

# 6- Les anciens bras fluviaux



## Une méthode de diagnostic fonctionnel

Un bras de la Saône, à la végétation typique des milieux eutrophes et peu perturbés (photo J.L. Michelot)

### Problématique

Les bras abandonnés par les grands cours d'eau constituent des éléments essentiels des hydrosystèmes fluviaux, pour la biodiversité en général, et en tant que refuges, sites de nourrissage et de reproduction pour la faune du chenal principal.

Ces milieux connaissent souvent une évolution négative, par eutrophisation et atterrissement, pouvant conduire à leur disparition complète.

La connaissance de leur fonctionnement constitue un élément important en matière de conservation et de restauration de ces zones humides.

### Présentation de la recherche

Les travaux du PNRZH ont valorisé des recherches menées précédemment sur le Rhône et la Saône, puis les ont approfondies et étendues sur l'Ain et le Doubs.

Les travaux ont mis en évidence les facteurs influençant la végétation aquatique (cf cahier eau du PNRZH) ; ils ont également porté sur la dynamique hydraulique et sédimentaire des bras (cf cahier eau du PNRZH).

Ces différentes études ont permis d'aboutir à la mise en place d'une méthode de diagnostic fonctionnel des bras.

### Les végétaux aquatiques, des indicateurs performants

Les macro-invertébrés aquatiques constituent la base des méthodes classiques de diagnostic des milieux aquatiques

(IBGN...). Concernant les bras fluviaux, ils ont été écartés pour trois raisons principales :

- 1 leurs déplacements importants réduisent la réponse des peuplements aux perturbations brèves ;
- 1 la teneur en nutriments des eaux n'a que peu d'effets sur leurs populations ;
- 1 leur étude est lourde et coûteuse.

Les plantes aquatiques (hydrophytes et héliophytes) ont été choisies comme indicatrices, parce qu'elles présentent plusieurs atouts :

- 1 la plupart des espèces, du fait de leur ancrage (enracinement), sont fortement organisées par les perturbations affectant les habitats (crues, assèchement, ...) ;
- 1 ces plantes sont fortement influencées par la qualité des eaux : disponibilité en nutriments (principalement phosphorés), oxygénation (liée en partie au renouvellement des eaux), teneur en ammonium...
- 1 en tant que producteurs primaires et par leur structuration spatiale du milieu, elles organisent fortement les communautés animales.

Les chercheurs ont mis en place une base de données sur la réponse des espèces végétales aux caractères du milieu, basée sur la bibliographie (trophie) et leurs observations (perturbations) ; elle est progressivement consolidée.

Le tableau en fin de fiche présente les informations déjà publiées (Amoros et al. 2000).

La méthode de diagnostic des bras fluviaux consiste en un recueil de données sur le terrain, suivi d'une interprétation.

L'indicateur végétal constitue le cœur de cette démarche, mais la prise en compte d'autres données permet d'améliorer la fiabilité des résultats.

## Le recueil de données

La première phase de la méthode consiste en une cartographie floristique de l'habitat ; des transects (2 mètres de large) sont positionnés perpendiculairement au bras, tous les 20-25 mètres (en fonction de la longueur et de l'hétérogénéité du bras).

Le long des transects, la composition des communautés végétales est analysée selon la méthode phytosociologique classique (identification et évaluation de l'abondance dominance des espèces).

D'autres données simples sont collectées sur le terrain : largeur du bras, profondeur, granulométrie du substrat, occupation de l'espace par les végétaux... Sur carte est évalué le taux de sinuosité du bras, sa position par rapport au fleuve...

Il est souhaitable, dans la mesure du possible, et afin d'affiner le diagnostic fourni par la végétation, de collecter des données physico-chimiques :

- 1 physico-chimie des eaux (température, oxygène dissous, pH, conductivité, nitrates, phosphates, ammoniacque) ;
- 1 si possible physico-chimie des sédiments (en particulier carbone organique et azote Kjeldhal).

## Les grands facteurs fonctionnels

Une analyse factorielle des correspondances des relevés de végétation permet d'évaluer l'hétérogénéité spatiale du bras et d'identifier des zones floristiques homogènes sur lesquelles seront établis des diagnostics distincts.

Sur chaque tronçon, les peuplements végétaux sont interprétés à partir de la base de données. L'interprétation doit être fondée sur l'ensemble des espèces dominantes ; elle ne peut valoriser la présence d'une espèce isolée, ni l'absence de telle ou telle plante. Cette analyse est complétée par les informations collectées en matière géomorphologique ou physico-chimique.

Cette démarche permet d'obtenir une bonne évaluation des principaux facteurs qui conditionnent l'écologie et le fonctionnement du bras.

### TROPHIE

La composition végétale des bras permet de donner des indications intéressantes sur la disponibilité en matières nutritives. Les substances discriminantes sont surtout les phosphates ( $PO_4^{3-}$ ) et l'ammoniacque ( $NH_4^+$ ).

Leur présence en excès est généralement d'origine anthropique ; elle s'explique par des apports souterrains ou superficiels.

De façon classique, trois catégories sont distinguées :

- 1 milieux oligotrophes : charge minérale et organique de l'eau faible. Les eaux sont souvent limpides, les apports souterrains souvent importants et pauvres en nutriments ;
- 1 milieux mésotrophes : charge minérale et organique modérée. Les eaux sont généralement limpides, les apports souterrains sont souvent importants et modérément chargés en nutriments. La végétation aquatique est souvent diversifiée ;
- 1 milieux eutrophes : charge minérale et organique élevée. Les espèces polluo-tolérantes dominent.



photo J.L. Michélot

Le Potamogeton coloré, indicateur d'une eau oligotrophe



photo G. Bonnetre

Groupement d'espèces typique de tourbière alcaline froide à *Mentha*, *Juncus articulatus*, *Hydrocotyle vulgaris*. Ce type de groupement est présent sur les marges oligotrophes de plaines alluviales sur substratum calcaire.

Certaines espèces sont indicatrices d'apports d'eau souterraine. Les caractéristiques physico-chimiques (température, conductivité, oxygénation) permettent également de les déceler, en l'absence d'espèces descriptrices ; elles peuvent également permettre d'identifier l'existence de filtrats fluviaux et d'apports d'eau superficielle de la rivière refluant depuis l'aval.



photo J.L. Michélet

Une lône du Rhône couverte de lentilles d'eau, indicatrices d'eutrophisation et d'absence de perturbation

L'alimentation importante de certains bras par des eaux souterraines limite, grâce aux températures estivales fraîches, la production végétale ; les peuplements végétaux peuvent alors traduire des conditions plus oligotrophes que la teneur en nutriments mesurée le laisserait supposer. Il est par conséquent important d'identifier ces alimentations phréatiques, à même de diminuer la vitesse de comblement des zones humides, et de maintenir des peuplements à forte valeur patrimoniale.

## PERTURBATIONS

On qualifie de perturbation les événements brefs et imprévisibles qui détruisent au moins une partie de la biomasse et désorganisent les communautés vivantes d'un milieu naturel. Les crues constituent des perturbations très importantes pour la végétation des bras fluviaux : décapage ou apport de sédiments, arrachement des plantes...

L'importance des perturbations peut être évaluée à partir de la composition floristique, et de l'organisation de la végétation (présence ou non de végétation en milieu de chenal...). L'existence d'un processus d'alluvionnement peut être détectée à partir de la présence de certaines espèces.

La granulométrie des sédiments constitue également un élément de diagnostic complémentaire important.

Il convient d'être toujours prudent sur l'indication fournie par la végétation. Ainsi, l'existence de peuplements de Baldingère (*Phalaris arundinacea*) indique généralement l'existence de fortes perturbations correspondant à des crues décapant le sol. En fait, cette espèce peut également apprécier des secteurs non perturbés, mais où des apports d'eau souterraine importants jouent un rôle d'évacuation de la matière organique, rôle que les crues assurent habituellement (cas des cours d'eau phréatiques).

Après une altération du fonctionnement de la zone humide, les peuplements végétaux persistent avec des durées variables, d'autant plus faible que la dynamique fluviale était intense. Certains bras aujourd'hui coupés de la rivière conservent une végétation représentative de conditions perturbées parce que leur isolement peut empêcher la colonisation par des espèces plus compétitives.

La physico-chimie des sédiments permet d'identifier les bras très riches en matière organique, qui correspondent aux situations peu perturbées, et permet de trancher dans ce genre de situations.



photo J.L. Michélet

L'Iris faux-ajonc, une espèce bénéficiant d'un faible niveau de perturbations

## PERMANENCE DU MILIEU AQUATIQUE

Les espèces végétales permettent également de distinguer les plans d'eau permanents de ceux qui sont temporairement exondés. Les plans d'eau permanents sont dominés par des hydrophytes stricts qui ne tolèrent pas l'assèchement (par exemple *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, la plupart des *potamots*, *Eleocharis canadensis*). Les plans d'eau temporaires sont dominés par des héliophytes associés à des hydrophytes tolérant des périodes d'assèchement.

## Des implications opérationnelles

Le diagnostic peut constituer un outil d'aide à la décision en matière de restauration des bras. Deux grandes questions méritent d'être analysées.

### DUREE DE VIE DE L'ECOSYSTEME AQUATIQUE

Il est possible d'estimer la durée de vie potentielle d'un bras à partir de l'importance de certains facteurs favorables au maintien du milieu :

- 1 le degré de trophie conditionne la production de matière organique et par conséquent la vitesse de comblement des bras ;

- les alimentations souterraines peuvent permettre le maintien du milieu par apport d'eau et évacuation de matière organique ;
  - les perturbations hydrauliques peuvent maintenir l'habitat à un stade successional jeune, par évacuation des sédiments et de matière organique et arrachage des végétaux ;
  - l'alluvionnement entraîne le comblement du bras, de façon directe et en favorisant la prolifération végétale.
- Cette analyse reste du ressort de l'expertise, de nombreux facteurs devant être pris en compte.

## POSSIBILITES DE RESTAURATION

La restauration fonctionnelle d'un bras est définie comme le retour du milieu à un stade successional antérieur, en général en eau permanente. Cette restauration peut être entreprise lorsque le rapport coût / efficacité est favorable (intérêt écologique dans le secteur fonctionnel considéré, travaux limités, bonne durabilité du milieu recréé). Ce résultat peut être obtenu par la restauration d'une alimentation souterraine et / ou par la restauration d'un régime de perturbations par les crues.

Le diagnostic fonctionnel élaboré sur le milieu permet d'apprécier les potentialités de restauration du bras (voir tableau ci-dessous).

### PREDICTION DE LA DUREE DE VIE DE LA REVERSIBILITE DE L'ATTERISSEMENT DES ECOSYSTEME AQUATIQUES

		ESPERANCE DE VIE POTENTIELLE					
		Ecosystèmes oligotrophes		Ecosystèmes mésotrophes		Ecosystèmes eutrophes	
Perturbations hydrauliques	Durée d'inondation	Apport d'eau souterraine		Apport d'eau souterraine		Apport d'eau souterraine	
		+	0	+	0	+	0
Nulles	Eau permanente	3	2	3	2	2	1
	Exondations périodiques	2	1	2	1	1	1
Faibles	Eau permanente	3	2	3	2	2	1
	Exondations périodiques	2	1	2	1	1	1
Intermédiaires	Eau permanente	3	3	3	3	3	2
	Exondations périodiques	3	2	3	2	2	2
Hautes	Eau permanente	3	3	3	3	3	3
	Exondations périodiques	3	3	3	3	3	3

### POTENTIEL DE RESTAURATION (REVERSIBILITE DE LA SITUATION DU BRAS)

Nulles	Eau permanente	n.c.	2	n.c.	2	1-2	1
	Exondations périodiques	2-3	2	2-3	2	1-2	1
Faibles	Eau permanente	n.c.	2	n.c.	2	1-2	1
	Exondations périodiques	2-3	2	2-3	2	1-2	1
Intermédiaires	Eau permanente	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	1
	Exondations périodiques	3	2	3	2	2	1
Hautes	Eau permanente	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
	Exondations périodiques	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.

Durée de vie :

- 1 : faible durée de vie (de l'ordre de 10 à 30 ans)
- 2 : intermédiaire (de l'ordre de 30 à 60 ans)
- 3 : forte (de 60 à plus de 100 ans)

Potentiel de restauration

(effets et pérennité d'une restauration) :

- 1 : faible
- 2 : moyen
- 3 : fort
- n.c. : non concerné

### TABLEAU CI-CONTRE : RELATIONS ENTRE LES PLANTES ET LEUR HABITAT

- Populations abondantes \*\*
- Fréquence variable avec des populations jamais abondantes \*
- Populations clairsemées (.)

HELOPHYTES	HABITAT OLIGOTROPHE	HABITAT MESOTROPHE	HABITAT EUTROPHE	ALIMENTATION PHREATIQUE
<i>Agrostis stolonifera</i>	*	*	*	
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	*	*	**	
<i>Caltha palustris</i>	*	*	*	
<i>Carex elata</i>	*	*	*	?
<i>Eleocharis palustris</i>	*	*	(.)	
<i>Galium palustre</i>	*	*		
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	*	*	*	*
<i>Iris pseudacorus</i>	*	*	*	
<i>Lysimachia vulgaris</i>	*	*	*	
<i>Lythrum salicaria</i>	*	*	*	
<i>Myosotis scorpioides</i>	*	*	*	?
<i>Phalaris arundinacea</i>	*	*	*	
<i>Phragmites australis</i>	*	*	*	
<i>Samolus valerandi</i>	*	*	*	*
<i>Scirpus lacustris</i>	*	*	*	
<i>Scrophularia auriculata</i>	*	*	*	
<i>Cladium mariscus</i>	**	*	*	*
<i>Acorus calamus</i>		*	*	
<i>Bidens tripartita</i>			*	
<i>Butomus umbellatus</i>			*	
<i>Carex acutiformis</i>		*	*	
<i>Carex pseudo-cyperus</i>		*	**	
<i>Catabrosa aquatica</i>		*	*	
<i>Glyceria maxima</i>			*	
<i>Leersia oryzoides</i>			*	
<i>Lycopus europaeus</i>		*		
<i>Lysimachia nummularia</i>		*		
<i>Mentha suaveolens</i>		*	*	*
<i>Nasturtium officinale</i>		*	*	
<i>Polygonum hydropiper</i>		*	*	
<i>Ranunculus lingua</i>				
<i>Rorippa amphibia</i>		*	**	
<i>Rumex hydrolapathum</i>			*	
<i>Scutellaria galericulata</i>				
<i>Solanum dulcamara</i>				
<i>Solidago gigantea</i>				
<i>Sparganium erectum</i>			*	
<i>Stachys palustris</i>				
<i>Typha latifolia</i>		*	*	
<i>Typha angustifolia</i>		*	*	?
<i>Urtica dioica</i>			*	
<i>Veronica a.-aquatica</i>		*		
<i>Veronica beccabunga</i>		*	*	

HYDROPHYTES	HABITAT OLIGOTROPHE	HABITAT MESOTROPHE	HABITAT EUTROPHE	ALIMENTATION PHREATIQUE
<i>Azolla filiculoides</i>			*	*
<i>Berula erecta</i>	*	*	(.)	*
<i>Callitriche platycarpa</i>	(.)	*	*	*
<i>Ceratophyllum demersum</i>			*	
<i>Chara globularis</i>			*	*
<i>C. hispida</i>	*			*
<i>C. major</i>	*	**		*
<i>C. vulgaris</i>	*	**		*
<i>Eleocharis acicularis</i>	*	**	(.)	*
<i>Elodea canadensis</i>	(.)	*	*	*
<i>Fontinalis antipyretica</i>	(.)	*	*	*
<i>Groenlandia densa</i>		**		*
<i>Hippuris vulgaris</i>	*	**	*	*
<i>Hottonia palustris</i>		*	*	*
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>			*	?
<i>Juncus articulatus</i>	*	*		*
<i>Juncus subnodulosus</i>	*			*
<i>Lemna gibba</i>			*	
<i>L. minor</i>		*	**	
<i>L. trisulca</i>		*	*	*
<i>Ludwigia palustris</i>				
<i>Luronium natans</i>	*	*		?
<i>Mentha aquatica</i>	*	*	*	*
<i>Menyanthes trifoliata</i>	*	*		
<i>Myriophyllum spicatum</i>	(.)	*	**	
<i>M. verticillatum</i>		*	*	*
<i>Najas marina</i>		(.)	*	
<i>Najas minor</i>				
<i>Nuphar lutea</i>	*	*	*	
<i>Nymphaea alba</i>	*	*	*	
<i>Nymphoides peltata</i>			*	?
<i>Oenanthe fluviatilis</i>		*	*	
<i>Polygonum amphibium</i>			*	
<i>Potamogeton coloratus</i>	*			*
<i>P. compressus</i>			*	*
<i>P. crispus</i>			*	
<i>P. lucens</i>			*	*
<i>P. natans</i>	*	*	(.)	*
<i>P. nodosus</i>			*	
<i>P. pectinatus</i>	(.)	*	**	
<i>P. perfoliatus</i>			*	*
<i>P. pusillus</i>		*	*	
<i>Ranunculus circinatus</i>		*	*	*
<i>R. fluitans</i>		*	*	
<i>R. trichophyllus</i>		*	*	*
<i>Riccia fluitans</i>			*	?
<i>Sagittaria sagittifolia</i>		*	*	
<i>Sparganium emersum</i>	*	**	**	
<i>Spirodela polyrhiza</i>			*	
<i>Stratiotes aloides</i>			*	
<i>Thelipteris palustris</i>	*			*
<i>Trapa natans</i>			*	
<i>U. minor</i>	*			
<i>U. vulgaris</i>	*			
<i>Vallisneria spiralis</i>			*	
<i>Wolffia arrhiza</i>			*	
<i>Zannichellia palustris</i>		*	*	*

L'ensemble du diagnostic peut être présenté de façon simple sous forme cartographique (cf. carte ci-dessous).

Une perspective particulièrement prometteuse concerne le remplacement des espèces par les traits biologiques (cf encart)



## LES TRAITS BIOLOGIQUES

L'étude des traits biologiques consiste à s'intéresser aux caractéristiques biologiques des peuplements, indépendamment des espèces qui les composent. La méthode consiste à mesurer un certain nombre de paramètres morphologiques, comme la taille, la surface photosynthétique, les allocations de biomasse aux différentes parties de la plante, ou liés à la durée de vie, à la reproduction et à la colonisation de l'espace. Ces données permettent de relier les contraintes environnementales (disponibilités en ressources, perturbations) aux traits des espèces, en se basant sur un certain nombre d'hypothèses, comme, par exemple, le fait que les perturbations défavorisent l'accumulation de biomasse, donc les plantes de grande taille, favorisent la multiplication végétative et l'utilisation de refuges (ancrage profond). Si la plupart des espèces d'un peuplement possèdent ces traits, on pourra conclure que le site abritant ce peuplement est caractérisé par un régime de perturbation intense. Le travail consiste donc à établir ces corrélations, et à identifier les traits les plus informatifs afin de pouvoir les mettre en œuvre dans n'importe quel site, quel que soit sa localisation géographique.



Clone d'*Hippuris* au laboratoire pour mesure des traits biologiques

photo G. Bornette

## Limites et perspectives

La méthode mise en place s'avère intéressante par sa rapidité de mise en œuvre et par sa pertinence. Elle a été élaborée pour des milieux présentant une très grande variété de situations (Rhône, Ain), mais elle permet de détecter une hétérogénéité fonctionnelle au sein des bras de cours d'eau beaucoup plus uniformes, tels que la Saône. Elle pourrait être appliquée sans difficulté à d'autres systèmes fluviaux.

Cette méthode constitue un outil d'aide à la décision en matière de restauration des bras ; elle est utilisée en ce sens le long de la rivière d'Ain.

Cette méthode pose toutefois différentes questions :

- 1 si les relevés eux-même peuvent être réalisés par toute personne à même de déterminer les espèces concernées, leur interprétation est plus complexe. L'automatisation du diagnostic constitue un objectif très séduisant, actuellement en cours de réalisation dans le cadre du programme décennal de restauration du Rhône.
- 1 la base de données sur les espèces doit encore s'enrichir et se consolider, en particulier pour les héliophytes ;
- 1 certains facteurs limitent la présence de la végétation, et donc interdisent un diagnostic fiable : hautes altitudes, ombrage fort... ;
- 1 si la trophie, les perturbations et la nature du substrat expliquent pour une large part la répartition de la végétation, d'autres facteurs interviennent, parfois de façon majeure. Ainsi, l'explosion des populations de certaines plantes invasives telles *Elodea nuttallii* ou *Ludwigia sp.* bouleversent dans certains bras l'organisation du milieu. Par ailleurs, le diagnostic ne porte pas sur l'état successional du bras, ni sur les connections entre milieux.

## CONTACTS

### RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Claude Amoros,  
UMR CNRS 5023,  
université Lyon I.

43 Boulevard du 11 novembre 1918, 69622  
Villeurbanne cedex.

Mel : amoros@univ-lyon1.fr

### VEGETATION AQUATIQUE

Gudrun Bornette,  
UMR CNRS 5023.

Mel : bornette@avosnes.univ-lyon1.fr