

## Etude relative à la recherche d'indicateurs physico-chimiques et biologiques du fonctionnement des zones humides et conception d'outils multicritères d'évaluation de leur bonfonctionnement et de leur vulnérabilité

Maître d'ouvrage : CNRS, 2 avenue Albert Einstein BP 1335 69 609 Villeurbanne cedex

Personne responsable : Gudrun Bornette – UMR CNRS 5023 Ecologie des Hydrosystèmes Fluviaux, Bâtiments Forel et Darwin C, 43 Boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex  
E-Mail : gbornett@univ-lyon1.fr ; Téléphone : 04 72 43 12 94 ; Fax : 04 72 43 11 41

### Finalités opérationnelles de l'étude :

Ce travail aboutira :

- 1) à une grille d'indicateurs floristiques pertinents (espèces ou groupements) pour mesurer la conservation du bon état écologique dans les zones humides
- 2) à une grille de grille de types fonctionnels assortie, donnant pour chaque situation floristique le fonctionnement en termes de qualité et de vitesse de minéralisation de la matière organique, d'eutrophisation avérée ou potentielle, de vitesse potentielle de comblement,
- 3) à une identification précise des risques d'altération du fonctionnement de chaque situation écologique type
- 4) à l'identification de situations écologiques dans lesquelles l'outil végétal sera insuffisant pour évaluer le bon fonctionnement, et à la proposition
- 5) à des propositions de priorisation des actions en termes de gestion et de restauration de ces zones humides, qui prendront en considération les risques écologiques cryptiques liés à chaque situation fonctionnelle (en termes de qualité et quantité de la ressource en eau et de biodiversité).

### Contexte et objet de l'étude :

#### Contexte :

La caractérisation du bon état écologique passe fréquemment, en ce qui concerne les zones humides, par la recherche de la présence de groupes phytotaxonomiques emblématiques, dont la présence ou le maintien dans l'écosystème est interprété comme un signe de conservation de ce bon état écologique. Pourtant, plusieurs travaux récents ont montré que la signification de cet outil pouvait fréquemment être altérée, et qu'il était nécessaire d'avoir recours dans certaines situations à des indicateurs d'altération complémentaires. Par exemple, les travaux de Schaminée ont montré que la très bonne conservation apparente de certains groupements phytotaxonomiques dans les zones humides des Pays Bas masquait en fait une érosion progressive et très significative de la biodiversité sur une période de 20 ans (Schaminée et al., 2002). De même, les travaux de Smolders et ses collaborateurs (Smolders et al., 2006), toujours aux Pays Bas, ont montré que le processus d'eutrophisation des zones humides pouvait être masqué dans certaines situations physico-chimiques. Dans ces situations, les communautés végétales ne traduisaient pas ce phénomène d'eutrophisation. Celui-ci s'exprimait brutalement dans certaines conditions de gestion ou de restauration de manière apparemment inattendues pour le gestionnaire ignorant de ce contexte physico-chimique (Lucassen et al., 2005).

Cette méconnaissance de la valeur indicatrice de certains changements floristiques peut conduire à des erreurs essentielles dans le diagnostic du bon fonctionnement d'un écosystème. Par exemple, l'apparition de certaines espèces bénéficiant d'un statut de protection (*Najas marina*, *Hottonia palustris*) dans une île du Rhône peut être interprétée de manière positive au 1<sup>er</sup> degré : augmentation de la richesse spécifique et apparition d'espèces patrimoniales, plus nuancée au 2<sup>nd</sup> degré : conséquence temporaire et réversible des assecs drastiques de 2003, mais peut aussi traduire un processus d'altération plus profond de l'écosystème (colmatage, anoxie et minéralisation de la matière organique, conduisant à l'eutrophisation du système et à la production de méthane et d'ammonium), qui conduira à moyen terme à la disparition complète des peuplements qui ont conduit à définir le statut de protection (ici, les Cladiaies à *Ranunculus lingua*, Bornette and Vallier, 2008), et qui nécessiterait par conséquent des propositions de restauration.

Dans le bassin du Rhône, ces bombes à retardement écologiques existent très probablement, comme en témoignent ces résultats préliminaires (Bornette and Puijalon, sous presse ; Bornette and Puijalon, soumis, Bornette 2008). Il est cependant difficile, voire impossible, en l'état actuel des connaissances :

- d'interpréter les changements floristiques observés dans les zones humides : sont-ils de simples fluctuations, ne remettant pas en cause le diagnostic de fonctionnement, ou sont-ils le symptôme de changements plus profonds, dont il faudra gérer à court terme les conséquences écologiques ? (e.g. suivis sur 20 ans des îles du secteur de Jons, Bornette and Vallier, 2008).
- D'identifier les indicateurs végétaux pertinents, et/ou de produire des indicateurs complémentaires à la végétation, qui conduiraient à une interprétation correcte de ces changements.

Cette difficulté est exacerbée par les fluctuations drastiques des conditions climatiques observées depuis une décennie dans les zones humides. Ces fluctuations sont amenées à être plus importantes encore dans les prochaines décennies, si l'on considère les changements (d'origine climatique et anthropique) à court terme qui vont directement affecter les zones humides, et par conséquent la qualité et la quantité de la ressource en eau. Les paramètres clef qui risquent d'altérer très fortement le fonctionnement des zones humides sont des paramètres physiques (température, hydrologie, colmatage) et chimiques (Phosphates, sulfates, oxygène, calcium, etc) qui sont directement ou indirectement impliqués dans le stockage et le déstockage de la matière organique, et dans les processus d'eutrophisation de dégradation des écosystèmes.

#### *Objectif général:*

Il n'est pas concevable de lancer une étude exhaustive de l'impact de ces différents facteurs sur le fonctionnement des zones humides.

**Cependant, il est indispensable de trouver des indicateurs physico-chimiques simples, rapidement quantifiables, qui fourniraient des clefs d'interprétation des changements observés dans les peuplements végétaux, et par conséquent, qui permettraient :**

- 1) **d'établir un diagnostic précis de ces changements** : simples fluctuations ou altérations plus profondes
- 2) **de borner les valeurs indicatrices de l'outil végétation** : à un groupement phytosociologique correspond-il un seul fonctionnement, ou ce groupement, apparemment inchangé, ou peut-il traduire également des situations altérées ou en voie d'altération ?
- 3) **d'identifier des indicateurs végétaux fiables de ces altérations** : existe-t-il des espèces dont l'apparition, ou la disparition, traduit la modification de facteurs clef du fonctionnement des écosystèmes ?

Outre le fait que **l'identification de ces indicateurs est indispensable pour interpréter à court-terme les changements floristiques observés dans les zones humides** (et, par effet cascade, les changements biologiques qui résulteront dans l'ensemble de la chaîne trophique), **ils permettront de définir les priorités de gestion et de restauration, et les risques écologiques associés à certains choix méthodologiques** (e.g. en termes de modification hydrogéologique, hydrologique et par conséquent ou en termes d'eutrophisation, et leurs conséquences pour les peuplements, et plus particulièrement les invasions biologiques ou la disparition d'espèces patrimoniales).

#### *Méthodologie :*

La proposition est donc

- 1) dans une première phase, de mesurer la variabilité fonctionnelle observable pour des situations écologiques types dans les zones humides du bassin RM&C. Pour cela,
  - a. on sélectionnera dans 5 situations types (basées sur les groupements phytosociologiques), dont les contenus phytosociologiques sont bien connus, et à raison de 3 répliquats par situation
  - b. on effectuera une analyse de la variabilité fonctionnelle au sein d'une situation type donnée en ce qui concerne les paramètres susceptibles de conduire à la dégradation du site (production, stockage et minéralisation de la matière organique, paramètres affectant la biodisponibilité du phosphore et des formes d'azote).
  - c. On reliera de manière corrélative la relation entre les contenus floristiques de ces répliquats et les paramètres fonctionnels, en recherchant des paramètres intégrateurs peu coûteux et efficaces pour décrire ces fonctionnements.
  - d. On mesurera les paramètres intégrateurs retenus dans une gamme d'écosystèmes étendue, et on cherchera les corrélations entre les valeurs de ces paramètres et les contenus floristiques de ces écosystèmes, afin d'identifier, si possible, espèces végétales indicatrices pour différentes gammes de valeurs.
- 2) Dans une seconde phase, l'objectif sera de suivre au cours du temps les paramètres retenus pour leur valeur indicatrice dans des sites dont les changements floristiques seront pressentis et précisément mesurés (e.g. opérations de restauration), afin de :
  - a. déterminer les délais et les seuils de réponse de la végétation aux variations fonctionnelles des zones humides induites par les variations environnementales à court terme,
- 3) La combinaison de ces deux étapes permettra :
  - a. de fournir une grille de types fonctionnels combinant des gammes de valeurs de paramètres fonctionnels à des espèces ou des groupements indicateurs, et à des niveaux d'altération et/ou de vulnérabilité.
  - b. de préciser les situations écologiques dans lesquelles les suivis floristiques seront insuffisants pour garantir que le bon état écologique est préservé,
  - c. de fournir les paramètres fonctionnels complémentaires qu'il sera nécessaire de réaliser dans ces situations.
  - d. de proposer des outils de gestion et de restauration dans chacune des situations identifiées.

#### *Description sommaire de l'étude ou de l'action de valorisation :*

3 aspects du fonctionnement des zones humides seront pris en considération pour évaluer leur bon état écologique. La liste des paramètres correspond à la première étape de l'étude. Dans la deuxième étape, seuls les paramètres intégrateurs seront retenus.

- 1) **Végétation (volet pris en charge par les réserves et conservatoires)**
-

- a. quelles sont les caractéristiques floristiques de la zone humide ? celles ci ont elle évolué récemment ? à quel type fonctionnel se rattache t elle à priori ?
- b. les paramètres pris en considération : relevés floristiques calibrés (abondance relative) dans les zones humides, si possible mesure de production
- c. la fréquence : annuelle, voire bisannuelle en cas de succession saisonnière marquée
- 2) **Cycle du carbone :**
- a. La zone humide est elle une source ou un puits de carbone ? Ce fonctionnement est il en adéquation avec le fonctionnement attendu pour ce type d'écosystème ? Est elle en train de changer de fonctionnement ?
- b. les paramètres pris en considération : dynamique saisonnière du DOC, et du DIC, C organique et C total du sédiment, respiration, vitesse de dégradation de la matière organique autogène, concentration en lignine des végétaux
- c. la fréquence : bimensuelle pour les paramètres de l'eau, annuel pour les paramètres du sédiment, respiration : probablement bimensuelle.
- 3) **Cycle de l'azote :**
- a. Quelle est la dynamique d'incorporation de l'azote ? la zone humide est elle une source ou un puits d'azote ? quelle est sa capacité d'épuration ?
- b. les paramètres pris en considération : dynamique saisonnière de la teneur en N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, redox, dénitrification dans l'eau et dans le sédiment, concentration en azote total, fer, et azote organique dans le sédiment
- c. la fréquence : bimensuelle pour les paramètres de l'eau et la dénitrification, annuel pour les paramètres du sédiment, respiration : probablement bimensuelle.
- 4) **Cycle du Phosphore :**
- a. Quelle concentration de phosphore a t on dans les sédiments et dans l'eau ? quelle est sa biodisponibilité ? Est elle susceptible d'évoluer ?
- b. les paramètres pris en considération : teneur en phosphore dans l'eau et les sédiments, concentration en phosphore dans les végétaux (biodisponibilité), production végétale, si possible sulfates, O<sub>2</sub>, redox dans l'eau de surface et l'eau interstitielle
- c. la fréquence : bimensuelle pour les paramètres de l'eau de surface et interstitielle, annuelle pour les autres paramètres.

**Phasage :**

En **vert** sont indiquées les différentes opérations de terrain envisagées. Les campagnes de végétation ne sont pas portées sur le document, mais doivent être synchrones des analyses (ie : données végétation à collecter sur les 15 écosystèmes pilotes les années 1 et 2, et données végétation à collecter sur la large gamme d'écosystèmes l'année 2).

En **rouge** sont indiquées les phases d'analyse et d'interprétation des résultats

En **bleu** les réunions et rapports d'étape.

Année 1				Année 2				Année 3			
P	E	A	H	P	E	A	H	P	E	A	H
Prélèvements de sédiments et analyses											
Analyses physico-chimiques (surface+interstitiel) sur les 15 écosystèmes pilotes (tous les 2 mois)				Analyses physico-chimiques (surface+interstitiel) sur les 15 écosystèmes pilotes (tous les 2 mois)							
	Mesure de production végétale + concentration en lignine et phosphore				Mesure de production végétale + concentration en lignine et phosphore				Mesure de production végétale + concentration en lignine et phosphore		
		Vitesse de dégradation de la MO et				Vitesse de dégradation de la MO					
				Analyse des paramètres intégrateurs retenus sur une gamme d'écosystèmes							
		Analyse des données sédimentaires			Analyse des données de chimie et de dégradation de la MO				Synthèse : identification des types fonctionnels et des indicateurs		
Lancement de l'étude, réunion de			Réunion de bilan année 1				Réunion de bilan année 2+			Réunion de bilan année 3	

cadrage méthodologique avec les acteurs			+ réunion cadrage année 2			réunion cadrage année 3		
---	--	--	---------------------------------	--	--	-------------------------------	--	--

## Gouvernance

### Comité de pilotage

Mise en place d'un comité de pilotage multiacteurs (systématiquement destinataire des rendus d'études, réunis au moins une fois par an ( voir tableau phasage)

### Ressources mobilisables :

- **Humains** : G. Bornette, P. Marmonier, B. Montuelle, J.M. Dorioz, F. Vallier (Tech)
  - **Matériel** : matériel de prélèvements et d'analyses biologiques, bases de données, maintenance SIG, maintenance GPS
  - **Données** : photographies aériennes, données de débits, données floristiques fournies par les réserves et les conservatoires
-