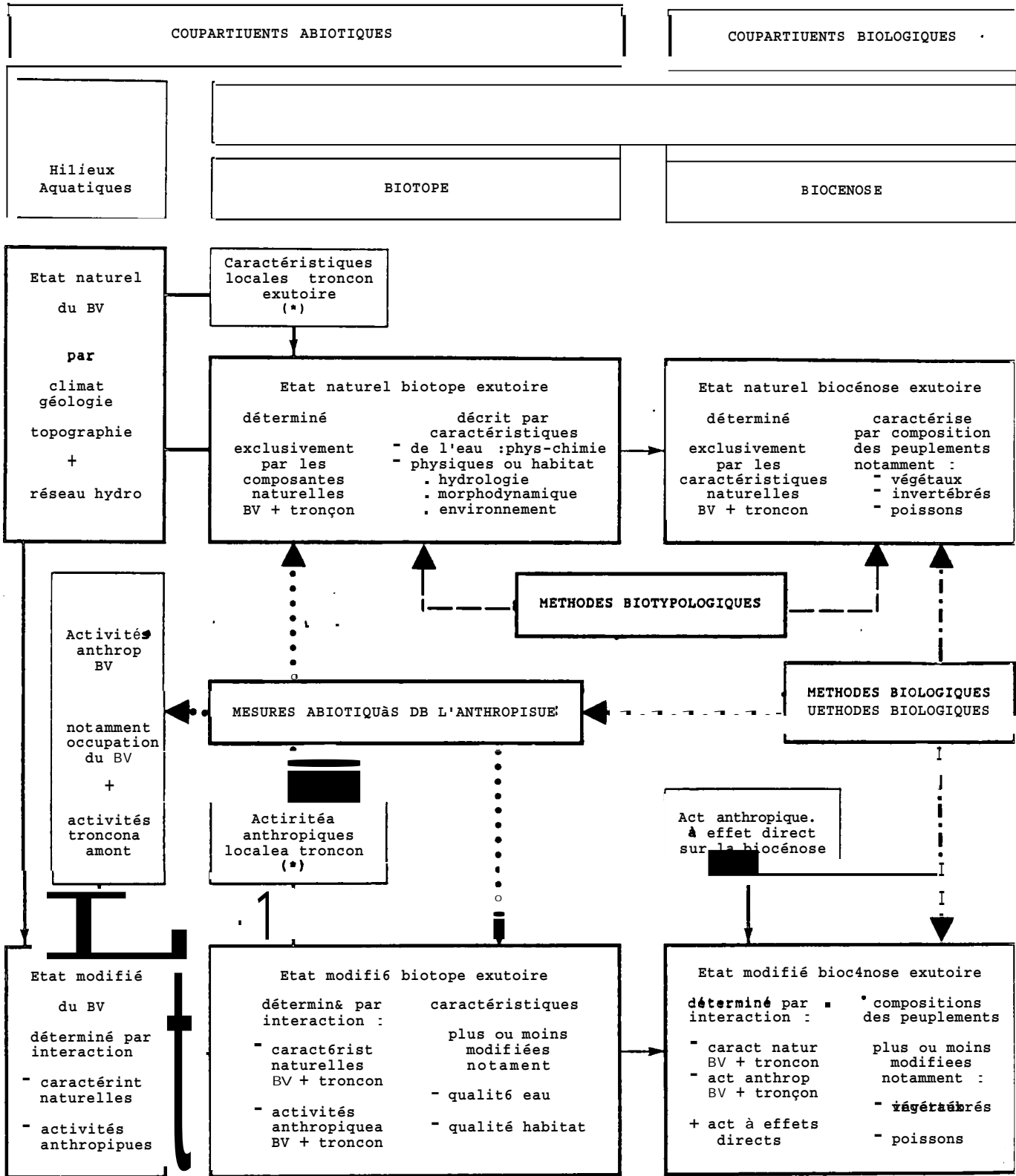
L'esquisse d'un tel programme doit définir :

- comment recueillir simplement les données nécessaires en vue d'une connaissance générale des peuplements de végétaux dont l'exploitation devrait fournir certains éléments de réponse à grande échelle au problème posé,
- quels axes de recherche plus fondamentaux doivent être développés prioritairement, notamment pour permettre l'exploitation des données recueillies au niveau précédent,

Il convient enfin de préciser comment un tel programme pourrait être mené à bien, notamment en termes de structures, tant au niveau pratique (recueil et exploitation des données) qu'en terme de coordination à l'échelon national.



Fig. 1 : Organigramme du système .



■ Relations de déterminisme des divers compartiments

- ◄.....◄ Mesures abiotiques de l'anthropisme
  - ◄-----► Methodes biotypologiques
  - ◄-.-.-► Methodes biologiques
- ) Types d'études établissant des relations entre compartiments

(\*) Les Caractéristiques naturelles locales et les activités anthropiques locales au tronçon exutoire PK se trouvent "intégrées" au niveau du BV en PK + DPk

## B. NECESSI'E DE CLASSEMENT

Quels que soient **les** objectifs des études à entreprendre, le bilan de la réflexion menée dans **le** cadre de la présente étude montre qu'il est déterminant de connaître le système dans lequel on se situe et sa position vis-à-vis d'un système de référence.

Afin d'assurer au mieux l'intégration progressive des données, d'origine appliquée ou fondamentale, il s'avère en effet que seul un cadre écosystémique laisse apparaître la hiérarchie fondamentale caractéristique de l'ensemble. Il permet alors une approche analytique même simplifiée, qu'il devient alors possible de replacer en permanence dans le système référencé.

Sans cette classification de système, l'analyse comparative des études n'est guère possible et des erreurs d'interprétation sont potentielles.

Une sectorisation des cours d'eau est proposée et testée. Elle permet l'application pratique de ce concept de classement hiérarchisé, en intégrant successivement les niveaux bassin versant et réseau hydrographique, et **le** degré d'anthropisme.

## C. ACQUISMON DE DONNEES

Dans **le** cadre hiérarchisé précédemment défini, les stratégies d'investigations à mettre en **oeuvre**, doivent prioritairement permettre l'acquisition de nombreuses données à l'échelle de l'ensemble du territoire français.

A partir d'une **typologie** à caractère physiographique, il convient :

- d'établir les **bases** d'une **typologie végétale**, c'est-à-dire **les** peuplements macrephytes "de référence" en fonction des composantes abiotiques naturelles,
- de déterminer **les** principales **modifications** subies par ces peuplements, notamment en **termes de séquences d'eutrophisation**, en fonction des perturbations observées (qualité d'eau ou d'habitat).

**Cette** démarche doit permettre **de** répondre au mieux à la demande urgente des gestionnaires, souhaitant évaluer **les** proliférations végétales et leurs conséquences, étant donné **par ailleurs** que **le** développement concomitant de programmes de recherche, notamment sur des **sujets** aussi fondamentaux que **l'outil systématique** ou **le** déterminisme **végétal**, est absolument indispensable à la réussite d'une telle entreprise.

## 111. RECUEIL SIMPLIFIÉ DE DONNÉES

Le souci constant qui a présidé au choix de **descripteurs** pertinents à l'intérieur de chaque compartiment (abiotique, biotique) et pour chaque échelle d'observation, a été celui de la cohérence en vue de rendre homogène toute exploitation ultérieure des relations entre associations végétales et milieu.

Une référence au document complet semble indispensable à ce niveau, pour l'explication des choix et la présentation de quelques tests méthodologiques étayant la proposition.

Une proposition d'une base minimale d'acquisition, applicable à l'échelle du territoire français, est présentée.

A partir d'une approche régionale (notion de régions naturelles selon DUPIAS ET RB, 1985), une caractérisation des bassins versant et une méthode de découpage abiotique en "tronçons homogènes" à l'échelle d'un cours d'eau est proposée.

L'étude des peuplements végétaux s'effectue alors au sein de la "section végétale", préalablement inscrite dans un tronçon défini. Une listotype de végétaux, avec notamment évaluation du pourcentage de recouvrement, sert de support au relevé des peuplements macrophytiques.

### A. OBJET ET PRINCIPES

#### 1. OBJECTIF

Il s'agit de proposer le **recueil** d'un nombre important de données en vue de leur exploitation statistique, pour dégager rapidement certaines grandes tendances :

- d'ordre typologique,
- du point de **vue** altérations du biotope.

Il s'agit de **réaliser** un travail de "dégrossissage" à l'échelle du territoire national.

#### 2. DOMAINE D'APPLICATION

Ce protocole doit s'appliquer à l'ensemble (du bassin versant) d'un cours d'eau ou au moins des sources à un niveau aval suffisant, pour intégrer diverses discontinuités naturelles **et/ou** artificielles. **Si** les affluents ne sont pas pris en compte explicitement, leurs bassins doivent néanmoins être étudiés.

Les possibilités de mise en oeuvre des méthodes biologiques habituelles et la faculté d'identification des végétaux macrophytes, constituent les limites pratiques de mise en oeuvre (la profondeur constituant le facteur limitant le plus fréquent).

La qualité générale des cours d'eau doit avoir fait l'objet d'une étude récente et représentative de la situation (qualité datant de moins de cinq ans et sans intervention d'événements susceptibles d'avoir modifié cette qualité :

- directement : rejets,
- indirectement : modifications du régime des débits, recalibrage ..).

Dans le cas contraire, une telle étude serait à effectuer.

Dans un premier temps, il conviendrait que les données recueillies par ce protocole concernent principalement des situations assez typiques, tant du point de vue des conditions naturelles que des activités anthropiques.

### 3. CONTRAINTES LIEES A CE TYPE DE DEMARCHE

- **Grand** nombre de données

Le principe même d'exploitation statistique ne peut être appliqué que si l'on dispose d'un nombre suffisamment grand de données. Le protocole de recueil des données doit donc être assez simple pour permettre la collecte d'un maximum d'informations dans le temps imparti.

- Rigueur du protocole

Outre l'aspect "quantitatif, la validité de l'analyse statistique exige "qualitative ment" un protocole de recueil et de codage des données particulièrement rigoureux.

- **Le choix des sites à inventorier prioritairement**

Dans une certaine mesure, une rationalisation en matière de choix des sites à inventorier peut permettre d'obtenir plus rapidement la quantité d'informations nécessaires dans des cas suffisamment typiques du point de vue de certains critères pressentis comme particulièrement importants.

Une étude de faisabilité sera conduite en ce sens.

### 4. CHOIX DES "VARIABLES IMPUTATIVES POTENTIELLES"

- **Compromis entre :**

- **la** simplicité nécessaire d'une telle **base** à cette échelle (le moins possible de variables),

- **la** volonté de ne **pas** omettre un paramètre qui s'avérerait ultérieurement important,

- Critères retenus

- les connaissances actuelles qui permettent d'attribuer assez objectivement (ou raisonnablement) une importance donnée d certains paramètres (données bibliographiques. **avis** des spécialistes).

- l'intuition en ce qui concerne les choix arbitraires qui s'avèrent nécessaires pour la codification de paramètres pour lesquels aucun choix ne peut être valablement étayé en l'état actuel des connaissances.

- **Liasons** avec des bases existantes

Certains choix peuvent permettre néanmoins de ne pas surcharger le protocole de recueil de données, tout en s'assurant la possibilité d'exploitation ultérieure de ces variables (par exemple référence d des études préalables de qualité d'eau, éléments de repérage permettant de rattacher aisément les stations d diverses banques de données (RGA banques hydrologiques).

## 5. COMPLEMENTARITE NECESSAIRE AVEC LA RECHERCHE

### (1) Transfert recherche - **application**

Cette démarche nécessite que soient menées simultanément des recherches plus fondamentales :

- les outils utilisables **0** cette échelle doivent être issus d'importantes réflexions (notamment systématiques en ce qui concerne **le** problème strictement végétal, mais aussi au niveau des concepts utilisés pour **le** relevé des caractéristiques du biotope).

- l'ambition même de cette approche **est** limitée, elle ne saurait apporter de **rs** ponde **0** certains types de questions qui restent du domaine de la recherche,

- cette démarche ne **peut tester** comme "variables explicatives potentielles" que celles qui sont actuellement assez aisément observables et codifiables ; les autres paramètres (qui sont parfois très importants, comme **par** exemple les cycles **ther-** miques) doivent **donc** faire l'objet d'études itématiques de recherche pour pouvoir **être** intégrés **0** **cette** approche progressivement affinée.

### (2) Transfert application - **recherche**

Les Informations relevées **par** ce **type** d'approche peuvent permettre d **la** recherche d'élargir considérablement (notamment géographiquement) son champ d'investigation. et le "dégrossissage"<sup>a</sup> qui en résulte, peut sans aucun doute aider d un affinement dans la définition des **axes** de recherche prioritaires.

## B. CHOM DES POINTS D'ECHANTILLONNAGE

### Principe

Les peuplements aquatiques sont déterminés en chaque point d'un cours d'eau par les caractéristiques naturelles du biotope, sur lesquelles interfèrent des activités humaines plus ou moins discordantes.

Les effets de ces perturbations anthropiques sur les biocénoses ne peuvent donc être valablement appréhendés que dans le cadre de conditions naturelles similaires, elles-mêmes définies :

- 1) par les facteurs clés que constituent le climat et la géologie ainsi que la topographie du bassin versant, associés au concept de région naturelle,
- 2) par l'évolution longitudinale des dimensions du cours d'eau.

### 1. METHODE DE CHOU( DE TRONCONS D'EWDE: LE DECOUPAGE ABIOTIQUE

Le choix des tronçons d'étude d'un cours d'eau au sein d'un bassin versant, est un élément essentiel pour l'interprétation des résultats. Dans cette optique, nous proposons une méthode de découpage du cours d'eau, en segments homogènes, en considérant ses composantes abiotiques.

Une application de cette démarche, effectuée sur le cours d'eau de la Vezouze, (issu du massif **gréseux** vosgien), **est** proposée **Figure 2**.

Devant **être** intégrée **à** des études d'application, cette méthode se doit d'être la plus simple possible. Conformément **aux** données précédentes, un canevas minimal est donc proposé, **selon** une démarche hiérarchique des descripteurs:

- **composantes naturelles**
- **composantes anthropiques**

## (1) LES COMPOSANTES NATURELLES

Parmi ces composantes, la nature du bassin versant puis l'évolution longitudinale du cours d'eau sont les paramètres explicatifs du fonctionnement des biotopes qui accueillent les biocénoses.

### a) Le bassin versant

Les trois facteurs clés: ambiance climatique, substrat géologique et relief (topographie), se trouvent intégrés dans la notion de "région naturelle" (Pays du géographe) qui définit un premier niveau d'approche (Figure 2). Un complément peut être apporté par la zonation phytoécologique de D U W & REY (1985).

Au sein de(s) la région(s) naturelle(s), le bassin versant s'individualise en priorité par sa géologie, ou par le concept de perméabilité des roches (ZUMSTEIN & al. 1989).

### b) L'évolution longitudinale du cours d'eau

- Morphométrie

L'évolution longitudinale d'un cours d'eau se mesure par des paramètres simples de pente (profil topographique de relevés NGF ou de cartes au 1/25000) et de largeur.

Le couple pente \* largeur détermine, au sein de zones géologiquement homogènes, le découpage de tronçons.

- Repérage

D'autre part, des critères permettant de référencer le tronçon sont formalisés:

- distance à la source, PKH
- localisation des affluents

Ce dernier facteur joue un double rôle:

- morphométrique, en tant que confirmation de changements des classes de largeur
- élément susceptible de modifier naturellement ou non, le comportement hydrologique et/ou physico-chimique.

L'intégration des composantes naturelles permet de mettre en évidence une séquence de tronçons. Elle répond à l'évolution morphodynamique du cours d'eau en situation pseudo-naturelle (Figure 2).





## (2) DEFINITION DU TRONÇON ABIOTIQUE

Le **tronçon abiotique** d'une **rivière** se définit comme une partie ou la totalité d'un cours d'eau, caractérisé par des paramètres abiotiques homogènes, à l'échelle de travail qu'impose le **protocole** de **l'étude**.

## (3) ANTHROPISME

Les activités anthropiques sont surimposées au découpage précédent, si **nécessaire**, et mettent en évidence des tronçons plus ou moins perturbés ( Figure 2).

Ces activités peuvent être définies suivant deux approches:

- perturbation affectant la qualité de l'eau
- perturbation affectant la qualité de l'habitat

### a) Perturbations de la qualité d'eau

Le recensement et la localisation des **rejets** domestiques et industriels, peuvent permettre de quantifier la charge polluante évacuée vers le milieu. Les rejets agricoles, plus difficiles à **cerner** (apports ponctuels et diffus), peuvent s'estimer par l'intermédiaire des données du **RGA** (Recensement Général Agricole).

Une approche de la qualité de l'eau peut aussi être obtenue par le biais des grilles de qualité **Agence** (grille **G**).

### b) Perturbations de la qualité d'habitat

Le **recensement** des **perturbations** des conditions d'écoulement des débits, des aménagements (**recalibrage**, barrages...), des usages **divers** (navigation...), servent à évaluer la **qualité** de l'habitat..

Une **gomme** de 7 **types** **peut** être proposée pour une telle application, d'une part pour **évaluer** l'état d'aménagement du lit, d'autre part pour caractériser le régime des débits.

Pour **apprécier** l'influence des **activités** anthropiques, il conviendra de comparer les situations perturbées **avec** un tronçon abiotique identique.

#### (4) CONCLUSION

*Ce canevas minimal positionne le cadre préalable à toute étude d'application.*

*Il favorise la mise en évidence de segments homogènes du point de vue naturel, et permet donc:*

- *de vérifier la validité des comparaisons recherchées, par les méthodes **ubio-tiques et biologiques**, entre **des** situations plus ou moins perturbées,*
- *de comparer des segments sur **des** rivières différentes mais où les conditions naturelles sont similaires,*
- ***délaborer** les bases mêmes de typologies (conditions naturelles, biofypologie...)*

On précisera que les outils d'aide au découpage proposés sont évolutifs. D'autres compléments peuvent être intégrés, soit par la disponibilité de tels documents, soit exigés par la finesse de **l'étude**, dans des cas particuliers,

Afin de tester l'applicabilité de cette méthode à l'étude de la végétation aquatique, cette méthode a **été** comparée à une **étude** de zonation des peuplements végétaux.

#### **Ce découpage constitue :**

- . un maillage minimal qui se veut avant tout hiérarchisé, pour intégrer tout les "faits nouveaux" qui interviennent le long du cours.
- . une approche de type expert qui reste en l'état actuel, indispensable, tout en ne pouvant être vraiment codifié sur la matière.

## 2. LA (LES) 'SECTION(S) VEGETALE (S)'

### (1) DEFINITION

La "section végétale" doit être représentative du tronçon abiotique considéré, dans lequel elle s'inscrit obligatoirement.

Elle doit refléter la diversité des types de séquences de faciès d'écoulement, de peuplement végétal et de condition d'ombrage typée.

### (2) MODALITES PRATIQUES

Détermination des sections végétales au sein du tronçon abiotique

Lors de la première campagne, les diverses sections végétales au sein du tronçon abiotique sont alors identifiées et numérotées.

Au sein de chaque zone homogène, la détermination des éventuelles hétérogénéités permettent de définir ces sections végétales :

(a) les divers types de séquences de faciès d'écoulement au sein du tronçon abiotique, par exemple selon une grille proposée par W V O I (1989);

(b) les différentes classes d'ombrage à grande échelle pouvant être discriminantes au sein des mêmes types de séquences de faciès d'écoulement. Cette distinction est faite en 3 classes permettant d'identifier des situations bien contrastées (par exemple une section forestière et une section prairiale) : pas/peu ombragé, moyennement ombragé, très ombragé

(c) les différents types de peuplements végétaux au sein des mêmes séquences de faciès d'écoulement dans la même classe d'ombrage.

On procède par étapes successives pour définir le nombre de sections végétales.

Dans l'optique du protocole proposé, lorsque certains points singuliers ne sont pas caractéristiques de la majeure partie du segment abiotique homogène (les retenues de barrages, les sections by-passées par des ouvrages...), ils doivent être évités, sauf s'il s'agit précisément d'un facteur discriminant des types de peuplements végétaux. On éliminera de plus, les zones ayant subi toute intervention récente, ayant notamment un impact sur l'aclairement.

### (3) PERIODES DE RELEVES

Au nombre de **deux**, **elles** s'étendent de manière générale, **de** mai à septembre.

. La première, qui correspond à la phase de définition des sections végétales, **se** déroule en période de croissance d'un nombre important **de** végétaux (exemple : de mai à la mi-juillet),

. La seconde, pour tenir compte des successions saisonnières végétales du développement de la végétation, reprend les sections végétales définies lors **du** premier passage et **se** déroule en fin de cycle végétatif pour certaines espèces, mais peut permettre **de** mettre en évidence le développement d'algues ou d'espèces considérées comme indicatrices d' eutrophisation (mi-juillet fin septembre).

Nota: Dans l'évaluation des périodes de relevés, il conviendra de tenir compte des variabilités régionales, principalement hydroclimatiques. L'évolution saisonnière particulière de certaines espèces n'a pas été intégrée dans ce protocole et demande un ajustement spécifique.

### (4) AIRE DE RELNES

Sur une longueur minimale de **50** mètres, tous les végétaux immergés pendant au moins 40% de l'année (soit les végétaux aquatiques et subaquatiques) sont inventoriés. Outre le fond du lit, l'étude intègre la base des berges et les atterrissements. Les végétaux qui caractérisent les berges (**rive** gauche et droite **séparées**) sont à signaler en complément (voir l'istype, **Figure 3**).

Rivière :  
N° Section végétale :

N° Tronçon abiotique :  
Date :

DICOTYLEDONES

Table with 3 columns: % A, D, and a list of dicotyledonous plant species including Apium inundatum, Apium nodiflorum, Berula erecta, Bidens tripartita, Callitriche hamulata, Callitriche obtusangula, Callitriche platycarpa, Callitriche stagnalis, Callitriche sp, Caltha palustris, Calystegia sepium, Cardamina amara, Ceratophyllum demersum, Ceratophyllum submersum, Cirsium arvense, Cirsium palustre, Epilobium hirsutum, Epilobium parviflorum, Eupatorium cannabinum, Filipendula ulmaria, Galium mollugo, Galium palustre, Hippuris vulgaris, Hydrocharis morsus ranae, Littorea uniflora, Lycopus europaeus, Lysimachia nummularia, Lysimachia vulgaris, Lythrum salicaria, Mentha aquatica, Menyanthes trifoliata, Montia fontana, Myosotis scorpioides, Myosotis sp, Myosoton aquaticum, Myriophyllum alterniflorum, Myriophyllum spicatum, Nasturtium officinale, Nuphar lutea, Nymphaea alba, Oenanthe aquatica, Oenanthe crocata, Oenanthe fistulosa, Oenanthe fluviatilis, Polygonum amphibium, Polygonum hydropiper, Polygonum lapathifolium, Polygonum persicaria, Potentilla palustris, Ranunculus aquatilis, Ranunculus flammula, Ranunculus fluitans, Ranunculus hederaceus, Ranunculus peltatus, Ranunculus pemicillatus, Ranunculus repens, Ranunculus sceleratus, Ranunculus trichophyllus, Rumex amphibius, Rumex islandicus, Rumex conglomeratus, Rumex crispus, Rumex obtusifolius, Rumex hydrolypatum, Scutellaria galeucolata, Scrophularia umbrosa, Solanum dulcamara, Stachys palustris, Symphytum officinale, Urtica dioica, Valeriana repens, Vallisneria spiralis, Veronica anagallis aquatica, Veronica beccabunga, Veronica catenata.

MONOCOTYLEDONES

Table with 3 columns: % A, D, and a list of monocotyledonous plant species including Acorus calamus, Agropyrum repens, Agrostis stolonifera, Alisma lanceolatum, Alisma plantago aquatica, Alopecurus geniculatus, Butomus umbellatus, Carex acuta, Carex acutiformis, Carex elata, Carex paniculata, Carex riparia, Carex rostrata, Carex vesicaria, Deschampsia cespitosa, Eleocharis palustris, Elodea canadensis, Elodea ematae, Elodea nuttallii, Glyceria fluitans, Glyceria maxima, Groenlandia densa, Iris pseudacorus, Juncus articulatus, Juncus bulbosus, Juncus effusus, Juncus inflexus, Juncus sp, Lemna gibba, Lemna minor, Lemna trisulca, Phalaris arundinacea, Phragmites australis, Poa trivialis, Potamogeton alpinus, Potamogeton berchtoldii, Potamogeton coloratus, Potamogeton crispus, Potamogeton gramineus, Potamogeton lucens, Potamogeton natans, Potamogeton nodosus, Potamogeton pectinatus, Potamogeton perfoliatus, Potamogeton polygomifolius, Potamogeton pannonianus, Sagittaria sagittifolia, Scirpus fluitans, Scirpus lacustris, Scirpus maritimus, Scirpus sylvaticus, Sparganium emersum, Sparganium erectum, Spirodela polyrrhiza, Typha angustifolia, Typha latifolia, Zannichellia palustris.

ALGUES

Table with 3 columns: % A, D, and a list of algae species including Algues bleues, Batrachospermum sp, Cladophora sp, Chara sp, Enteromorpha sp, Hildenbrandia sp, Lemanea sp, Mougeotia sp, Nitella sp, Oedogonium sp, Spirogyra sp, Ulothrix sp, Vaucheria sp.

HEPATIQUES

Table with 3 columns: % A, D, and a list of liverworts including Chiloscypus polyanthus, Pellia epiphyllia, Nardia compressa, Scapania undulata, hépatiques feuillées ind., hépatiques à thalle ind.

MOUSSES

Table with 3 columns: % A, D, and a list of mosses including Amblystegium fluviatilis, Amblystegium riparium, Brachytecium rivulare, Cinclidon aquaticus, Cinclidon danubicus, Cinclidon fontinaloides, Fissidens crassipes, Fontinalis antipyretica, Fontinalis squamosa, Hygrohypnum ochraceum, Hyocodium flagellare, Octodiceras fontanum, Platyhypnidium riparioides, Rhacomitrium aciculare.

CRYPTOGAMES

Table with 3 columns: % A, D, and a list of cryptogams including Equisetum arvense, Equisetum fluviatilis, Equisetum palustre.

arbres sortant de l'eau

Table with 3 columns: % A, D, and a list of emergent trees.

**H**

**B**

**R**

# INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

## REPERAGE

TYPE DE SEQUENCE DE FACIES DZCOULEMENT.....

ECLAIREMENT.....  
 LIMITE AMONT.....  
 OBSERVATEUR(s).....

LONGLEUR.....  
 LIMITE AVAL.....

## VEGETATION PRINCIPALE DES FACIES D'ECOULEMENT

FACES

TAXONS à 0 à 25% ET % DE RECOUVREMENT PAR FACIES

.....  
 .....  
 .....  
 .....

## STRUCTURES DU PEUPEMENT

FOND NUT ATERRISSEMENTS NON VEGETALISES  
 VEGETATION TOTALE  
 ALGUES  
 BRYOPHYTES  
 CRYPTOGRAMES ET PHANEROGAMES


ASPECTS CLADOPHORA SP

COURT  
 LONG  
 ENTAPIS EPAIS


VEGETATION NAGEANTE  
 VEGETATION FLOTTANTE  
 VEGETATION D'HELOPHYTES DANS L'EAU  
 ATERRISSEMENTS VEGETALISES


## STRUCTURES BERGES

	RIVE GAUCHE	RIVE DROITE
% BERGE BOISEE	.....	.....
% VEGETATION PRAIRIALE	.....	.....
% FRICHE MARECAGEUSE	.....	.....
% MARAIS	.....	.....
% CULTURE	.....	.....
% BERGE AMENAGEE	.....	.....
% ABREUVOIR	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

## VEGETATION PRINCIPALE et/ou CARACTERISTIQUE DES BERGES

RIVE GAUCHE	RIVE DROITE
ARBRES	.....
.....	.....
.....	.....
AUTRES ESPECES	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

## C.RELEVÉ ET CODIFICATION DES PARAMÈTRES ABIOTIQUES (= "variables explicatives potentielles")

### 1. TRONÇON ABIOTIQUE

Le découpage du cours d'eau en tronçons abiotiques est schématisé conformément aux propositions précédentes (exemple de la Vézouze). Chaque tronçon abiotique est alors décrit de la façon suivante :

#### (1) REPERAGE

- Codes **hydrologiques**  
(codes à 8 caractères alphanumériques)
- **pk amont**  
(000.00 à 999.99)
- **pk aval**  
(000.00 à 999.99)

#### (2) BASSIN VERSANT

- **région naturelle** : D U W ET REY (1985)  
(critère de découpage abiotique)  
(code **0 8** caractères alphanumériques)
- **perméabilité** : d'après ZUMSTEIN et al (1989)  
(critère de découpage abiotique)  
(code à **3** caractères alphanumériques)

#### (3) CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU TRONÇON

- pente : en ‰, calculée d'après carte **1/50000**, avec 2 chiffres significatifs (**critère** de découpage abiotique)  
(**xxx.xx**)

Une **explication** du calcul des pentes - paramètre **parfois** délicat à utiliser en tant que critère de sélection, en fonction des gammes employées -, est proposée (\*\*).

#### (\*\*) Calcul des pentes

Les pentes sont recherchées **à partir** du profil **en** long du cours d'eau, établi d'après une carte au **1/50000**. **Il est** recherché, **à** partir de l'amont et par essais successifs, **la** suite de segments de droite offrant le meilleur compromis possible entre :

- Une corrélation optimale de chaque segment de droite **avec** les différents points du profil en long qu'il représente (méthode **très** précise).
- Une discrimination maximale des pentes des segments de droite successifs (méthode grossière).

Dans **le** cas de la **Veuzouze**, (rivière vosgienne d'origine), cette démarche conduit par exemple, à sélectionner 7 segments de droite tels que la pente de chaque "zone de pente homogène" ainsi définie, soit de l'ordre de grandeur de la moitié de la pente de la zone **en** amont immédiat.

Dans **le** cas d'un cours d'eau de plaine, les rapports entre les pentes successives (50 % dans **le** cas de la Veuzouze), pourront être supérieurs mais devront toujours rester significatifs (par exemple, au moins  $\leq 80$  %).

- **largeur entre** beiges  
(critère de découpage abiotique)  
codification en 10 classes :
- moins de 2.00 m
- de 1.50 à 5 m
- de 4 à 10m
- de 8 à 15m
- de 12 à 25 m
- de 20 à 40m
- de 30 à 60m
- de 50 à 100 m
- de 80 à 150 m
- plus de 120 m

#### (4) QUALITE DE L'EAU

- **qualité générale** (grille G : I, 2, 3, 4) représentative de la situation (datant de moins de cinq ans et depuis laquelle ne soient pas intervenus d'événements susceptibles d'avoir modifié **cette** qualité directement : rejets, ou indirectement : modifications du régime des débits, recalibrage ..)  
Codification en 5 classes

- **mise en évidence éventuelle d'autres perturbations de la qualité de l'eau** :
  - . micropolluants organochlorés (contamination significative évaluée de façon normalisée : dépassement x fois de la concentration "normale" (MOUVET 1987).
  - . Métaux (**id** pour quelques métaux à déterminer, (MOUVET 1986))
  - . Prolifération phytoplanktonique (dépassement de certaines concentrations de chlorophylle),
  - . Acidité (critères à définir) ...

- Codification** de chaque perturbation retenue **en** 4 classes :
- . Absence d'information
  - . Tronçon non affecté
  - . Tronçon affecté
  - . Tronçon fortement affecté



## 2. SECTION VEGETALE

Les relevés végétaux faits à partir de la liste-type (**Figure 3**), lors des deux campagnes, sont joints aux données de la section végétale du tronçon abiotique correspondant. Pour chaque relevé, les paramètres suivants sont à préciser :

### (1) REPERAGE

- code **hydrologique**  
(code à 8 caractères alphanumériques)
- **pk aval**  
(000.00 à 999.99)
- **longueur** de la section
- **repérage** des points limites
- **ombrage**  
pas/peu ombragé ; moy. ombragé ; très ombragé
- date  
(jj.mm.aa)
- **heure**  
(0 0 24)
- **identification de l'observateur**  
(codification à prévoir à l'échelle nationale)

### (2) ÉCLAIREMENT ET TRANSPARENCE DE L'EAU

- **éclairage mesuré** par photométrie hémisphérique effectuée au centre de la section végétale (cf tests comparatifs de la mesure de l'éclairage dans le rapport complet de l'étude) :  
indice d'éclairage diffus : de 00 à 99 (%)  
indice d'éclairage direct : de 00 à 99 (%)
- **transparence de l'eau** mesurée à l'aide du disque de Secchi.  
Une autre expression de ce paramètre traduit la turbidité de l'eau.

### (3) DESCRIPTION MORPHODYNAMIQUE DE LA SECTION VEGETALE (PAR FACIES DECOULEMENT)

- Liste des faciès d'écoulement (W V O I 1989) :  
codification des 12 faciès "de base", ainsi que des "faciès transitoires" (conformément au document référence)

Pour chaque faciès ainsi référencé au sein du tronçon végétal, indication de trois paramètres :

- profondeur **moyenne** (mesurage simple)

codification en 7 classes :

moins de 0.15 m  
de 0.10 à 0.30 m  
de 0.20 à 0.60 m  
de **0.50** à 1.00 m  
de 0.80 à 1.60 m  
de 1.40 à 3.00 m  
plus de **2.50** m

- vitesse **moyenne du courant** (mesurage simple)

codification en 7 classes :

pas de courant  
de 0.01 à 0.15 m/s  
de 0.10 à 0.30 m/s  
de 0.20 à 0.60 m/s  
de **0.50** à 1.00 m/s  
de 0.80 à 1.60 m/s  
plus de 1.50 m/s

- type de **substrat** (MALAVOI 1988)

Conformément au document référencé sont estimées la classe granulométrique **de** l'élément **le** plus grossier occupant au moins 10 % de la surface, la classe de l'élément dominant superficiellement, ainsi qu'une **deuxième** classe dominante éventuelle, ces trois granulométries étant codifiées en 12 classes.

### (4) ANTHROPISATION DU MILIEU

- **aménagement du lit** :

7 différents types/niveaux sont proposés, permettant d'apprécier l'effet de ~~tes~~ travaux ("expertise" à partir de quelques descripteurs simples ou 'photographies' typiques) sur le tronçon étudié;

Pas d'aménagements significatifs

**Dans le** remous d'un barrage artificiel

Dans le remous d'un **barrage** artificiel + 'canalisation'

Section aménagée mais sans intervention sur le fond du lit

Section avec curage

Section avec recalibrage

Section avec recalibrage "aggravé."

- **régime des débits :**

7 différents types/niveaux sont proposés

Pas d'influence significative

Débit Influencé par prise d'eau

Débit artificialisé par prise d'eau

Débit influencé de façon saisonnière

Débit ortficialisé de façon saisonnière

Débit influencé de façon journalière ou aléatoire

Débit artificialisé de façon journalière ou aléatoire

(5) ANTHROPIISATION "DIRECTE" DES PEUPELEMENTS DE VEGETAUX MACROPHWES

- **présence en amont de milieux artificiels** susceptibles d'avoir un effet significatif du point de vue dynamique de colonisation des végétaux (étang, barrage de retenue ..)

Non ou Oui et précisions en clair

- **intervention directe sur la végétation :**

Non ou Oui

et précisions en clair: contrôle mécanique, chimique ou biologique

(6) AUTRES REMARQUES EVENTUULES IMPORTANTES

Précisions en clair (par exemple pollution accidentelle récente ...)

\* OBSERVATIONS TRES IMPORTANTES REIATIVES AU REWE ET A LA CODIFICATION DES PARAMETRES **ABIOTIQUES** :

- Le **repérage doit être** suffisamment **précis** pour permettre la mise en relation **avec** de nombreuses **informations déjà stockées** en diverses banques de données (par exemple : fichiers **RGA débits, réseaux** de mesures physico-chimiques ,catalogue des rejets...)

- Cette **possibilité d'interconnexions** apparait indispensable (dans le cas où elle ne s'avérerait pas possible, l'Indication de l'ensemble des communes situées dans les bassins versants de chaque tronçon étudié serait nkessalre).

- L'existence **d'analyses physico-chimiques récentes** (moins de **5 ans** ) est de même nécessaire.

## D. PROTOCOLE DE RELEVÉ VÉGÉTAL

### 1. INTRODUCTION

Pour faciliter les relevés végétaux nous proposons une **liste-type** (inspirée de celle de HARDING in HMSO 1987 et amendée par J. HAURY et SMULLER), des espèces végétales des cours d'eau de France métropolitaine, hors les zones méditerranéennes, de hautes montagnes et halophiles de bord de mer (Figure 3).

Cette liste met en évidence les espèces les plus communes et présente les structures végétales, la végétation des faciès d'écoulement et les **types** des berges.

La section végétale **y** est **restituée** au sein du tronçon abiotique et par rapport aux faciès d'écoulement et d'ombrage.

Cependant une prospection en dehors de la section végétale peut être envisagée et précisée pour mettre en évidence une espèce complémentaire.

### 2. SYSTEMATIQUE

En l'absence d'une base suffisamment solide sur l'autoécologie des espèces végétales, tous les spécialistes français s'accordent à souligner l'importance de recueillir avec le maximum de précision taxonomique, les données biologiques.

A ce niveau il faut tenir compte de l'évolution de la systématique de certains genres encore sujette à modification (**Chara** Renoncule aquatique, Potamogeton, Callitriche). De plus la détermination de certaines espèces reste **encore** problématique (exemple des algues filamenteuses).

Dans ces conditions, nous proposons une détermination jusqu'au niveau :

- des genres pour les algues,
- des espèces pour les bryophytes, les cryptogames et les phanérogames.

N.B. Nous proposons de distinguer à titre indicatif, 3 aspects de développement des Cladophores, en raison des informations sur la biomasse qu'elles induisent.

En cas de doute la détermination des phanérogames et des bryophytes doit être validée, celle des algues, sous microscope, semble impérative jusqu'au genre).

Cette détermination devra se faire **selon** la taxonomie des Flores suivantes :

**BOURRELLY (1966/1970) pour les algues,**  
**AUGIER (1966) et SMITH AJE (1980) pour les bryophytes,**  
**FLORA EUROPAEA (TUTIN & al 1964/1980) pour les cryptogames et les phanérogames.**

L'utilisation des flores régionales et des documents spécialisés : MONTEGUT & COLUMNA-ANPP (1987), DETHIUX (1989a,b), BARBE (1984), HASLAM & al. (1975)... est conseillée.

Une liste d'espèces régionales avec leur écologie est un outil fort utile s'il existe : à paraître sur le Bassin Rhin-Meuse (S.MULLER).

### **3. PARAMETRES A RETENIR**

Pour chaque taon, le pourcentage de recouvrement et son interprétation selon l'indice d'abondance-dominance de BRAUN BLANQUET (1964), au sein de l'aire d'étude, doivent être estimés.

Pour chaque faciès d'écoulement d l'intérieur de la section végétale, les taxons dont le coefficient d'abondance-dominance sur le faciès considéré est  $\geq 3$  (% de recouvrement  $\geq 25\%$ ) sont systématiquement identifiés et quantifiés en % de recouvrement. Des grilles peuvent guider l'évaluation de ce dernier (cf rapport)

### **4. DONNEES COMPLEMENTAIRES**

- En complément d cette base végétale, sont Intégrés des éléments d'évaluation des structures de peuplements qui servent en même temps de validation des relevés : (en pourcentage de recouvrement)

- fond nu et atterrissement non végétalisé - végétation totale.
- bryophytes - algues - végétaux supérieurs et cryptogames.
- végétation nageante - végétation flottante - végétation d'hélophytes "pied dans l'eau".
- atterrissements végétalisés .

- **LA VEGETATION DES BERGES**

Un relevé de la typologie végétale des berges et des principales espèces présentes. paraît pour le moment satisfaisant, eu égard aux connaissances actuelles et compte tenu de la lourdeur que représente un inventaire exhaustif de ce milieu.

- **CARTOGRAPHIE (facultatif)**

Une visualisation des peuplements végétaux des faciès d'écoulement, d'ombrage et des structures des berges est possible par cartographie, mais celle-ci doit rester en tout état de cause sommaire.

## E. CONCLUSION GENERALE

Devant l'urgence des problèmes posés par les proliférations de végétaux macrophytes et l'ampleur des connaissances **b** acquérir tant dans le domaine descriptif que dans celui des mécanismes impliqués dans ces phénomènes, les membres du "groupe MEV" ont été sans cesse guidés par la nécessité de travailler dans un cadre général hiérarchisé

Ce canevas leur paraît indispensable pour que les résultats susceptibles d'être récoltés, puissent être valablement exploitables **b** l'échelle du territoire national.

La formalisation des protocoles, telle qu'elle est présentée, doit être considérée comme l'élément nécessaire **b** l'obtention d'un niveau minimal de connaissances, fonction de l'échelle et du compartiment considéré, mais en **aucun** cas elle ne doit être comprise comme une "méthode" rigide.

A partir d'une telle base méthodologique admise le plus largement possible en France, une planification des études **b** court, moyen et long terme devient indispensable et urgente.

Les protocoles d'investigation **b** mettre en œuvre devraient avoir pour objectif essentiel, l'acquisition de nombreuses données sur un espace géographique le plus large possible, **b** l'échelon du territoire français, tout en **y** associant le concept fondamental de régions naturelles.

Parallèlement à la mise en place de typologie **b** caractère physiographique au départ, il convient de se donner les moyens de déterminer les peuplements de référence selon les types de bassins : Une base de biotypologie ainsi qu'un suivi des successions biologiques selon les niveaux de perturbation (qualité d'eau ou qualité d'habitat) pourront alors être mis en place.

Il apparaît enfin, à l'évidence, qu'au niveau national, et vraisemblablement au niveau européen, une mobilisation et une organisation des moyens disponibles sont indispensables.

L'urgence de la situation impose que les collaborations deviennent non seulement les plus larges possibles mais se structurent aussi bien dans le domaine de la recherche fondamentale, que dans le transfert de celle-ci vers l'application.

Une réflexion sur les axes de recherche permettant de prolonger ce travail ainsi que sur la mise en place d'une structure de type GIS - "groupement d'intérêt scientifique" - est engagée. Il apparaît en effet de plus en plus nécessaire d'établir des liaisons étroites entre les gestionnaires et les scientifiques pour mener à bien de telles investigations.

## Bibliographie

AUGIER J., 1966. **Fiore** des Bryophytes. Lechevalier, **Paris**, 1-702.

BARBE J., 1984. **Les** végétaux aquatiques. **Données** biologiques et écologiques. Clés de détermination des macrophytes de France. **Bull. Fr. Piscic.**, n° **spéc.**, 1-42.

**BOURRELLY P.**, 1966-1970. **Les** algues d'eau douce. Boubée, **Paris**, 3 tomes.

DETHIOUX M., 1989a. Aménagement écologique des cours d'eau. Espèces aquatiques des eaux courantes. Ministère de la Région Wallonne, **Namur**, 72 p.

DETHIOUX M., 1989b. Aménagement écologique des cours d'eau. Espèces herbacées du bord des eaux. **Ministère** de la Région Wallonne, **Namur** (Belgique), 143 p.

DUPIAS G.Q., REY P., 1985. Document pour un zonage des régions phyto-écologiques. CNRS/CERR, Toulouse, 1-39 + cartes.

HASLAM S.M., SINKER C., **WOLSELEY P.**, 1975. British water plants. *Field Stud.*, 4, 243-351.

LABORATOIRE **DE** **Ecologie**, Univ. **Metz** ( c d ) , **ECOLOR**, **GEREEA**, **LOISIRS** et **DETENTE**, 1990. Etude des végétaux fixés en relation avec la qualité du milieu Rapport de contrat Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 3 vol : 94 p + bibliogr ; 64 p annexes ; 17 p référentiel.

MALAVOI JR., 1988. Protocole de description des composantes morphodynamiques d'un cours d'eau à fond caillouteux. CEMAGREF, Lyon, 26 p.

MALAVOI JR., 1989. Typologie des faciès d'écoulement ou unités morphodynamiques des cours d'eau à fond caillouteux. *BuU Fr. P&he Piscic.*, 315, 189-210.

MONTEGUI J, **COLMA-ANPP.**, 1987, **Les** plantes aquatiques. 4 tomes. ACTA, Paris, 204 p.

MOUVET C., 1986. **Metaux** lourds et **mousses** aquatiques. Synthèse méthodologique. Rapp. contrat Lab. Ecologie (Univ. Metz)/Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 1-110.

MOUVET C., 1987. **Micropolluants organochlorés** dans le bassin Rhin-Meuse. Rapp. contrat Lab. Ecologie (Univ. Metz)/Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 1, 1-58.

**SMITH A.J.E.**, 1980. The moss flora of Britain and Ireland. Cambridge **UNv. Press**, Cambridge, 706 p.

TUTIN T.G., **HEYWOOD V.H.**, BURGESS N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M., WEBB D.A., 1964-1980. **Flora Europaea** Cambridge University **Press**, Cambridge, 5 vol.

**ZUMSTEIN JF.**, GILLE E., DECLoux J.P., PARIS P., PICARD A., 1989. **Atlas** de la lithologie, **perméabilité** et sensibilité à la pollution des **formations** affleurantes du bassin Rhin-Meuse. Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Moulins-lès-Metz, 20 p.