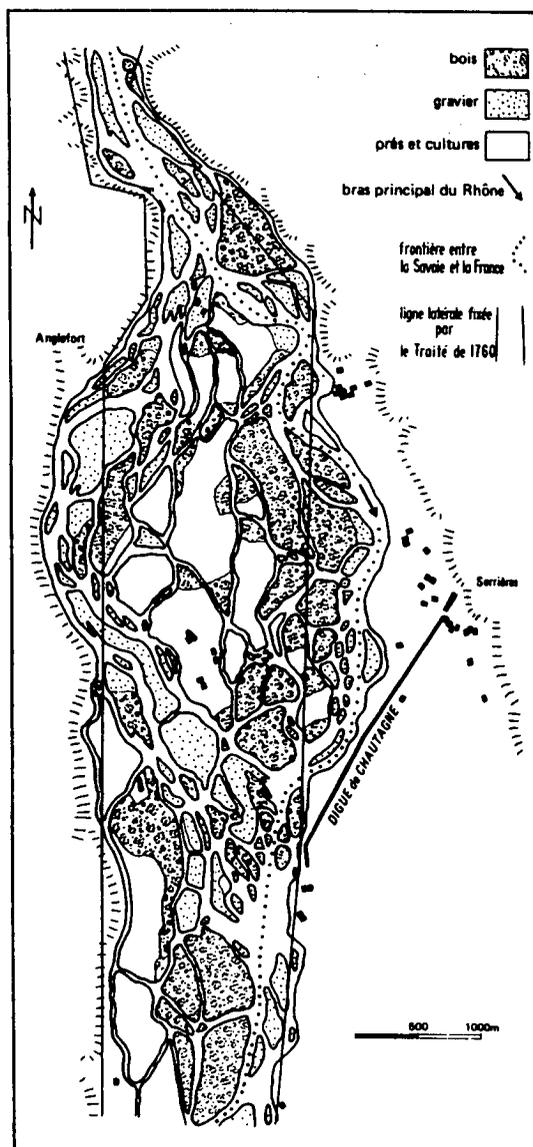


Actes du séminaire

GESTION ET RESTAURATION DES MILIEUX FLUVIAUX

Mulhouse - 12 juin 1992



Le Rhône en Champagne, vers 1760

Conférence Permanente des Réserves Naturelles
B.P. 100, 21803 Quétigny cedex





Conférence Permanente des Réserves Naturelles
B.P. 100, 21803 Quétigny cedex

Actes du séminaire

**GESTION ET RESTAURATION
DES MILIEUX FLUVIAUX**

Mulhouse - 12 juin 1992

Coordination :
Réseau des réserves naturelles fluviales

Organisation du séminaire :
Philippe KNIBIELY
Réserve naturelle de la Petite Camargue Alsacienne

Edition des actes :
Bernard PONT
Laurence MILANES
Réserve naturelle de l'Île de la Platière

Relecture et corrections:
B. BAL, M. CHANTEREAU, F. GRAJDURA, C. POMIER, J.P. KLEIN, J. ROLAND

Avec la participation du Contrat de Plan Etat (Ministère de l'Environnement) / Région Alsace et de la fondation EDF

SOMMAIRE

B. SCAAR : <i>Allocution d'ouverture</i>	p 1
<i>Allocution du Docteur FERNEX</i>	p 2
B. PONT, J.M. FATON, J.P. KLEIN, A. PONSERO, P. KNIBIELY : <i>Le réseau des Réserves Naturelles fluviales</i>	p 3
R. CARBIENER : <i>Ouverture et problématique</i>	p 15
J.P. BRAVARD : <i>Rôle de la dynamique fluviale dans la diversité et la structuration des systèmes fluviaux</i>	p 17
G. PAUTOU : <i>Les interactions espace-temps dans les hydrosystèmes fluviaux</i>	p 26
C. AMOROS : <i>Evolution des écosystèmes aquatiques et gestion des hydrosystèmes fluviaux</i>	p 35
R. CARBIENER : <i>Etat actuel des connectivités entre le Rhin et sa bande riveraine</i>	p 38
E. DISTER : <i>De la maîtrise des crues à la renaturation des zones inondables du Rhin supérieur</i>	p 44
H. DURRER : <i>Stratégie et concept de renaturation d'une partie de l'Obere et de la Mittlere Au en Petite Camargue Alsacienne</i>	p 48
U. TESTER : <i>Gestion de la Réserve Naturelle d'Auried</i>	p 57
M. CLOUZOT : <i>Allocution de clôture</i>	p 64

ALLOCUTION D'OUVERTURE

B. SCAAR

*Président du l'Association du Centre d'Initiation à la Nature de l'Au
(Réserve naturelle de petite Camargue Alsacienne)
Rue de la Pisciculture
68300 ST LOUIS*

Le 11 juin 1982, il y a dix ans, était créée la réserve naturelle de la Petite Camargue Alsacienne. Bien des années auparavant, de nombreux naturalistes avaient relevé et apprécié la grande diversité de la faune et de la flore de ces milieux relictuels, vestiges des anciennes crues du Rhin. Des associatifs, militant pour une réserve naturelle par l'information du vaste public qui l'entoure, sont devenus gestionnaires.

Les interventions des débuts furent surtout des tâtonnements sporadiques et prudents. Leur ont succédé des actions plus importantes, plus précises, non seulement d'entretien mais aussi de renaturation, dans le cadre de plans plus globaux grâce à une meilleure connaissance scientifique du site, grâce aussi aux échanges d'expériences avec des réserves gérant les mêmes types de milieux.

Après 10 ans d'expériences de gestion, il a semblé intéressant à l'Association du Centre d'Initiation à la Nature de l'Au de faire le point pour continuer sur des bases plus solides encore. Cette initiative locale a pris de l'ampleur grâce à la Conférence Permanente des Réserves Naturelles, et plus particulièrement à son réseau des réserves naturelles fluviales, qui s'est associée et dont les conservateurs sont ici présents. Grâce aussi au Comité des Sciences de la Nature de la Société Industrielle de Mulhouse, séduit par le projet d'une rencontre sur le thème de la gestion des milieux fluviaux, qui accueille ce séminaire dans ses locaux, en lui donnant une importance internationale et que je tiens à remercier tout particulièrement.

Je remercie aussi les organismes qui soutiennent financièrement ce séminaire : le contrat de plan Etat/Région et la Fondation EDF qui soutient la Conférence Permanente des Réserves Naturelles.

Merci aussi aux intervenants naturalistes, spécialistes, professeurs d'Université, qui ont répondu à l'appel et qui donnent de leur temps précieux et compté.

Enfin merci à vous tous ici présents, gestionnaires, militants, élus, personnes des services, délégués du Ministère qui, par votre présence, affirmez la volonté de conservation des milieux fluviaux. Il me reste à souhaiter que les échanges d'expériences soient fructueux afin que soit appliquée la meilleure gestion possible pour pérenniser ces milieux sources, ces milieux racines.

ALLOCUTION DU DOCTEUR M. FERNEX

*Président du Comité des
Sciences pour la Nature
(Société Industrielle de Mulhouse)*

Mesdames, Messieurs, Chers Amis,

C'est au nom du Président de la Société Industrielle de Mulhouse, que j'aimerais vous souhaiter la bienvenue. Le Président est actuellement le Professeur BENET qui est l'ancien doyen de l'Université de Haute Alsace.

Cette Société Industrielle a toujours soutenu les sciences naturelles. Malgré la destruction du Musée en 1945, le Comité des Sciences de la Nature a ressuscité en 1970 grâce à une publication sur le Grand Ried d'Alsace, qui alors existait encore. Finalement c'est autour de ces publications que sont nées des activités : nous avons réitéré les travaux sur les milieux humides avec des publications sur l'eau en Alsace à deux reprises, sur le Ried, 20 ans après, mais aussi longtemps avant la création de la réserve naturelle également sur la Petite Camargue Alsacienne qui nous tenait à coeur et que nous connaissons déjà depuis 1955. A cette époque, elle était extraordinairement plus vaste et y nichaient des busards qu'on ne trouve plus aujourd'hui, peut-être des hérons bihoreaux qui tendent à revenir maintenant.

Je vous souhaite la bienvenue et je salue aussi le Président de séance, le Professeur Roland CARBIENER, Président et co-fondateur d'Alsace Nature, l'Association Fédérative Régionale de la Protection de la Nature qui a participé au premier bulletin comme à tant d'autres par la suite. Ce bulletin a donné à ce futur Comité un premier élan. Il était donc consacré au Ried, un milieu que vous imaginez comme une zone inondable, particulièrement fragile.

Je vous souhaite donc la bienvenue aujourd'hui, je me réjouis énormément de vous entendre et je donne la parole immédiatement au Professeur CARBIENER pour la présidence.

LE RESEAU DES RESERVES NATURELLES FLUVIALES

B. PONT, J.M. FATON, J.P. KLEIN, A. PONSERO, P. KNIBIELY

Conférence Permanente des Réserves Naturelles

BP 100

21803 QUETIGNY CEDEX

INTRODUCTION

Il existe à ce jour 113 réserves naturelles en France. Parmi elles, 19 protègent des milieux aquatiques ou humides, des forêts, ou des prairies naturelles liés à un cours d'eau ou un fleuve (hydrosystèmes fluviaux). Les gestionnaires de ces réserves naturelles travaillent en réseau au sein de la Conférence Permanente des Réserves Naturelles. Ce groupe de travail permet des échanges d'expériences, une assistance scientifique des meilleurs spécialistes français, une bonne évaluation des résultats et des économies d'échelle.

La constitution de ce réseau thématique a été suscitée par les problèmes spécifiques que pose la gestion de ces milieux fragiles et complexes : les systèmes fluviaux ont pour principale caractéristique d'être des systèmes ouverts, où transitent des flux. Ces espaces protégés, ne concernant qu'un tronçon de cours d'eau, se trouvent largement influencés par des événements survenant à l'extérieur de leur périmètre réglementaire. Il s'agit donc de milieux particulièrement sensibles aux divers aménagements (canalisation, extraction de matériaux, barrages,...). Ceci implique de la part du gestionnaire un "devoir d'ingérence écologique", pour tenter de faire prendre en compte une gestion globale du cours d'eau, garantissant le fonctionnement du système fluvial au niveau de l'espace protégé.

DEFINITION

Les réserves naturelles fluviales ont leur territoire (ou une partie au moins) situé dans le lit majeur d'un cours d'eau important (module supérieur ou égal à quelques mètres cube/seconde). Elles se trouvent par conséquent en relation avec la rivière, par l'intermédiaire de l'élément eau (inondation périodique ou connexion avec la nappe phréatique). Le qualificatif de "fluvial" est préféré à celui d'"alluvial", car il est moins restrictif : le substrat alluvial résulte de l'action fluviale, mais peut être presque absent de certains tronçons (gorges). Le réseau compte actuellement 19 réserves naturelles, totalisant plus de 3 000 hectares de milieux fluviaux.

LES OBJECTIFS DU RESEAU

Ils s'articulent autour de quatre thèmes :

* scientifique :

- mise en place de méthodologies communes de suivi des milieux fluviaux : eau (quantité, qualité), forêt alluviale, prairie (sèche ou humide).

- recherche des moyens nécessaires à l'implication des scientifiques dans les opérations de suivi conduites dans les réserves.

* technique :

- mise en commun, par l'élaboration d'un recueil, des expériences de gestion et de restauration des milieux fluviaux, menées dans les réserves naturelles, et autres espaces protégés satellites.

* promotionnel :

- diffusion du savoir-faire des gestionnaires de réserves naturelles.

* juridique :

- défendre l'eau en tant que milieu naturel;

- exploiter les textes existants (jurisprudence).

Tableau I : Répartition des différents types de milieux dans les Réserves Naturelles Fluviales.
(les chiffres sont des surfaces en hectares, une croix indique la présence du milieu sans que sa surface ne soit connue)

Réserves (année création)	S. fluviale (Surface totale si différente)	Cours principal	Banc galet gravier/sable Saulaie basse	Milieux aquatiques annexes	Forêt bois tendres	Forêt mixte et bois durs	Pelouse et lande sèche	Prairie humide et marais	Roselière	Dunes	Populicult. cultures, digues,...
Bout du Lac (1974)	84	X	X		X	X	X	X	X		
Camargue (1975)	500 (13117)							X	X	X	
St Pryvé (1975)	6				3				3		
St Ladre (1979)	13			3	6			0,5	1,5		2
Gorges Ardèche (1980)	110 (1570)	60	X		X		X				
Delta Dranse (1980)	45	23	10		6		5	1			
Frayère Alose (1981)	48	48									
Courant Huchet (1981)	656	X			X			X	X	X	
Marais d'Isle (1981)	47	X		X	X			X	X		X
Camargue Alsac. (1982)	120		1	32	10	16	7	18	6		30
Ile du Girard (1982)	95		4	5	30		4	20	2		29
Marais Lavours (1984)	474	29		1	98	25		249	64		8
Mas Larrieu (1984)	145	12	1		X				X	X	
Mazière (1985)	65			X				X	X		X
Ile de la Platière (1986)	484	127	31	36	7	121	7		3		152
Ramières Drôme (1987)	346	20	80	10	72	135	10	3	4		12
Offendorf (1989)	60			5	21	25		0,5	0,5		8
Erstein (1989)	180			1	8	160			1		10
Rhinau (1991)	312	73		24	± 50	± 146	1	5	3		±10

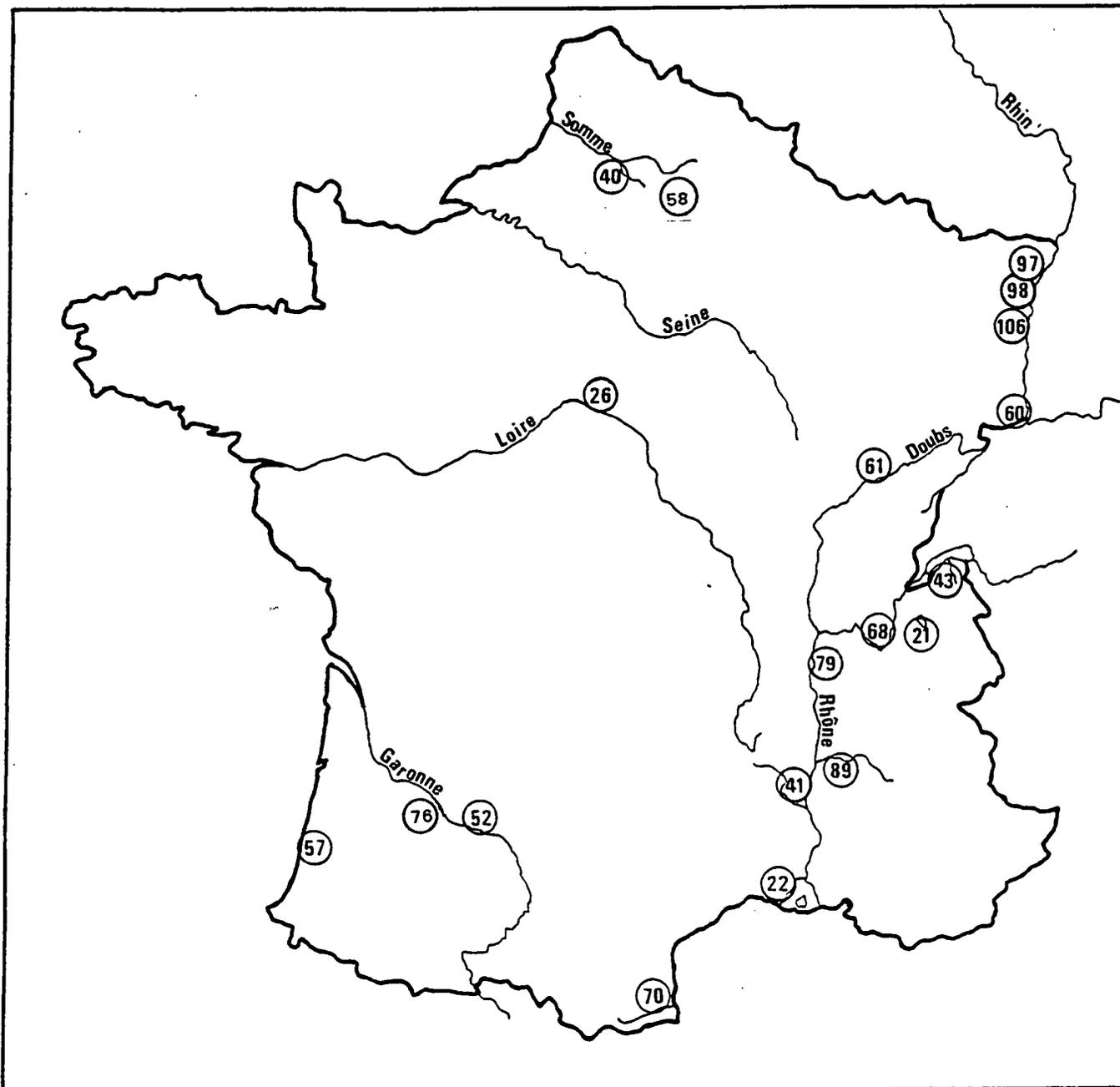


Figure 1: Localisation des réserves naturelles fluviales

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 21 Marais du bout du lac d'Annecy | 68 Marais de Lavours |
| 22 Camargue | 70 Mas Larrieu |
| 26 Ile de St Pryve St Mesmin | 76 Etang de la Mazière |
| 40 Etang de St Ladre | 79 Ile de la Platière |
| 41 Gorges de l'Ardèche | 89 Ramières du val de Drôme |
| 43 Delta de la Dranse | 97 Forêt d'Offendorf |
| 52 Frayère d'Alose | 98 Forêt d'Erstein |
| 57 Courant d'Huchet | 106 Ile de Rhinau |
| 58 Marais d'Isle | |
| 60 Petite Camargue Alsacienne | |
| 61 Ile du Girard | |

PRESENTATION DES RESERVES NATURELLES FLUVIALES

Le cadre géomorphologique

Un cours d'eau présente théoriquement une succession de styles géomorphologiques dépendants de la pente et de la charge grossière, de sa source à sa confluence ou à son embouchure: tête de bassin (sources), gorges, tressage et anastomose, méandrage, delta ou estuaire. Dans la réalité, cette succession est souvent perturbée par le cadre géographique: niveau de base intermédiaire constitué par des affleurements rocheux dans le lit, lac bloquant la charge grossière, affluent modifiant brusquement l'importance de la charge en sédiments grossiers.

Les styles suivants sont représentés dans le réseau des réserves naturelles:

- Tressage et anastomose : c'est de loin le plus représenté, 11 réserves protègent des parties de lit majeur façonné par ce type de dynamique qui correspond à l'épanouissement du lit majeur des cours d'eau au niveau de leur sortie de la zone montagneuse. La pente, encore forte, mais moindre que dans les secteurs de gorges, conjuguée à une forte charge grossière caractérise ce style. Le lit a tendance à s'exhausser au fil des crues en raison du dépôt d'une partie de cette charge. Il en résulte une grande mobilité latérale du lit mineur. Le tressage n'est souvent plus qu'un héritage. Actuellement, les lits des cours d'eau ont tendance à s'enfoncer, les bancs de graviers à se végétaliser, et le cours à devenir unique.

- Méandrage : 4 réserves peuvent y être rattachées. La pente faible, et la diminution de la charge grossière déterminent l'apparition de ce style. Il est souvent associé à des zones marécageuses, voire tourbeuses, occupant les dépressions latérales du lit majeur, ou d'anciens méandres recoupés.

- Gorge : une seule réserve.

- Delta et estuaire : deux réserves concernent un débouché de cours d'eau dans la Méditerranée (delta). La partie fluviale de ces deux réserves est assez réduite, et apparaît plutôt comme un complément à la partie marine (dunes, lagunes). Une troisième réserve concerne le débouché d'un cours d'eau dans l'Atlantique, mais compte tenu de sa nature, se rattache plutôt à un style à méandre.

Les interventions humaines sur un cours d'eau, ou son lit majeur, ont souvent profondément modifié le fonctionnement du système fluvial. Parmi les altérations les plus profondes, figurent le blocage de la dynamique fluviale (déplacement latéral du lit mineur), et la perte de l'inondabilité. Le tableau II indique la répartition des 19 réserves naturelles, en fonction de leur style géomorphologique, et du degré d'altération du fonctionnement du système fluvial:

Tableau II : Typologie des Réserves Naturelles fluviales en fonction du style géomorphologique et du degré d'altération du fonctionnement du système fluvial.

Styles géomorphologiques	Dynamique fluviale et inondation	Inondation mais suppression de la dynamique	Suppression de l'inondation et de la dynamique
Tressage	- St Pryvé St Mesmin - Delta de la Dranse - Ramières de la Drôme	- Ile du Girard - Ile de la Platière - Ile de Rhinau - Frayère d'Alose - Marais de Lavours	- Offendorf - Erstein - Petite Camargue Alsa.
Méandrage	- Bout du Lac d'Annecy - Courant d'Huchet	- Etang de St Ladre - Etang de la Mazière	- Marais d'Isle
Gorges	- Gorges de l'Ardèche		
Delta			- Camargue - Mas Larrieu

L'eau dans les réserves naturelles fluviales

Cet élément dominant dans les systèmes fluviaux prend plusieurs aspects.

L'eau vive: le chenal principal

9 réserves englobent un tronçon de chenal principal, totalisant plus de 500 ha ;

Sur les cours d'eau à style tressé, ce chenal comprend de nombreux bancs de graviers, remaniés à chaque crue. Ces tronçons présentent souvent un important intérêt ornithologique : Les oiseaux d'eau (ardéidés, anatidés, limicoles,...) exploitent ces milieux en période de migration et d'hivernage. En période de nidification, les espaces ouverts constitués par les bancs de galets accueillent des espèces très spécialisées: petit gravelot (*Charadrius dubius*), sterne pierregarin (*Sterna hirundo*),.....

Les peuplements piscicoles dépendent de la vitesse du courant, suivant la zonation piscicole classique: zone à ombre, à barbeau, ou à brème. Il faut signaler, dans certaines réserves naturelles fluviales du bassin du Rhône, la présence d'un poisson endémique, menacé de disparition: l'apron du Rhône (*Zingel asper* - espèce figurant à l'annexe II de la directive "Habitat"). Trois de ces réserves abritent une proportion importante de la population mondiale de cette espèce (estimée à 4 000 individus): gorges de l'Ardèche, Ramières de la Drôme, Ile du Girard. L'apron semble avoir disparu d'une autre réserve : l'Ile de la Platière.

La flore est très peu abondante dans le chenal principal, et les bancs de graviers sont colonisés par des plantes annuelles (alliances du *Bidention*, du *Nanocyperion*). Le lit mineur des cours d'eau constitue le milieu originel de beaucoup d'espèces pionnières, que l'on retrouve comme adventices des cultures, ou dans les milieux rudéraux (ex : le mélilot blanc *Méililotus albus*).

L'eau calme: les bras latéraux

Les bras latéraux, issus de la dynamique fluviale (actuelle ou passée), jouent un rôle extrêmement important dans les parties de cours d'eau tressés et à méandres. Ils sont représentés dans 9 réserves, pour une surface d'environ 100 hectares. Ils constituent des milieux extrêmement diversifiés, en fonction de leur connexion avec le fleuve, et du mode d'alimentation en eau. On peut distinguer les types suivants :

- certains bras latéraux sont connectés aux deux extrémités avec le fleuve ; ils sont donc alimentés par l'amont, à partir du fleuve, ou parfois d'un affluent. La qualité de l'eau est alors proche de celle du fleuve (eutrophe, et/ou polluée). Toutefois les processus d'auto-épuration améliorent considérablement la qualité de l'eau après une certaine distance (exemple du Schaftheu à Rhinau et de la lône de la Platière).

- d'autres bras latéraux ne sont connectés au fleuve que par l'aval, et reçoivent une alimentation amont par l'intermédiaire de la nappe phréatique, ou de sous écoulements fluviaux. L'eau y est généralement d'excellente qualité (oligotrophe à mésotrophe) ; on y observe alors des communautés végétales ou animales très originales. En période de crue, une contamination par de l'eau eutrophe et/ou polluée en provenance du fleuve se produit par refoulement à partir de l'aval, ou par déversement amont lors des grandes inondations.

- enfin le processus ultime d'évolution de ces bras est une obturation des deux extrémités par des bouchons alluviaux ; ils évoluent alors comme tout plan d'eau stagnant : colonisation par différentes ceintures de végétaux aquatiques et amphibies qui conduisent petit à petit à leur comblement. On peut ici distinguer deux cas : celui où le colmatage du fond du bras se produit rapidement : la connexion avec le fleuve est alors quasi inexistante, sauf à l'occasion des crues inondantes ; l'eau y est généralement eutrophe, et l'évolution vers l'atterrissement rapide. A l'inverse, si le colmatage ne se produit pas, les échanges avec la nappe phréatique persistent, l'eau demeure oligotrophe ou mésotrophe, et l'évolution est beaucoup plus lente.

Les bras latéraux abritent de nombreuses espèces d'un grand intérêt patrimonial : de nombreux macrophytes aquatiques s'y développent. Parmi les plus intéressants citons *Hydrocharis morsus-ranae*, *Najas minor* dans les eaux eutrophes, *Hottonia palustris*, *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton friesii*, *P. trichoides* dans les eaux mésotrophes, et *Potamogeton coloratus* dans les eaux oligotrophes, les *Chara* indicateurs d'apport d'eau souterraine. Ce sont également des milieux de choix pour les odonates (citons notamment *Coenagrion mercuriale*, caractéristique des bras alimentés par une eau d'origine phréatique), les batraciens, et certains mammifères : le castor (*Castor fiber*) présent dans le bassin du Rhône et sur la Loire, et la loutre (*Lutra lutra*) lorsqu'elle est encore présente sur le cours d'eau (par exemple à l'île du Girard) . Pour les poissons, ils jouent un rôle important de frayère, et de refuge lors des crues.

Les bras latéraux envahis par des roselières présentent un grand intérêt ornithologique, notamment en période de reproduction (héron pourpré (*Ardea purpurea*), blongios nain (*Ixobrychus minutus*), fauvettes paludicoles,...).

L'eau souterraine: la nappe phréatique

Cette partie discrète de l'eau dans les réserves naturelles fluviales joue pourtant un rôle déterminant : la profondeur de la nappe est l'un des facteurs écologiques majeurs qui va déterminer la nature des groupements végétaux et l'alimentation des bras latéraux. A l'inverse, la végétation va influencer sur la nappe, surtout du point de vue qualitatif : en "consommant" les éléments minéraux biogènes, les végétaux épurent l'eau de la nappe phréatique. Les invertébrés vivant dans le milieu interstitiel y contribuent également.

La plupart des réserves fluviales connaissent un phénomène plus ou moins marqué d'enfoncement de la nappe phréatique. Cet abaissement trouve son origine dans des activités humaines variées : pompage en nappe ou en rivière, endiguement, enrochement, extraction de granulats qui provoquent une incision du lit mineur, donc un plus fort drainage de la nappe, diminution ou disparition de l'inondabilité par canalisation, ce qui limite les possibilités de recharge de l'aquifère.

La forêt dans les réserves naturelles fluviales

La forêt occupe encore une grande partie du lit majeur de quelques cours d'eau. Les forêts alluviales naturelles comptent parmi les forêts les plus diversifiées d'Europe ; le nombre d'espèces ligneuses est un bon indicateur de cette diversité : la plupart des massifs atteignent ou dépassent la cinquantaine d'espèces ligneuses spontanées : 45 à Offendorf et à l'île de la Platière, 48 à Erstein, 54 à Rhinau, et 75 dans les Ramières de la Drôme.

Sur l'ensemble du réseau des réserves fluviales, les boisements totalisent environ 1 300 ha. Trois grands types de boisements peuvent être distingués en fonction de leur stade d'évolution, auxquels s'ajoutent les formations artificialisées par des pratiques sylvicoles.

Les forêts alluviales permettent la nidification de certaines espèces d'oiseaux inscrites à l'annexe I de la directive CEE sur la conservation des oiseaux sauvages : héron bihoreau (*Nycticorax nycticorax*), aigrette garzette (*Egretta garzetta*), milan noir (*Milvus migrans*).

La forêt à bois tendre

Elle constitue le stade pionnier de la forêt alluviale, installée sur les alluvions récemment mises en place par la dynamique fluviale. Elle est composée de saules de diverses espèces et de peupliers noirs. Ce type de forêt occupe environ 350 hectares dans les réserves fluviales. Il est particulièrement bien représenté dans les réserves présentant encore une dynamique fluviale active : les Ramières de la Drôme constituent le massif le plus important. Dans les réserves où la dynamique est amoindrie, ces boisements se trouvent limités à d'étroites franges en bordure du chenal principal ou des bras latéraux. Le saule blanc (*Salix alba*) et le peuplier noir (*Populus nigra*) sont les deux arbres les plus courants dans ce type de boisement sur l'ensemble du territoire. Si les alluvions ne sont pas carbonatées, le saule blanc est mélangé avec le saule fragile (*S. fragilis*), ou l'hybride entre les deux (*Salix x rubens*) (par exemple à Offendorf). Des saules arbustifs participent également à la formation : le saule des vanniers (*S. viminalis*) et le saule pourpre (*S. purpurea*) sont communs sur la plupart des cours d'eau de plaine. Sur les rivières à fort dynamisme (Dranse, Drôme,...) des saules "montagnards" (*Salix eleagnos*) jouent un rôle important dans les premiers stades de la dynamique forestière. Ils sont accompagnés de deux autres arbustes des sols fréquemment remaniés : *Myricaria germanica* et *Hypophae rhamnoides* (l'argousier).

La forêt à bois dur et la forêt mixte

Elles correspondent à des stades de maturation de la forêt alluviale : sous le couvert des saulaies et saulaies-peupleraies s'installent des essences post-pionnières telles que les frênes (*Fraxinus excelsior*, *F. angustifolia*), chêne pédonculé (*Quercus robur*), ormes (*Ulmus campestris*, *U. montana*, *U. laevis*), peuplier blanc ou grisard (*Populus alba*, *P. canescens*), etc...La dynamique sylvigénétique se traduit d'abord par un stade mixte, où subsistent de grands peupliers noirs, derniers témoins du stade initial. Le stade suivant est la forêt à bois dur, où le frêne joue toujours un rôle important. Ce type de forêt est le mieux représenté dans les réserves où la dynamique fluviale est amoindrie, soit du fait d'endiguements, soit du fait de la

contraction de la bande active du cours d'eau due à la diminution de la charge grossière depuis la fin du 19^e siècle. L'alluvionnement plus fin a particulièrement favorisé le développement du frêne. Ceci a permis l'extension des forêts mixtes et à bois dur à la place des forêts à bois tendre qui occupaient les mêmes lieux un siècle plus tôt. Une partie de ces forêts s'est développée spontanément, à l'insu du forestier, et constitue des forêts sub-naturelles en cours de maturation. Ces massifs les plus naturels forment de petits îlots, de quelques dizaines d'hectares chacun, répartis sur les réserves rhénanes d'Offendorf, Erstein et Rhinau, et sur les réserves rhodaniennes de l'île de la Platière et des Ramières de la Drôme. On peut estimer qu'ils couvrent environ 200 ha sur les 600 ha de forêt à bois dur que totalise le réseau.

Les forêts mixtes et les forêts à bois dur connaissent des variations biogéographiques importantes:

- dans le domaine médio-européen, le frêne commun (*F. excelsior*), le chêne pédonculé, et l'orme champêtre (*U. campestris*) sont les essences dominantes (*Quercus-Ulmetum*). Souvent le cerisier à grappe (*Prunus padus*) est bien représenté dans le sous bois, notamment dans les forêts rhénanes, qui se distinguent également par la présence de l'orme diffus (*Ulmus laevis*). Les réserves forestières rhénanes de Rhinau, Erstein et Offendorf et la ripisylve du Séran au marais de Lavours représentent cette tendance.

- sur le bas Rhône, on observe une forêt de transition vers la ripisylve méditerranéenne à peuplier blanc (*Populetum albae*). Le chêne pédonculé disparaît, le frêne commun est remplacé par le frêne à feuille étroite (*Fraxinus angustifolia*), le peuplier blanc devient plus abondant. On note même l'apparition du chêne pubescent (*Q. pubescens*), souvent associé au tilleul à grande feuille (*Tilia platyphyllos*). L'influence méditerranéenne est également signée par la présence de la cucubale (*Cucubalus baccifer*) et de l'iris fétide (*Iris foetidissima*). Ce groupement est représenté à l'île de la Platière, et dans les Ramières de la Drôme.

- Sur la Loire, les forêts de bois dur sont peu représentées : on observe localement des boisements où le frêne à feuille étroite et l'orme champêtre sont associés au chêne pédonculé.

Les forêts marécageuses

Elles sont dominées par l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), souvent associé au saule cendré (*S. cinerea*), et à la bourdaine (*Frangula alnus*). Elles se développent sur des matériaux alluviaux gorgés d'eau. Les interventions humaines (endiguement et canalisation des cours d'eau) favorisent dans certains cas l'extension de l'aulne glutineux, en diminuant les battements de la nappe phréatique. Ces boisements totalisent une centaine d'hectares, principalement situés dans les marais de Lavours et d'Isle. Ailleurs, ces forêts apparaissent en bordure de marais au Bout du Lac d'Annecy, à l'Etang de St Ladre, ou le long de certains bras latéraux .

Les forêts anthropisées

Il s'agit surtout de peupleraies (hybrides euraméricains la plupart du temps), et dans certains cas de pessières (Offendorf) substituées à des forêts spontanées (souvent à bois tendre), ou à d'anciennes prairies abandonnées. Ces forêts artificielles totalisent environ 200 ha. Pour les gestionnaires des réserves naturelles, ce sont des milieux à "renaturer" (retour des espèces indigènes).

Les prairies dans les réserves naturelles fluviales

Les formations herbacées prairiales occupent la plupart du temps les stations extrêmes du point de vue du bilan hydrique, plus difficilement colonisées par la forêt : stations très humides à nappe affleurante et stations très sèches, sur sol filtrant, quasiment déconnectées de la nappe.

Dans la plupart des cas ces prairies ont été entretenues par fauchage ou pâturage jusque dans un passé récent. Leur conservation est importante car elles participent à la mosaïque paysagère et recèlent une flore et une faune originales et diversifiées.

Les prairies humides

Les formations végétales des prairies humides dépendent de l'hydromorphie et de la nature des sols. On peut observer des phragmitaies semi-aquatiques denses dans les zones les plus inondées, ou des phragmitaies denses à laïches sur des sols moins hydromorphes. Mais les formations végétales les plus importantes sont les cariçaies pouvant se développer sur tourbe ou sur argile. Elles comprennent de nombreuses espèces de laïches (26 au marais de Lavours), et abritent le peucedan des marais (*Peucedanum palustre*), l'euphorbe des marais (*Euphorbia palustris*), la gratioline officinale (*Gratiola officinalis*),...

Sur les sols fortement hydrophiles et à forte teneur en matière organique, se développe le groupement prairial à schoin (*Schoenus nigricans*), jonc (*Juncus spp.*) et molinie (*Molinia caerulea*). Ces prairies ont une flore très diversifiée: on peut trouver en particulier la gentiane pneumonanthe (*Gentiana pneumonanthe*), de nombreuses orchidées (dont *Spiranthes aestivalis* et *Liparis loeselii*), la parnassie des marais (*Parnassia palustris*), et des plantes carnivores comme *Drosera spp.* et *Pinguicula spp.*

Les prairies humides oligotrophes (*Molinion*) sont particulièrement menacées; leur préservation est importante car elles recèlent des taxons des grandes vallées fluviales (ex : *Viola elatior* à Offendorf), en régression sur l'ensemble de leur aire de répartition.

Les prairies humides hébergent en période de nidification une avifaune caractéristique : courlis cendré (*Numenius arquata*), vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), et râle de genêts (*Crex crex*).

Les prairies sèches

Elles se situent sur des sols très filtrants (graviers, sables), souvent en position haute, donc peu ou non inondables et déconnectées de la nappe. Les fétuques (*Festuca rubra s.l.*, *F. ovina s.l.*), le brome dressé (*Bromus erectus*), et parfois les chiendents (*Agropyrum repens*, *A. campestre*), et l'avoine (*Arrhenatherum elatior*) sont les graminées dominantes. Ces prairies sont souvent riches en orchidées (par exemple dans les réserves naturelles du Delta de la Dranse, de Petite Camargue Alsacienne, des Ramières, de la Platière). Elles abritent également parfois des espèces des adrets montagnards, ou collinéens, trouvant sur ces sols filtrants un habitat de substitution : *Pulsatilla vulgaris* en Petite Camargue Alsacienne, *Thalictrum minus* et *Astragalus ciccer* à l'Île de la Platière, *Koeleria vallesiaca* dans les Ramières....

Les cultures dans les réserves naturelles fluviales

Certaines réserves naturelles comportent des zones cultivées (Petite Camargue Alsacienne, Île de la Platière, Mazière), et la plupart des autres en sont entourées. Dans le cadre de programmes "agri-environnementaux", ces parcelles peuvent faire l'objet d'une remise en état naturel (reconstitution de prairies - en Petite Camargue Alsacienne - , ou de forêts), ou permettre la conservation d'espèces messicoles menacées (exemple de *Nigella gallica*, *Tulipa praecox*, *Tulipa sylvestris* dans les Ramières de la Drôme).

CONCLUSION

Les écosystèmes riverains des cours d'eau méritent une attention particulière en raison du rôle qu'ils jouent dans le maintien d'une ressource en eau de bonne qualité. Les milieux fluviaux ont une importance évidente au niveau social, scientifique et esthétique.

Les menaces qui pèsent sur eux, et leur grand intérêt patrimonial ont justifié leur mention dans la directive CEE sur la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvage, adoptée le 21 mai 1992. Ainsi, différents groupements forestiers alluviaux, les eaux oligotrophes, certaines prairies humides, ainsi que plusieurs espèces strictement inféodées aux milieux fluviaux sont inscrits dans les annexes I et II de cette directive. Leur protection nécessite la désignation de zones spéciales de conservation.

Le réseau des réserves naturelles fluviales s'emploie à élaborer des modes de gestion globale visant à conserver ou à restaurer la fonctionnalité des milieux bordant les cours d'eau. L'expérience acquise dans les réserves naturelles doit pouvoir être utilisée comme référence pour la gestion d'autres sites riverains ne bénéficiant pas de statut de protection.

BIBLIOGRAPHIE

AIN G., PAUTOU G., (1969) : Etude écologique du Marais de Lavours. *Doc. pour la carte de la végétation des Alpes, Université de Grenoble*, 7 : 25-64

Association Naturalistes Orléanais, (1985) : Réserve Naturelle de St Pryvé St Mesmin : Evolution réciproque des biocénoses et des activités humaines.

Comité Scientifique de la Réserve Naturelle des Gorges de l'Ardèche, (1982) : La Réserve Naturelle des Gorges de l'Ardèche 40 p.

Fédération Défense Environnement du Jura, (1989) : Réserve Naturelle de l'Ile du Girard : Evolution réciproque des biocénoses et des activités humaines.

Groupe Naturaliste Vallée du Rhône, (1989) : Réserve Naturelle de l'Ile de la Platière. Guide du visiteur *Association des Amis de la Réserve Naturelle de l'Ile de la Platière* 70 p.

HOFF M. (1975): Premier aperçu sur les groupements végétaux de la Petite Camargue Alsacienne. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar* 56: 3-26

KLEIN J.P., CARBIENER R., STEIMER F., TRENDEL J.M. (1992) : Les Réserves Naturelles des forêts alluviales rhénanes d'Erstein et d'Offendorf : Un patrimoine biologique Européen. *Bull. Soc. Ind. Mulhouse* 824 : 21-58.

KLEIN J.P., PONT B., FATON J.M., KNIBIELY P. (1993): The network of river system nature reserves in France and the preservation of alluvial forests. *Actes "1^o European Forest Reserves Workshop" Wageningen (NL) 6-8 mai 1992* (à paraître).

LEPRINCE J.H., (1990) : Inventaire botanique de la Réserve Naturelle des Ramières du Val de Drôme. *Fédération Rhône Alpes Protection Nature Drôme*. 60 p.

MAJCHRZAK Y., (1987) : Gestion de la Réserve Naturelle du Marais de Lavours par le pâturage : mise au point du protocole de suivi et état initial. *Cahiers de la Réserve Naturelle du Marais de Lavours* N°2, 56 p.

MICHELOT J.L., (1988) : Réserve Naturelle de l'Île de la Platière : Evolution réciproque des activités humaines et des biocénoses. Centre Ornithologique Rhône Alpes 34 p.

PAUTOU G., (1985) : Problèmes biologiques posés par l'extension des peuplements ligneux dans le marais de Lavours. Rapport Univ. de Grenoble I et Réserve Naturelle du Marais de Lavours, 19 p.

PINET F., (1991) : Etude de la dynamique de la végétation de la Réserve Naturelle des Ramières. D.E.A. Univ. Grenoble. 90 p.

PONT B., (1987) : La végétation alluviale de l'Île de la Platière : état actuel et dynamique. Rapp. Stage Univ. Grenoble 68 p.

PONT B., (1990) : Inventaire botanique de la Réserve Naturelle de l'Île de la Platière. Ass. Amis de la Réserve Naturelle de l'Île de la Platière 18 p.

SANCHEZ-PEREZ J.M. (1992): Hydrogéochimie d'un écosystème forestier inondable de la plaine du Rhin : l'île de Rhinau (France). Thèse U.L.P. Strasbourg/CEREG 176 p.

TREMOLIERES M., CARBIENER D., CARBIENER R., EGLIN I., ROBACH F., SANCHEZ-PEREZ M., SCHNITZLER A., WEISS D. (1991): Zones inondables, végétation et qualité de l'eau en milieu alluvial rhénan: l'île de Rhinau, un site de recherches intégrées. Bull. Ecol. 22(3-4): 317-336

OUVERTURE ET PROBLEMATIQUE

Professeur R. CARBIENER

Université Louis Pasteur

Faculté de Pharmacie

74, route du Rhin

BP 10

67400 ILLKIRCH-GRAFFENSTADEN

Je tiens à vous remercier de l'honneur que vous me faites en me demandant de présider ce matin cette première séance de communication. Il m'appartient donc, après avoir remercié les orateurs précédents, d'ouvrir cette première séance. Au préalable on m'a demandé de prononcer quelques mots de bienvenue ce que je fais très volontiers, Mesdames et Messieurs, très chers collègues, chers amis, puisque beaucoup peuvent qualifier d'amis ce réseau de scientifiques, de naturalistes, qui sont motivés par le même idéal de préservation et notamment de milieux aussi riches, aussi fantastiques que sont les milieux riverains des grands fleuves.

Je tiens à remercier vivement la Société Industrielle de Mulhouse, et en particulier la section scientifique mise sur pied et présidée par le Docteur FERNEX qui a réalisé un travail de pionnier dans ce domaine. En effet, la première réserve naturelle fluviale alsacienne, la Petite Camargue, a été obtenue grâce au travail opiniâtre de cette section scientifique de la Société Industrielle de Mulhouse. En fait c'est grâce à elle qu'est sortie de la quasi-confidentialité toute la problématique des zones humides continentales et du patrimoine naturel présent dans les grandes vallées fluviales. Qui en 1970 parlait de forêt alluviale? Le Ried était confiné à un petit cercle de naturalistes initiés mais n'était pratiquement pas connu à l'extérieur. Par conséquent on mesure le chemin parcouru en une vingtaine d'années.

Il reste évidemment énormément à faire puisque les fleuves ont subi, d'une manière un peu synchrone dans toute l'Europe, et en France, bien évidemment, des transformations profondes et parallèles qui sont celles de la canalisation. Ce n'est pas pour rien que le dernier fleuve vif de France, la Loire, est aujourd'hui l'objet d'une controverse très forte, pour essayer justement de préserver ce caractère de dynamique fluviale qui a été en grande partie supprimé partout ailleurs.

Et il s'agit de faire aujourd'hui le point sur l'acquisition des connaissances. Il y a eu ces dernières années, fort heureusement, une prise de conscience sous l'impulsion de la nécessité. Je veux dire qu'on a fait le constat des inconvénients qu'avaient les modifications profondes des systèmes fluviaux. Je pense, par exemple dans le cas du Rhin, aux problèmes soulevés en aval du secteur canalisé par l'amplification des ondes de crue et l'accélération de leur déplacement qui représentent désormais une menace grave pour l'ensemble des villes riveraines situées en aval du dernier barrage. La problématique des barrages se révèle ainsi dans toute son ambiguïté puisqu'en fait il faudrait équiper si on voulait définitivement supprimer tous risques jusqu'à Mayence, c'est à dire jusqu'à l'extrémité même du fossé rhénan.

Cela pose bien cette problématique : faire le point des acquisitions scientifiques. De nombreux groupes scientifiques ont travaillé dans ce domaine. Je salue donc tout particulièrement des collègues avec lesquels nous avons des relations de longue date, puisque nous travaillons sur des systèmes parallèles, notamment nos amis rhodaniens ici présents. Il existe en France des groupes scientifiques qui s'appellent les P.I.R.E.N, qui ont été transformés récemment, mais je peux donner l'ancien nom : Programme Interdisciplinaire de Recherche en Environnement avec diverses thématiques dont l'une est l'étude écologique des fleuves. Il y a

un P.I.R.E.N. Rhône qui est représenté par plusieurs de nos collègues et amis : le Professeur BRAVARD, le Professeur AMOROS, le Professeur PAUTOU. Les groupes scientifiques des autres pays, notamment des pays voisins vont nous présenter également leurs résultats. La coordination entre les naturalistes a toujours existé évidemment et ne connaît pas de frontière. Nous aurons donc le plaisir d'écouter les résultats obtenus par nos collègues allemands, suisses et anglais dans ce domaine de la protection et de la gestion des écosystèmes alluviaux.

Cette problématique est d'une complexité extrême. Il faut d'abord connaître un petit peu les points de départ et notamment toutes les questions des héritages historiques, des héritages de la dynamique passée pour ensuite constater les effets de toutes les transformations sur les écosystèmes et en tirer des conclusions sur les possibilités, puisque nous sommes enfermés désormais dans un carcan technologique. Il faut optimiser la gestion des écosystèmes fortement anthropisés de manière à concilier un petit peu, d'une part les objectifs naturalistes, c'est à dire ce qu'on appelle aujourd'hui la renaturation, (les essais de reconstituer ou du moins de faire en sorte que les écosystèmes alluviaux puissent continuer à fonctionner d'une manière qui soit aussi optimale que possible) et d'autre part les incontournables impératifs (incontournables dans une certaine mesure du moins) de gestion hydraulique liée à ces grands fleuves. Bien sûr la maîtrise des crues représente un problème. Elle se heurte encore à une idéologie ancrée dans la population et un peu difficile à expliciter dans son effet néfaste : c'est la perception absolument négative qu'on a des zones inondables. C'est un peu la perception négative qu'on a eue pendant très longtemps des zones humides en général. L'inondation est perçue comme nécessairement quelque chose de catastrophique, alors que nous, naturalistes, nous constatons que cela représente un patrimoine, tant biologique que de régulation hydrologique, de régulation des flux bio-géo-chimiques d'une efficacité remarquable et qui représente pour la collectivité des biens communs inestimables dans le sens propre du terme puisque certaines des valeurs ne sont pas monnayables sur le plan économique. C'est à tout cela qu'il convient de réfléchir pour essayer de dégager les possibilités de gestion aussi rationnelle que possible, tenant compte cependant aussi, au-delà de la pure rationalité, du bien que représente le patrimoine biologique. Nous touchons là des valeurs, nous touchons des éthiques et ça aussi c'est considérable.

Voilà je me permets de terminer, je m'excuse d'avoir été un petit peu long et j'ouvre donc tout de suite la séance de communication. Le premier intervenant est le Professeur BRAVARD, qui est géographe à l'Université de Lyon, un des collaborateurs de première date du P.I.R.E.N. Rhône. Il est un des spécialistes les plus connus des problèmes de dynamique fluviale et de l'histoire géomorphologique des fleuves.

ROLE DE LA DYNAMIQUE FLUVIALE DANS LA DIVERSITE ET LA STRUCTURATION DES SYSTEMES FLUVIAUX

Professeur J.P. BRAVARD

Département de Géographie

Université Lyon 3

74 rue Pasteur, 69239 Lyon 02

Un certain nombre de réserves naturelles françaises sont établies dans des secteurs de vallées alluviales remarquables par la présence d'espèces animales à protéger, par le développement et l'intérêt de la ripisylve ou par le maintien de milieux humides. La diversité biologique y est parfois encore fondée sur la mobilité spatiale du lit mineur qui est facteur de régénération des formes fluviales et des biocénoses. Le fait est que les mesures de protection concernent alors des secteurs de tressage actif (les Ramières de la Drôme) ou relictuel (La Platière, dans la moyenne vallée du Rhône ; la Petite Camargue, sur le Rhin). Des projets de réserve ou des arrêtés de biotope existent sur des cours d'eau de même type en Rhône-Alpes : la basse vallée de l'Ain, la Malourdie dans la vallée du Haut-Rhône par exemple. Dans tous ces cas ces milieux naturels remarquables et protégés se situent hors des massifs montagneux, en général dans l'avant-pays.

Dans cette communication on se propose d'explicitier la signification morphodynamique du tressage fluvial dans des milieux de vallée fortement anthropisés. Se posent en effet les questions suivantes :

- Quelle est l'origine du tressage dans les vallées de piémont ?
- Pourquoi le tressage est-il relictuel ou a-t-il perdu son dynamisme dans ces vallées ?
- La dynamique des rivières dans les milieux de grand intérêt écologique garantit-elle une gestion durable ?
- Quelles solutions proposer pour assurer, sinon la pérennité, du moins un avenir à moyen terme à ces milieux menacés ?

1. L'ORIGINE DU TRESSAGE DANS LES VALLEES DE PIEMONT

1.1. La signification environnementale du tressage fluvial

Il est admis que le style fluvial d'un cours d'eau à fond mobile est une forme d'auto-ajustement de sa géométrie au jeu de deux variables, qui sont le débit liquide et le débit solide, notamment la charge de fond. Le tressage, caractérisé par la mobilité de chenaux multiples et de bancs alluviaux caillouteux ou sableux est favorisé par des débits de crue puissants et spasmodiques ainsi que par une charge abondante qui excède la capacité de transport du cours d'eau ; la pente du lit et de la vallée, en général supérieure à $0.8-1 \text{ }^{\circ}/\text{ }^{\circ}$, est elle même reliée au calibre des matériaux et à l'importance de la charge en transit.

Les rivières en tresses caractérisent les chaînes montagneuses récentes, les milieux arctiques et les milieux méditerranéens et arides. C'est à dire que le tressage est particulièrement bien représenté à la surface de la planète.

1.2 Le tressage en Europe à l'Holocène

Sur la quasi totalité du territoire européen le tressage était le mode de comportement des rivières et des fonds de vallée au Tardiglaciaire ; ceci s'explique par une fourniture sédimentaire intense sur des versants mal protégés, même en régions de plaine, et par la mobilisation estivale des débits de la fusion nivale. Il en résulte que les planchers alluviaux des lits majeurs actuels conservent une pente forte et une composition grossière héritée de cette paléo-dynamique.

Pendant l'Holocène, la végétalisation des bassins versants a radicalement modifié les conditions de l'écoulement et de la fourniture sédimentaire dans les régions de plaine ; des rivières à lit unique se sont surimposées sur les planchers anciens non fonctionnels, sans que les fluctuations hydroclimatiques ou les injections sédimentaires liées à l'érosion "accélérée" (par l'homme) leur aient permis de se réajuster aux modifications du débit. Il n'en fut pas de même dans les vallées montagnardes et sur les piémonts dans la mesure où les mêmes causes ont produit des effets sensibles : les périodes de péjoration climatique, en abaissant les étagements de végétation, ont favorisé de puissantes injections de charge de fond dans les systèmes fluviaux et réactivé les bandes de tressage des grands lits majeurs comme ceux du Rhône et de ses affluents, du Rhin ou du Danube.

La dernière crise morphodynamique est celle du Petit Age Glaciaire (14-19ème siècle). Dès la fin du 14ème siècle, les lits torrentiels sont réactivés au coeur des massifs ; des mégaformes caillouteuses progressent pendant plusieurs siècles en direction des piémonts (BRAVARD, 1989). Partout, la pénurie de combustible fragilise les forêts alluviales et facilite l'action morphodynamique des crues ; le tressage s'exprime ainsi d'autant plus facilement que l'homme a réduit les formes biologiques de résistance aux processus de réajustement morphologique des lits fluviaux.

2. POURQUOI LE TRESSAGE EST-IL RELICTUEL ?

Dans les vallées montagnardes et sur les piémonts, le tressage et la mobilité spatiale des lits fluviaux ne concernent plus que des tronçons réduits. Ce changement majeur, qui est une "métamorphose", a plusieurs causes (PEIRY, 1989 ; BRAVARD, 1991) :

- l'effet probable du changement climatique : la sortie du Petit Age Glaciaire a favorisé la colonisation végétale des versants de haute altitude et donc réduit l'érosion ; il est fort probable, également, que les très fortes crues ne se manifestent plus comme au 19ème siècle.

- l'action humaine dans les bassins montagnards : la politique de reboisement des terrains de montagne engagée dans les Alpes, notamment françaises, dans la 2ème moitié du 19ème siècle se réfère explicitement à un contrôle des flux hydriques et minéraux pour réduire les dégâts des crues et pour faciliter la navigation alors gênée par la sédimentation grossière (DE CRECY, 1982). La déprise rurale qui va suivre pour des motifs économiques va dans le même sens.

- la création de retenues dans les têtes de bassins piège une partie de la charge grossière
- le contrôle direct des lits fluviaux qui sont systématiquement endigués : à partir du moment où se fait sentir le tarissement de la charge de fond, les digues empêchent le déstockage sédimentaire dans les plaines alluviales et, de ce fait, toute élasticité de la réponse fluviale.

- Enfin les extractions, réalisées à l'échelle industrielle à partir des années 1950, prélèvent la charge en transit et le stock lui-même dans les lits mineurs, sans que les gestionnaires des rivières ne mettent en perspective l'évolution décrite (BLANC et *al.*, 1989).

Il ne fait guère de doute qu'une évolution naturelle, c'est-à-dire une sortie du Petit Age Glaciaire sans interférence de l'action anthropique, aurait provoqué une métamorphose allant dans le sens d'une réduction du tressage et d'une stabilisation des lits fluviaux. Les interventions signalées ont précipité le processus et fait que la conservation des reliques de ce mode de fonctionnement a été jugée prioritaire.

3. LA DYNAMIQUE ACTUELLE DES RIVIERES GARANTIT-ELLE UNE GESTION DURABLE DES ZONES D'INTERET ECOLOGIQUE ?

3.1 L'exemple des Ramières de la Basse Drôme

A l'aval de Crest, la Drôme était un vaste espace de tressage sur un dépôt alluvial aux allures de cône de déjection extra-montagnard. Elle fut endiguée entre 1820 et 1850 mais les travaux laissèrent deux zones à l'écart, les "Ramières" amont et aval séparées par un tronçon endigué. La végétalisation provoquée et spontanée du bassin versant a sans doute réduit la dynamique des flux mais l'impact des extractions atteint ici une ampleur exceptionnelle.

La colonisation végétale de la bande active est très nette sur les deux Ramières, comme en témoigne la réduction des surfaces occupées par les bancs de galets remaniés par les crues annuelles (fig. 1). Le stade arbustif progresse peu, l'essentiel du changement s'opérant au profit de la ripisylve évoluée, lorsqu'elle n'est pas grignotée par les surfaces agricoles, comme dans la Ramière aval. Les impacts enregistrés à l'échelle du bassin versant (reboisements, endiguements qui limitent la recharge par érosion latérale, extraction sur le tronçon ou plus à l'amont) ainsi que de probables changements naturels jouant sur le volume et le rythme des volumes d'eau écoulés, ont eu une influence sur les débits de crue et sur le volume de la charge de fond en transit qui sont relativement plus réduits (fig. 2). Ce changement a favorisé la végétalisation de la bande de tressage actif qui s'est contractée et la dissipation verticale de l'énergie. De ce fait, le processus d'incision du lit, dont la cause première est l'abus des extractions, s'est trouvé aggravé. Il en résulte une réduction de la pente de transport, donc de la puissance du cours d'eau, ce qui, par effet de rétroaction positive, entretient le processus de colonisation végétale. A fréquence constante des crues morphogènes, il est clair que le milieu subit une dérive due au déficit sédimentaire.

3.2 L'impact du déficit de charge de fond et des aménagements fluviaux

La protection des milieux fluviaux à dynamique de tressage héritée ou fonctionnelle pose donc des problèmes particulièrement difficiles de gestion des flux.

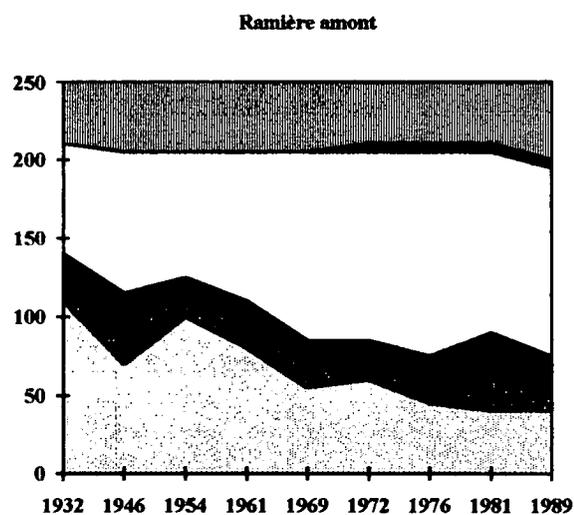
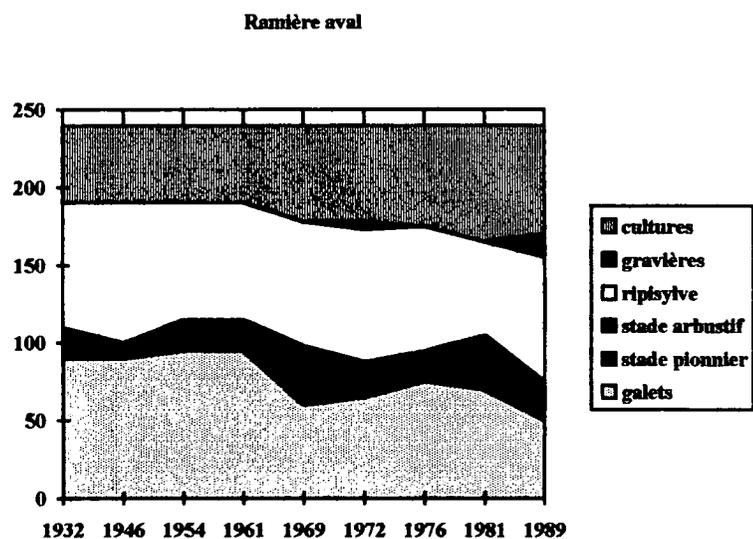
- Dans la plupart des cas, les flux hydriques ont perdu de leur efficacité morphogène car les débits naturels sont régulés par des réservoirs. Ce changement est irréversible à une échelle de temps multiséculaire. La variabilité naturelle est en partie oblitérée par cet impact.

- Les flux minéraux grossiers sont insuffisants dans l'espace fluvial protégé et l'on assiste fréquemment à un tarissement contemporain très perceptible. Ceci est net dans la vallée de l'Ain dont les bancs de galets s'immobilisent et sont activement soumis à la colonisation forestière (FAGOT et *al.*, 1989 ; BRAVARD et *al.*, 1991). Le Rhône de Chautagne déstocke les galets du secteur de la Malourdie et simplifie son tracé... Dans les deux cas, l'apport amont est totalement interrompu, et ce de manière irréversible.

- En revanche, même réduits, les flux minéraux en suspension sont toujours véhiculés dans le système. Ils ont une action morphogène même à l'occasion des petites crues, sous la forme de dépôts qui exhausent les bancs stabilisés et comblent progressivement les chenaux secondaires ou assèchent les milieux humides qui font l'objet des mesures de conservation. Ils participent donc au vieillissement des unités écologiques sans que la dynamique de

régénération soit en général envisageable, dans la mesure où ces espaces ont souvent fait l'objet d'endiguements.

Figure 1: Evolution de l'affectation de l'espace dans les Ramières de la Drôme entre 1932 et 1989 (en hectares).



A titre d'exemple, considérons à nouveau les Ramières de la Drôme (fig. 3). L'enjeu est de corriger un effet de rétroaction pervers en amorçant une rétroaction négative capable de compenser partiellement l'évolution en cours.

1- Considérant le fait que le moteur du déséquilibre est l'enfoncement du lit mineur, les seuils construits pour des usages autres que l'écologie se justifient et devront être renforcés, à défaut d'être conçus dès le départ de manière moins brutale.

2- L'enfoncement du lit a des effets négatifs sur la tenue de la nappe phréatique qui souffre d'autant plus des prélèvements d'eau pour l'irrigation. L'assèchement des milieux humides et de la ripisylve peut être compensé par une réactivation de l'érosion latérale ; celle-ci peut être aidée par des déboisements sélectifs opérés sur les surfaces dégradées par effet d'impact.

3- L'érosion latérale signifie une réinjection de matériaux grossiers dans l'espace de la bande active et donc l'élargissement de celle-ci ; favoriser les injections sédimentaires à l'amont, hors même le secteur protégé ne peut qu'être bénéfique.

4- La dissipation de l'énergie s'effectue sur une surface accrue, ce qui limite la tendance à l'enfoncement du lit ; la régénération des séquences végétales, notamment des stades pionniers et arbustifs, favorise le piégeage sédimentaire et un lent retour à l'exhaussement du plancher alluvial.

5- Il s'en suit une remontée corrélative de la nappe phréatique et une revitalisation de la forêt alluviale. La suite logique est l'établissement d'un état d'équilibre dans la mesure où la ripisylve augmente la rugosité hydraulique, favorise la concentration des écoulements et donc la dissipation de l'énergie.

6- On revient alors à la question primitive qui est la pertinence d'agir sur la forêt alluviale. Tout dépend en réalité du paysage et des biocénoses que l'on veut favoriser : milieu ouvert et dynamique ou milieu plus fermé à successions écologiques plus évoluées...

En conclusion, les recommandations que l'on est tenté de suggérer sont les suivantes :

1- Interdire toute extraction en lit mineur et dans les secteurs des lits majeurs susceptibles d'alimenter à terme le cours aval objet de protection. Même si le transport crée des zones de dépôt locales gênantes, il convient de tenir compte du caractère discontinu du transport par charriage et de gérer le lit fluvial sur la longue durée : les zones de dépôt se purgeront d'elles-mêmes et alimenteront à terme les zones d'intérêt écologique situées à l'aval.

2- Recréer, dans la mesure du possible, des zones d'érosion latérale à l'amont de façon à faciliter le déstockage des matériaux retenus dans les lits majeurs : la notion d'espace de liberté prend alors une indispensable dimension amont-aval.

3- Favoriser des zones de dépôt tout le long de la rivière pour retenir les matériaux en transit et différer leur sortie à l'aval du système fluvial. Ces zones de dépôts peuvent être des surlargeurs naturelles comme dans les Ramières de la Drôme, des surlargeurs recrées par destruction d'endiguements sans utilité économique ou des espaces temporairement ouverts par le défrichement de ripisylves dégradées. Les zones de dépôt peuvent également être favorisées par la construction de seuils transversaux.

4- Gérer la ripisylve sera un des impératifs des années à venir dans la mesure où l'invasion des ligneux modifie les conditions d'écoulement des débits liquides et de transit de la charge solide. Des déboisements sélectifs peuvent améliorer la mobilité spatiale des chenaux et

restaurer une partie des capacités de régénération du système ; les crues ne suffisent pas à assurer cette fonction lorsque les transits de charge de fond sont insuffisants.

5- Promouvoir une politique visant à assurer la durabilité du fonctionnement morphoécologique dans les éléments du système situés en position de piémont ne doit pas dispenser de réfléchir sur les possibilités de favoriser une véritable dynamique de tressage dans les cours d'eau montagnards de rang inférieur. La restauration de l'injection de la charge grossière sur des cours d'eau torrentiels peut, dans les limites de la compatibilité avec les autres usages de l'espace, maintenir de façon durable des écosystèmes de manière non artificielle. L'avenir de ce type d'écosystèmes est logiquement là, dans les régions tempérées et développées.

Remerciements :

La figure 1 a été conçue par Paul HAZEBROUCK d'après des calculs de surface réalisés sur les missions photographiques de l'Institut Géographique National.

BIBLIOGRAPHIE

BLANC X., PINTEUR F., SANCHIS Th., 1989 : Conséquences de l'enfoncement du lit de l'Arve sur les berges et les ouvrages. Bilan général des transports solides sur le cours d'eau. *La Houille Blanche*, n°3-4, pp 226-230

BRAVARD J.P., 1989 : La métamorphose des rivières des Alpes françaises à la fin du Moyen-Age et à l'Epoque Moderne. In F. PETIT, A. LAURANT et A. PISSART (édit.). *Société Géographique de Liège*, vol. 25 pp. 145-158.

BRAVARD J.P., 1991 : La dynamique fluviale à l'épreuve des changements environnementaux : quels enseignements applicables à l'aménagement des rivières ? *La Houille Blanche*, 7-8, 515-521.

BRAVARD JP., MALAVOI JR., AMOROS C., 1991 : L'Ain ou la difficulté de gérer une rivière en cours de métamorphose. *Actes de la journée d'étude : "Rivière en crise : Saône, Ain, Durance", du 17-3-1990.*

CRECY L. de, 1982 : Aspects techniques et socio-économiques des interactions entre les divers secteurs d'activité humaine et les processus sédimentaires dans le milieu amont. Montagne et domaine torrentiel, in : *Rapports sur le colloque de Propriano, B.R.G.M.*, (2), III, pp. 41-48.

FAGOT Ph., GADIOLET P., MAGNE M., BRAVARD JP., 1989 : Etude de dendrochronologie dans le lit majeur de l'Ain : la forêt alluviale comme descripteur d'un changement morphodynamique. *Rev. Géogr. de Lyon*, 4, pp. 213-223.

PEIRY JL., 1989 : Les sédiments dans les torrents de l'Arve : discontinuité fonctionnelle et impacts de l'aménagement des bassins versants. *La Houille Blanche*, 3-4, pp. 205-211.

LES INTERACTIONS ESPACE-TEMPS DANS LES HYDROSYSTEMES FLUVIAUX

Professeur G. PAUTOU
Laboratoire de Biologie Alpine
Université J. FOURIER
BP 53 X
F 38041 GRENOBLE CEDEX

Mon intervention ira dans le sens de l'exposé présenté par J.P. BRAVARD. Elle portera sur la gestion des espaces protégés dans l'hydrosystème rhodanien entre Genève et Lyon. Il faut, tout d'abord, identifier clairement les problèmes que soulève l'élaboration de plans de gestion. Les objectifs ne sont pas toujours définis avec précision. Que faut-il gérer ? Des populations végétales et animales, une biodiversité élevée ? Comment et avec quels moyens ; faut-il, pour ce faire, gérer les flux d'eau et de matière ? Peut-on contrôler les situations paroxysmiques (crues décennales et, a fortiori, centennales) ? Dans le cas de systèmes écologiques qui sont en perpétuel devenir, de systèmes "toujours renouvelés", pour reprendre l'expression de Paul Valéry, faut-il maintenir des états jugés intéressants, correspondant, pour le biologiste, à une sorte d'âge d'or ? Quels moyens techniques faut-il utiliser ? Un problème de déontologie se pose aux gestionnaires des réserves naturelles ; aussi, on peut comprendre des points de vue très différents, voire antinomiques.

En tout état de cause, je pense que les problèmes de gestion doivent être posés dans un cadre spatial très large, dépassant le périmètre de la réserve, à des échelles de temps différentes (DECAMPS and NAIMAN 1989). La réserve naturelle doit être située dans l'ensemble de l'hydrosystème et le plan de gestion dans une dynamique globale. Il faut, en outre, appréhender les tendances évolutives qui risquent de s'affirmer avec vigueur au cours des prochaines décennies (PAUTOU et DECAMPS 1985). Le gestionnaire doit être capable de dire quels sont les éléments reproductibles et ceux qui sont en cours de disparition. Nous prendrons l'exemple des communautés végétales.

Elles peuvent être classées en trois catégories principales (fig. 1) :

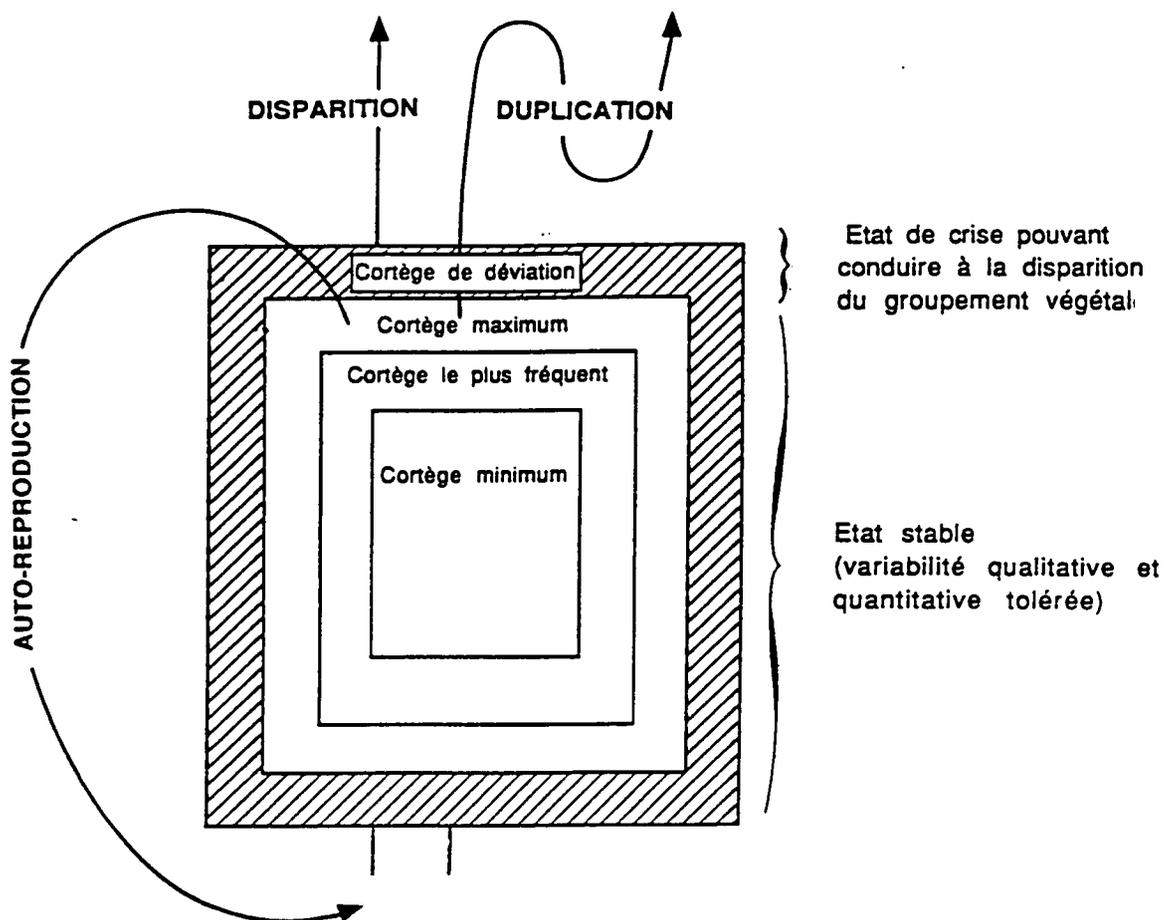
- les communautés qui se maintiennent et persistent sur la même portion de territoire par renouvellement périodique des populations. Les individus qui meurent sont remplacés par des jeunes ; il existe une répartition régulière des individus dans les différentes classes d'âge. Des interventions humaines comme la fauche peuvent être indispensables pour maintenir une composition floristique très diversifiée en contrôlant les rapports quantitatifs entre les différents partenaires. Il y a auto-conservation ou auto-renouvellement du sous-système.

- les communautés qui ne peuvent persister dans la Réserve que par un phénomène de duplication : c'est le cas, dans les hydrosystèmes à fonctionnement géomorphologique actif, des communautés pionnières et post-pionnières ; elles ont souvent une vie éphémère sur une portion de territoire déterminé, mais se reconstituent sur des sites

jeunes, néoformés par charriage et sédimentation. Les saussaies à Salix alba, par exemple, entrent dans cette catégorie.

- les communautés transitoires, en état de labilité, qui, après un temps d'inertie plus ou moins long, finissent par disparaître de façon définitive. Cette disparition est la conséquence d'une modification irréversible des conditions écologiques. Ce type de communauté est bien représenté sur les paliers les plus hauts des tronçons court-circuités par la construction de canaux de dérivation.

Figure 1 : Devenir des communautés végétales dans un hydrosystème fluvial. On fera la différence entre les variations de la composition floristique qui font partie du domaine de fluctuation (cortège minimum, cortège le plus souvent représenté, cortège maximum) et les variations qui indiquent un état de labilité, pouvant conduire à la disparition de la communauté végétale (cortège de déviation).



L'unité spatiale "vallée" est fondamentale (fig. 2), car elle permet de mettre en évidence les spécificités floristiques et phytosociologiques, les courants de migration, les stations abyssales (de plantes alpines dans notre cas). Elle permet d'évaluer la représentativité de la Réserve, sur le plan, par exemple, de la biodiversité mais également son degré de vulnérabilité vis à vis d'agressions éventuelles venant de l'amont.

Le tronçon est une unité fonctionnelle essentielle, dans la mesure où il se caractérise par une pente déterminée, c'est à dire par les volumes d'eau qui transitent et par une quantité d'énergie cinétique dissipée. C'est au niveau du tronçon que doivent être quantifiées les interactions entre les flux (d'eau, de sédiments, de nutriments, de matière organique, de diaspores, d'énergie) acheminés par les différents circuits (chenal principal, bras, affluents, canaux, fossés) et les communautés végétales qui composent la Réserve Naturelle.

Le compartiment bio-hydroénergétique ou ensemble fonctionnel (PAUTOU, 1988) représente l'unité majeure pour élaborer un plan de gestion, dans la mesure où il s'individualise par une dynamique spécifique des flux, responsable de l'organisation spatiale des communautés végétales et du déroulement des successions. Le compartiment se délimite facilement par l'assemblage de communautés spécifiques ; les rapports quantitatifs entre les surfaces occupées par chaque type sont représentatifs de l'activité du cours d'eau et de la reproductibilité des processus qui assurent leur renouvellement ou leur duplication. Le plan de gestion doit donc s'insérer dans un continuum spatial dans le cadre de structures emboîtées.

Des remarques de même nature s'imposent pour les échelles temporelles (fig. 3); Chacune d'entre elles met en évidence des phénomènes qui intéressent le gestionnaire. L'année permet de suivre les variations saisonnières ; une période de submersion n'a pas la même signification sur le plan physiologique, suivant qu'elle se produit pendant la saison froide ou pendant la période d'activité biologique.

La décennie est une unité fondamentale, car elle met en évidence les fluctuations qui interviennent au sein des populations végétales, les phénomènes d'explosion démographique (populations monopolistes comme celles de *Polygonum saccharinense*) ou d'effondrement des effectifs (*Ulmus minor*, suite aux atteintes par la graphiose). Ce pas de temps permet d'évaluer les modifications de type quantitatif qui interviennent dans les différentes communautés végétales. Le siècle correspond à une intervalle de temps suffisamment long pour diagnostiquer des changements de type qualitatif, traduisant une déviation du système ; des communautés disparaissent, de nouvelles se mettent en place. Il s'agit de savoir si la réserve s'insère dans un état stationnaire de l'hydrosystème, où les processus qui assurent la permanence des communautés végétales spécifiques sont reproductibles, ou bien si elle s'insère dans un état transitoire correspondant à une évolution irréversible. Le millénaire est un pas de temps qui est utile pour appréhender des mouvements lents, de faible intensité, mais continus ; c'est le cas, par exemple, de l'enfoncement de la ligne d'eau et, corrélativement, du toit de la nappe aquifère qui est continu depuis plusieurs millénaires dans la basse vallée de l'Ain. Paradoxalement, par effets cumulés du temps, l'abaissement de la nappe conduit à favoriser la progression des espèces xérophiles ou mésoxérophiles dans l'hydrosystème et à provoquer la genèse de communautés inédites, n'existant pas auparavant ; c'est le cas, par exemple, de la communauté à *Populus nigra*, *Salix eleagnos* et *Quercus pubescens* sur les épaisses nappes d'alluvions grossières, dans les parties marginales de la plaine d'inondation.

Figure 2 : Les unités spatiales retenues dans l'analyse des hydrosystèmes

NIVEAUX HIERARCHIQUES	CARACTERISTIQUES PHYSIQUES	CARACTERISTIQUES BIOTIQUES
VALLEE	<ul style="list-style-type: none"> - Relations bassin versant plaine d'inondation - Relations amont-aval - Articulations entre tronçons - Effets de confluence 	<ul style="list-style-type: none"> - Spécificité floristique (banque de taxons) - Zonation longitudinale - Stations abyssales d'espèces - Courants de migration
TRONCON	<ul style="list-style-type: none"> - Relations chenal principal - parties périphériques de la plaine d'inondation - Connexions entre circuits et réservoirs - Transferts de matière organique et de sédiments - Rapports entre flux d'entrée et flux de sortie 	<ul style="list-style-type: none"> - Spécificité phytosociologique - Individualisation des espèces à déterminant thermique (palier altitudinal) - Assemblage de groupements (bandes parallèles aux lignes d'énergie) - Connectivité transversale
COMPARTIMENT	<ul style="list-style-type: none"> - Modalités de dissipation de l'énergie cinétique - Régime des flux hydriques (répartition saisonnière) - Type de fonctionnement géomorphologique 	<ul style="list-style-type: none"> - Assortiments de groupements végétaux - Toposéquences - Organisation des groupements dans l'espace alluvial (mosaïque)
BIOTOPE	<ul style="list-style-type: none"> - Particularités du profil pédologique - Rapports entre phase aérobie et anaérobie - Remontées capillaires à partir de la nappe souterraine - Rapports entre export et import 	<ul style="list-style-type: none"> - Structure du groupement (composition floristique, statut des populations) - Biomasse, productivité - Mécanismes biologiques et physiologiques spécifiques
STATION	<ul style="list-style-type: none"> - Particularités écologiques (de localisation ou de situation) 	<ul style="list-style-type: none"> - Structure du groupement (individualisation des éléments constitutifs) - Relations avec l'environnement biotique

Figure 3 : Les unités temporelles retenues dans l'analyse des hydrosystèmes.

	PHENOMENES PHYSIQUES	PHENOMENES BIOLOGIQUES
ANNEE	<ul style="list-style-type: none"> - Oscillations de la nappe phréatique - Capacité minimale de régénération 	<ul style="list-style-type: none"> - Progression et régression des populations d'interface - Surfaces de sites neufs susceptibles d'accueillir les espèces pionnières
DECENNIE	<ul style="list-style-type: none"> - Capacité de transformation du système : par exemple, exhaussement par dépôt de sédiments - Rapports entre export et import 	<ul style="list-style-type: none"> - Modifications des rapports quantitatifs entre populations - Surfaces susceptibles d'accueillir les bois durs - Réorganisation de la mosaïque végétale
SIECLE	<ul style="list-style-type: none"> - Modifications des formes du relief - Enfouissement et exhaussement de la ligne d'eau - Phénomènes de réversibilité et d'irréversibilité 	<ul style="list-style-type: none"> - Modalités de déroulement des successions - Changements qualitatifs affectant les groupements végétaux - Apparition de groupements liés à des situations hydrologiques particulières
MILLENAIRE	<ul style="list-style-type: none"> - Mouvements lents de faible intensité (évolution pédogénétique) - Capacités d'innovation du système ; intensité des phénomènes de déviation 	<ul style="list-style-type: none"> - Modifications des rapports quantitatifs entre groupements permanents et groupements transitoires (liés à un bloc temporel) - Changements de type qualitatif (naturalisation d'espèces)

La composition floristique d'une communauté végétale rend compte de phénomènes qui s'expriment dans les différentes unités spatiales et de mouvements qui s'expriment à des pas de temps différents. Ainsi, la forêt de bois dur à base de *Fraxinus excelsior* et *Quercus robur* comporte, dans la vallée de l'Isère :

- des phréatophytes à appareil racinaire qui s'enfoncent profondément dans le sol ; ils sont très sensibles aux variations saisonnières de la nappe. Même, si cette dernière se trouve à plusieurs mètres de profondeur, ils bénéficient des remontées capillaires au moment où l'activité physiologique est maximale.

- des arbustes mésophiles ou mésoxérophiles qui explorent les couches superficielles du sol. Leur présence est à mettre en relation avec les phénomènes d'incision provoqué par un fort prélèvement de matériaux durant la période 1944 à 1968. Ces phanérophytes recherchent, en fait, un sol soumis à l'aérobiose de façon quasi-permanente ; ces conditions ont été réalisées par l'enfoncement de la nappe phréatique, consécutive à l'abaissement de la ligne d'eau.

- des espèces herbacées et ligneuses, telles que *Carpinus betulus*, *Acer platanoides*, *Quercus pubescens*, bien représentées dans les étages qui surplombent la plaine d'inondation. Leur présence est la conséquence des endiguements du XIX^{ème} siècle et, plus récemment, de la mise en service d'usines hydroélectriques.

Il est fondamental pour les gestionnaires d'individualiser des espèces végétales qui soient des descripteurs de changement. Leur apparition dans une communauté annonce un changement en profondeur. La réponse à une déviation du système est seulement perceptible mais dans les années qui suivent ou dans les prochaines décennies, elle va s'amplifier. L'arrivée dans les forêts de bois dur d'espèces comme *Mercurialis perennis*, *Salvia glutinosa*, *Campanula trachelium* semble indiquer une "introgression" prochaine de phanérophytes collinéens ; elle peut être très longue lorsque les espèces exogènes ne se trouvent pas dans des sites situés à proximité des forêts alluviales.

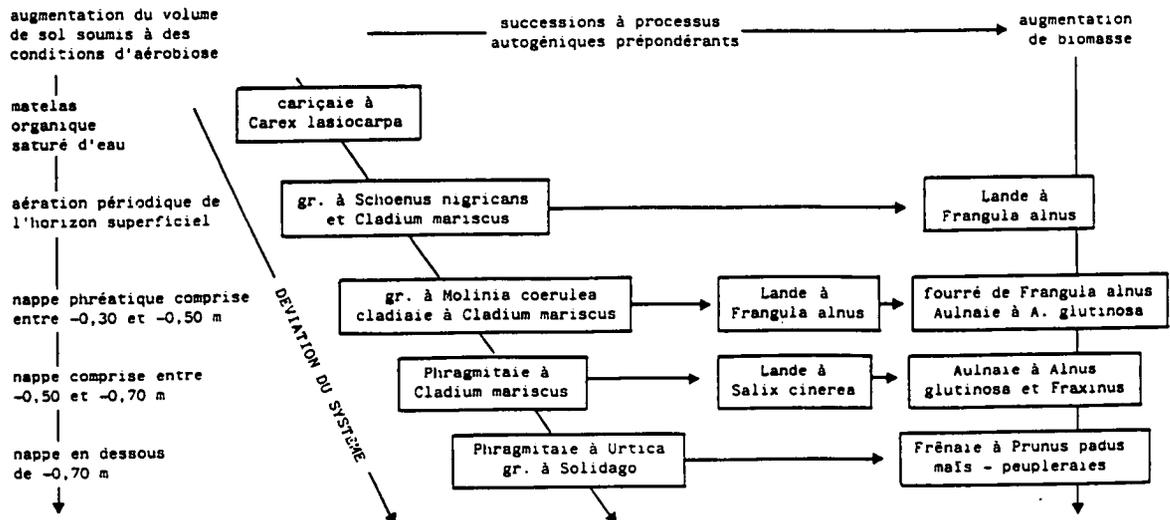
Le maintien d'une biodiversité élevée est un des objectifs du gestionnaire. Cette biodiversité ne doit pas être prise en compte uniquement sous l'aspect quantitatif ; il faut également considérer la nature de cette biodiversité. Dans le cas d'hydrosystèmes encore soumis à une régénération active, le couplage des processus d'érosion, de charriage et de sédimentation assure le maintien d'un gradient étalé de contraintes (instabilité, hypoxie, anoxie) mais également de ressources supplémentaires (par exemple les remontées capillaires à partir de la nappe phréatique), qui est à l'origine d'une biodiversité élevée spécifique. Lorsqu'une partie de la plaine d'inondation est en dehors du champ de dissipation de l'énergie, la biodiversité peut rester élevée par descente d'espèces collinéennes ou montagnardes mais elle est beaucoup plus banale. Si on essaye d'évaluer les changements de biodiversité, tout au long de l'histoire de l'hydrosystème, on constate des différences flagrantes au sein de la plaine d'inondation. Ainsi, la biodiversité a varié faiblement dans les compartiments où les conditions écologiques sont très sévères. Les interventions humaines s'exercent suivant le même rythme : c'est le cas des prairies sur tourbe engorgées de façon quasi-permanente et fauchées tous les ans. En revanche, lorsqu'un compartiment est soumis à un phénomène de déviation, qui est responsable d'un changement pérenne des paramètres, il devient difficile de figer un état qui est le résultat de conjonctions spatio-temporelles particulières. C'est le cas par exemple, du complexe insulaire de Brégner-Cordon : toutes les espèces alluviales sont présentes sur 600 hectares (par exemple, *Alnus incana* cohabite avec *Alnus glutinosa*, *Salix alba* avec *Salix cinerea*); une quarantaine de groupements végétaux herbacés et ligneux ont été décrits

(PAUTOU, 1988). Il s'agit, en fait, d'un héritage du XIXème siècle : la construction de digues submersibles en favorisant la formation de levées sableuses, le dépôt de limons sur les replats, le colmatage des lônes, l'arrêt des pratiques (fauche, pâturage, exploitation des bois) ont ajouté leurs effets pour engendrer une biodiversité élevée à la fois physionomique et phytosociologique (BRAVARD et al., 1986). Mais il s'agit d'une situation éphémère. La mise en service de l'usine de Brégnier-Cordon a provoqué un nouveau déplacement des paramètres majeurs ; l'aménagement hydroélectrique va amoindrir la biodiversité dans les habitats extrêmes où l'eau est à l'origine de stress par ses excès mais, en revanche, va allonger l'éventail des plantes mésophiles voire mésoxérophiles. Il faut, à notre avis, sauvegarder une biodiversité phytosociologique qui soit le reflet d'une biodiversité fonctionnelle spécifique. Il s'agit donc pour le gestionnaire d'établir les règles d'appréciation qualitative.

Il existe tous les cas de figure entre la réserve qui se situe dans un hydrosystème "sauvage" régénéré de façon régulière par la dynamique du cours d'eau et l'hydrosystème "en perte de spécificité" hors-inondation et en rapport avec une nappe phréatique profonde qui est en train de basculer vers un système de terrasse. On peut considérer qu'un système alluvial dont les communautés de ligneux ne bénéficient plus des remontées capillaires à partir de la nappe n'est plus un hydrosystème. La réserve occupe une position entre ces deux états extrêmes, qu'il faut déterminer avec précision. Il est aussi fondamental de diagnostiquer les tendances en cours.

Un outil très efficace pour effectuer des scénarii prévisionnels est la description des suites de communautés allochroniques (fig. 4).

Figure 4 : Les suites de communautés allochroniques dans les marais tourbeux de Chautagne.



La suite est définie comme un ensemble de communautés qui se remplacent, suivant un ordre précis, sur la même portion de territoire, mais dans des blocs temporels différents et à la faveur de conditions écologiques différentes. Le déroulement de la suite est provoqué par les effets cumulés des interventions humaines (endiguement, drainage, construction de réservoirs, etc...) sur les modalités de circulation des flux et de dissipation de l'énergie cinétique. Je présenterai l'exemple du complexe insulaire de la Malourdie qui se trouve dans le tronçon court-circuité par l'aménagement de Chautagne. L'endiguement du XIXème siècle et la construction du barrage ont eu les conséquences suivantes : stabilisation des sédiments, exhaussement par dépôt de sables et de limons, mise hors-inondation (à l'exception des crues décennales ou de débit supérieur), enfoncement de la nappe (de 4 mètres, environ, en moins de deux siècles pour les terrains situés à proximité du barrage). J'ai pu décrire, une suite de communautés allochroniques qui a débuté par une communauté pionnière à *Epilobium dodonaei* et *Salix*, s'est poursuivie par l'installation de communautés de bois tendres, ensuite de bois durs, pour parvenir 10 ans après la mise en place du barrage, à l'implantation d'une frênaie à *Fraxinus excelsior* et *Acer platanoides*, qui, vraisemblablement, va évoluer vers une charmaie à *Carpinus betulus*, *Acer platanoides*, affine de celles qui ont été décrites par CARBIENER (1970) dans la vallée du Rhin.

Je prendrais comme deuxième exemple celui des marais tourbeux de Chautagne, qui sont situés au Nord du Lac Bourget. On peut décrire une suite depuis la genèse de la tourbe consécutive à la surélévation de la ligne d'eau de l'ancien lac postglaciaire jusqu'aux effets du raccourcissement des périodes de submersion (actuellement, le marais n'est inondé qu'une année sur trois) et de l'abaissement de la nappe phréatique consécutif aux opérations de drainage. Aux modifications des conditions hydrologiques s'ajoute le phénomène de déprise (abandon des interventions de fauche) qui est intervenu à partir de la première guerre mondiale (fig. 6). La suite permet de prendre en compte les modifications du tapis végétal qui sont susceptibles de se produire dans les prochaines années, voire dans les prochaines décennies. Actuellement, une Phragmitaie à *Cladium mariscus* et *Solidago gigantea* se met en place. Si un abaissement de la nappe intervient à nouveau, la cladiaie disparaîtra et sera remplacée par une Phragmitaie à *Filipendula ulmaria* et *Urtica dioica* et, à plus longue échéance, par une frênaie à *Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa* et *Quercus robur* ou bien par une peupleraie ou un champ de maïs.

CONCLUSION

Ces quelques remarques soulignent l'intérêt de situer le plan de gestion d'une réserve alluviale dans un cadre très large, par suite de la solidarité spatiale qui existe entre les éléments (les sous-systèmes) composant l'hydrosystème. R. CARBIENER montrera, dans la communication suivante, l'importance des phénomènes de connectivité. L'insertion des communautés végétales, composant la mosaïque en place, dans des suites, telles que nous venons de les définir, permet de faire la part entre celles qui sont permanentes et se maintiennent par auto-conservation et les communautés transitoires qui sont liées à l'émergence de conditions écologiques nouvelles dans le cadre d'une évolution irréversible de l'hydrosystème (PAUTOU et al 1992). Après l'établissement d'un diagnostic sur la dynamique de l'hydrosystème, le gestionnaire peut définir les objectifs de la gestion : maintenir l'état actuel en créant des rétroactions négatives, favoriser la mise en place d'entités écologiques nouvelles, ou accélérer une évolution en cours.

BIBLIOGRAPHIE

BRAVARD J.P. ; AMOROS C. et PAUTOU G. (1986) : Impact of civil engineering works on the successions of communities in a fluvial system ; a methodological and predictive approach applied to a section of the upper Rhone river (France). *Oikos*, 47, 92-111

CARBIENER R (1970) : Un exemple de type forestier exceptionnel pour l'Europe occidentale : la forêt du lit majeur du Rhin, au niveau du fossé rhénan. *Vegetatio*, 20, 1.4, 97-149

DECAMPS, H and NAIMAN, J (1989) : L'écologie des fleuves. *La Recherche* 20, 310-319

PAUTOU, G and DECAMPS, H (1985) : Ecological interactions between the alluvial forests and hydrology of the upper Rhone. *Archiv für Hydrobiologie* 104, 1, 13-37

PAUTOU, G (1988) : Perturbations anthropiques et changements de végétation dans les systèmes fluviaux. L'organisation du paysage fluvial rhodanien entre Genève et Lyon. *Documents de cartographie écologique*, 21, 73-96

PAUTOU, G. GIREL, J. and BOREL, J.L (1992) : Initial repercussions and Hydroelectric Developments in the french upper Rhone valley : a lesson for predictive scenarios propositions. *Environmental Management*, vol 16, 2, 231-242.

EVOLUTION DES ECOSYSTEMES AQUATIQUES ET GESTION DES HYDROSYSTEMES FLUVIAUX

Professeur C. AMOROS

Laboratoire d'écologie des eaux douces

et des grands fleuves

URA CNRS 1651

Université Claude Bernard Lyon 1

43, rue du 11 novembre 1918

69622 VILLEURBANNE CEDEX

Dans le cas de cours d'eau naturel, le jeu de la dynamique fluviale provoque la juxtaposition de bras latéraux dont les écosystèmes sont à différents stades successionnels. En effet, à partir de leur abandon par les eaux courantes, les anciens chenaux se transforment plus ou moins rapidement en écosystèmes d'eau stagnante puis en zones humides et enfin en marais boisés qui seront à leur tour envahis par des groupements forestiers. Mais à mesure que les écosystèmes aquatiques s'atterrissent, le cours d'eau recrée ailleurs, par divagation de son lit, de nouveaux milieux aquatiques. Avec l'aménagement accéléré des cours d'eau depuis un siècle, les processus naturels de la dynamique sont altérés ou anéantis. Les cours d'eau ne divagent plus. Les bras latéraux deviennent des héritages du passé et le but d'une gestion patrimoniale sera de prolonger autant que faire se peut, la durée de vie de ces écosystèmes.

Deux grands types d'anciens chenaux peuvent être distingués, en fonction du style géomorphologique du tronçon de cours d'eau considéré : chacun de ces types se caractérise par une succession écologique particulière :

* lorsque la pente est faible, le style à méandre domine ; les anciens chenaux sont des plans d'eau calmes, avec une zonation classique, partant de l'eau libre au centre, passant par des zones à hydrophytes puis à héliophytes, les cariçaies, pour aboutir à des boisements à saule cendré, puis à aulne glutineux. Ici l'évolution se produit essentiellement du fait de l'accumulation de matière organique;

* si la pente est plus forte, les anciens chenaux issus du modèle tressé, présentent d'autres caractéristiques : l'eau y est renouvelée, faiblement courante, en relation avec des apports souterrains (sous-écoulement, nappe phréatique). A l'occasion des crues, une sédimentation minérale s'y produit. Si le bras est alimenté par l'amont, par le fleuve ou un affluent, il peut présenter un degré important d'eutrophisation. En revanche, s'il est alimenté par des apports d'eau souterraine de bonne qualité, il peut abriter des communautés d'eaux oligotrophes.

1. LES MECANISMES D'EVOLUTION DES BRAS LATERAUX

Deux familles de processus déterminent l'évolution de l'écosystème d'un ancien chenal :

- les processus autogènes, par lesquels l'écosystème génère sa propre transformation,

- les processus allogènes, où des facteurs externes génèrent la transformation de l'écosystème.

1.1 Les processus autogènes

Le plus important est la production de biomasse, qui provoque une accumulation progressive de matière organique dans le plan d'eau. Ainsi, il se comble petit à petit, ce qui permet l'installation d'hélophytes, puis d'espèces ligneuses. A mesure que la succession progresse, la production de biomasse croît, ce qui accélère le comblement. Dans le même temps, l'évapotranspiration croît également, ce qui occasionne une baisse accrue du niveau de l'eau pendant la saison de végétation. Cette baisse de niveau favorise également l'installation des ligneux.

La compétition pour la lumière est également responsable d'une transformation de l'hydrosystème. Elle contribue au remplacement progressif des espèces, d'abord des hydrophytes par les hélophytes, puis des hélophytes par des ligneux.

1.2 Les processus allogènes

L'alluvionnement, lors des crues, est favorisé par les obstacles à l'écoulement (embacles, végétation), qui provoquent une perte de compétence, donc le dépôt des sédiments les plus grossiers (graviers, sables). En retour, cet alluvionnement favorise le développement de la végétation, qui offrira un obstacle d'autant plus important à l'écoulement. Il s'agit donc d'une boucle de rétroaction positive qui peut conduire rapidement à l'atterrissement de l'ancien chenal.

Les apports d'eau souterraine agissent sur la production de biomasse, et sur le bilan d'accumulation de la biomasse : la température de l'eau reste basse en été et les teneurs en nutriments sont généralement faibles. Ainsi la production primaire est moins intense. De plus, si le débit est suffisant, un écoulement aval s'installe, exportant ainsi une partie de la biomasse produite.

Le balayage par les crues agit de plusieurs manières : il endommage ou arrache la végétation, ce qui "rajeunit" la succession. La biomasse est également exportée. Si les vitesses d'écoulement sont suffisantes, les eaux de crues peuvent décaper le fond.

2. QUELS ENSEIGNEMENTS POUR LA GESTION

Pour clarifier l'exposé, nous reprendrons les deux cas extrêmes : chenaux issus d'un modèle à méandre, ou d'un modèle tressé. Mais il faut insister sur l'existence de nombreux cas intermédiaires ; ces cas peuvent être d'origine naturelle : dynamique fluviale dépendant de paramètres variant en continu, distance par rapport à l'axe du chenal principal. Ils peuvent également être d'origine artificielle : digues limitant ou bloquant la dynamique fluviale, suppression de l'inondation.

2.1 Anciens méandres, marais

Dans ce type de chenaux, les successions écologiques sont dominées par les processus autogènes. Le gestionnaire peut intervenir sur les entrées du système écologique : il limitera les facteurs accélérant la production de biomasse (apports de nutriments). Il peut aussi intervenir sur les sorties, en exportant une partie de biomasse produite (fauche, pâturage).

2.2 Anciens bras tressés

Dans ce cas, les successions écologiques sont largement dominées par les processus allogènes. Le gestionnaire pourra, comme dans les anciens méandres, jouer sur le bilan de production et de stockage de la biomasse, mais aura en plus la possibilité d'intervenir sur la réversibilité de certains processus successionnels allogènes;

- le maintien ou l'augmentation des apports d'eau souterraine est un aspect essentiel de la gestion de ces hydrosystèmes. Il faut donc conserver, ou restaurer des niveaux de nappe permettant ces apports. Par ailleurs, il est important de favoriser les écoulements (élimination des obstacles) et de maintenir une ouverture à l'aval, ce qui permettra l'exportation d'une partie de la biomasse. Il faut noter l'intérêt de la connexion aval des bras latéraux avec le fleuve, notamment pour assurer les possibilités de déplacement des poissons. En contrepartie cette ouverture aval peut présenter un risque de contamination par reflux d'eaux fluviales de mauvaise qualité.

- le maintien ou la restauration du passage des crues, présente des aspects positifs et d'autres négatifs : d'un côté, il permet l'exportation de la biomasse, la régression de la succession, et l'érosion des fonds. A l'inverse, les risques d'alluvionnement et/ou de contamination par des eaux polluées sont plus importants.

- l'ombrage des rives permet de réduire l'énergie solaire disponible pour la production végétale. Mais les feuilles mortes de certaines espèces (le peuplier noir notamment) ont un effet désoxygénant sur l'eau, qui peut être sensible si le renouvellement est insuffisant.

CONCLUSIONS

Les éléments exposés sont des principes généraux, qui guideront le diagnostic, mais qui ne sont en aucun cas des recettes standard. Cet exposé a mis en évidence la complexité des phénomènes écologiques et la multiplicité des facteurs de transformation des hydrosystèmes fluviaux. Leur gestion doit être envisagée au cas par cas : elle doit être précédée de l'évaluation de l'importance relative de chaque processus, afin de chercher à savoir de quel côté va se déplacer l'équilibre.

BIBLIOGRAPHIE

LEPART J. ; ESCARE J. (1983) : La succession végétale, mécanismes et modèles : analyse bibliographique. *Bull. Ecol.* 14(3) : 133 - 178

GORDON I. J., DUNCAN P., GRILLAS P., LECOMTE T., (1990) : The use of domestic herbivores in the conservation of the biological richness of European wetlands. *Bull. Ecol.* 21(3) : 44 - 48

AMOROS C., BRAVARD J.P., REYGROBELLET J.L., PAUTOU G. , ROUX A.L., (1988) : Les concepts d'hydrosystème et de secteur fonctionnel dans l'analyse des systèmes fluviaux à l'échelle des écocomplexes. *Bull. Ecol.* 19 : 531 - 546

AMOROS C., PETTS G.E. (eds) - sous presse - Hydrosystèmes fluviaux - à paraître chez *Masson édit., Paris*, approx. 300 p.

ETAT ACTUEL DES CONNECTIVITES ENTRE LE RHIN ET SA BANDE RIVERAINE

Professeur R. CARBIENER

Université Louis Pasteur

Faculté de Pharmacie

74, route du Rhin

B.P. 10

67400 ILLKIRCH-GRAFFENSTADEN

(N.D.L.R. : retranscription d'après l'enregistrement de la communication orale)

Nous bénéficions avec le Rhin d'un milieu naturel qui représente un modèle écologique remarquable. En effet le Rhin s'écoule pour partie dans un fossé tectonique de 300 km de long qui s'étire de Bâle à Mayence. Dans ce secteur, le fleuve a façonné librement sa plaine alluviale dans des conditions de subsidence. Ainsi la vallée du Rhin représente un modèle d'évolution longitudinale et transversale d'un déterminisme extrêmement excitant à étudier. Ce modèle écologique représente du point de vue scientifique un laboratoire à ciel ouvert dans lequel nous pouvons étudier les conséquences des variations de paramètres tels que : la pente, le débit, la granulométrie. Le fossé rhénan constitue sur le plan de l'acquisition des connaissances scientifiques un terrain d'investigation exceptionnel.

Malheureusement le Rhin a été victime d'une artificialisation considérable. La bande active dans la zone canalisée d'Alsace-Bade est réduite à des fragments résiduels. Néanmoins les héritages qui nous ont été légués sont encore suffisamment puissants pour que nous ayons encore un écosystème d'une biodiversité qui mérite d'être préservée ou améliorée dans la mesure du possible.

Le thème qui sera abordé dans le présent exposé est celui de la connectivité, c'est à dire les modalités d'échanges entre le Rhin et sa plaine alluviale.

I. LES CONNECTIVITES APRES LA CORRECTION DU RHIN

Voyons tout d'abord les héritages dus à la correction par les endiguements du 19^e siècle.

Avant les travaux d'aménagements du Rhin réalisés conformément au projet de l'ingénieur badois TULLA, le Rhin était frangé d'une bande forestière continue. Le régime nival du fleuve avec ses hautes eaux d'été consécutives à la fonte des neiges dans les Alpes limitait tous les autres types d'occupation du sol. Par conséquent, avant l'endiguement du Rhin la connectivité entre le fleuve et sa ripisylve s'exerçait sur l'ensemble de la bande active représentée par des forêt alluviales avec tous leurs types successionnels.

La correction du Rhin par les endiguements a structuré le paysage fluvial en 3 compartiments. Ces derniers présentent encore de nos jours un grand intérêt du point de vue historique et du point de vue du fonctionnement actuel des connectivités.

A. Le compartiment interne aux digues

Dans le premier compartiment interne à la digue principale, régulièrement inondée par les eaux de crues, la connectivité est liée à l'apport régulier de sédiments et de nutriments. D'où la fertilisation de la forêt alluviale qui lui donne un statut de forêt des grands fleuves assez extraordinaire. Ce type de forêt présente une grande originalité au niveau européen.

Toutefois depuis l'endiguement qui a modifié et réduit la dynamique fluviale, la bande active n'est plus que résiduelle le long des bras morts, comme l'a exposé le Professeur AMOROS dans sa communication sur les systèmes aquatiques. Au niveau de l'écosystème forestier, cela se traduit par une stabilisation à l'origine du développement du stade terminal, c'est à dire d'une forêt à bois dur (forêt de chêne pédonculé, frênes, ormes, peupliers noirs, peupliers blancs) qui s'est installée après la correction. Cette forêt eutrophe et hygrophile conserve en tout cas un petit peu la connectivité qui résulte d'une certaine dynamique liée aux hautes eaux régulières. Il subsiste encore une autre dynamique que nous appelons sylvigénétique interne. L'écosystème forestier est stabilisé. Sa stabilisation a été longue, car le pas de temps est de l'ordre du siècle ou plus. Mais toutefois une fois arrivé au stade de maturité l'écosystème forestier s'auto-entretient par un cycle complexe et particulièrement actif qui intègre des éléments de la forêt collinéenne. Ceci explique la diversité structurale de la mosaïque formée dans les stations qui sont restées relativement naturelles ; celle que nous essayons justement de ré-obtenir dans les réserves naturelles.

Les forêts alluviales des zones inondables constituent des secteurs de recharge de la nappe phréatique, quantitativement et qualitativement très importants. Les zones inondables ont été comparées à un corps de "réacteur biologique" de régénération et d'épuration des eaux souterraines. Les travaux récents de notre équipe ont permis de montrer que dans la zone inondable de l'île de Rhinau, la forêt terminale, qui est la plus structurée, épure le mieux les eaux de crues inondantes. En revanche sous les stades pionniers, ou sous les plantations de peupliers l'eau de la nappe est moins pure. En fait c'est tout à fait logique, c'est en rapport avec les autres études que nous faisons sur le fonctionnement d'écosystème forestier : le modèle étant celui des études remarquables sur les forêts intertropicales amazoniennes, où les hydrobiologistes ont démontré la capacité des forêts structurées d'être un filtre de rétention total des éléments biogènes. Dans une forêt évoluée, il y a une telle intégration affectant les fonctions d'assimilation des nutriments, que la forêt tropicale fonctionne comme un filtre d'une efficacité très élevée, c'est à dire que rien ne passe dans la nappe. Dans les pays tempérés, il y a toujours des pertes en raison de la période de repos hivernal. L'efficacité du filtre forestier vis à vis des crues inondantes est liée à l'interaction entre les différentes espèces végétales pour le partage dans l'espace et le temps de la ressource. De surcroît, plus la structure forestière est complexe, plus le partage est optimisé. D'où les relations complexes entre qualité structurale et efficacité du fonctionnement.

En résumé, il faut absolument conserver les forêts inondables pour assurer l'alimentation des nappes phréatiques en eau de bonne qualité.

B. Le compartiment d'interdigue

A l'extérieur des digues principales, il n'y a plus d'inondations par des eaux de crues épiquées. La connectivité s'y manifeste par un battement de nappe phréatique. Les remontées de nappe apportent à l'écosystème forestier une bonne irrigation, mais sans apports de nutriments. Il y a donc un certain appauvrissement dû à une certaine oligotrophisation liée à une modification de l'alluvionnement, qui varie entre le secteur tressé et le secteur des méandres. Dans le système tressé, il y a une tendance à l'appauvrissement et une tendance à l'introggression, c'est à dire l'apparition d'arbres des forêts non alluviales. On assiste alors au développement d'une forêt intermédiaire alluviale-zonale qui conserve encore un certain

pouvoir d'épuration des eaux. La preuve nous en est donnée par l'étude des isolats aquatiques actuels intraforestiers qui sont toujours plus purs que les étangs qui ne sont pas forestiers.

C. le compartiment externe aux digues

Dans le compartiment externe, il y a d'anciennes anastomoses qui correspondent aux bras les plus externes qui ont été régularisés et stabilisés par l'homme. Cette deuxième digue permet de limiter le champ d'inondation dû à la mise en charge de la nappe. Il y a donc deux systèmes de digues, et au delà de la digue extérieure, il y a un compartiment avec des alluvions historiques en partie décarbonatées. Les forêts qui s'y développent sont des forêts zonales où subsistent des résidus alluviaux. Ces forêts sont assez originales puisque encore en connexion avec l'aquifère.

Ce compartiment abrite également des dépressions que nous appelons "Ried blond" où subsiste également une connectivité grâce à la nappe phréatique. Les processus autogènes y sont très puissants. Ils sont à l'origine des processus de formation de l'humus. Ce compartiment est donc caractérisé par l'accumulation d'humus anciens. La flore y est très typique : *Iris sibérica*, *Cicuta virosa*, *Gladiolus palustris*, *Ranunculus lingua*. Certaines de ces espèces ont disparu en raison de l'eutrophisation et/ou de la modification des pratiques agricoles. L'héritage de la correction s'exprime par le maintien d'un battement de la nappe qui optimise les fonctions d'épuration biologique, et améliore le fonctionnement de l'écosystème forestier.

Quels conclusions peut-on tirer de ces modalités de fonctionnement pour la gestion de ces espaces ? Il faut, dans la mesure du possible, essayer de reconstituer les battements de nappe : c'est parfois facile à dire, mais plus difficile à réaliser. En tout état de cause il s'agit également d'un objectif pour optimiser le fonctionnement des sols.

Il y a néanmoins aujourd'hui des contradictions : si nous stabilisons la nappe dans des horizons fins, nous obtenons un réacteur de dénitrification qui fonctionne très bien, surtout si il y a de la matière organique. Compte tenu de la pollution de l'aquifère par les nitrates, il peut être intéressant de créer des conditions marécageuses par stabilisation des nappes dans les horizons constitués d'éléments fins et d'humus. Ceci pour améliorer les mécanismes de dénitrification. Mais pour le fonctionnement des forêts cela peut être désastreux. Il n'y a hélas pas de recette. Tout est à nuancer au cas par cas, en fonction des problèmes soulevés.

D. Les écosystèmes aquatiques

Quelques mots sur les écosystèmes aquatiques correspondants à ce compartimentage, et les conséquences sur les connectivités. La comparaison entre les hydrosystèmes rhodanien et rhénan a montré des homologies tout à fait remarquables : les mêmes causes produisent les mêmes effets et les déterminismes sont similaires.

Il existe à l'intérieur des digues, des bras tressés appelés "Giessen" en alsacien. Lors des crues il y a des courants violents qui les parcourent. Il existe encore une certaine dynamique mais de façon très localisée. Dans la zone plus en aval, les bras latéraux sont dénommés "Altwasser". Il s'agit en fait d'anciens méandres ou d'anciennes anastomoses. Cela dépend de leur situation géomorphologique. Ils sont le plus souvent eutrophes en raison de leur connexion directe avec le fleuve, en amont et en aval.

L'endiguement a coupé le système tressé du fleuve et à l'extérieur des digues, on a donc des bras latéraux isolés du fleuve. Par conséquent, dans la mesure où nous sommes dans un système tressé où la pente est forte, et où la nappe est encore dynamique, il y a un type nouveau de cours d'eau qui a été créé par la correction du Rhin : les "Brunnenwasser". Dans la toponymie locale "Brunnen" signifie la fontaine, il s'agit en fait de rivière phréatique. Ces cours

d'eau sont caractérisés par une température, un débit, et des flux minéraux relativement constants. Ce sont donc des eaux bien homéostasées. Les Brunnenwasser sont parfois des chenaux principaux du Rhin, comme dans le cas de celui de Rhinau - Daubensand. Ce cours d'eau constitue un bon exemple pour la zonation palustre de réorganisation du lit à la suite de la construction de la digue avec un écocline très riche qui va de la végétation aquatique jusqu'à la forêt en passant par les roseaux, les grandes laïches. En revanche, à l'intérieur des digues les rivières sont taillées à vif dans la forêt avec des pentes verticales : il s'agit de la forêt galerie, souvent très impressionnante.

Enfin les segments de cours d'eau les plus externes, externes aux deux digues, sont d'anciennes anastomoses utilisées au profit de l'homme pour la construction de moulins au niveau de chaque village. L'anastomose externe régularisée par des vannes placées dans les digues est dénommée en Alsace "Mulbach", les rivières à moulin. Ce sont des cours d'eau proches des Brunnenwasser en raison de leur forte composante phréatique. Mais la dynamique fluviale a disparu à la suite de l'intervention humaine.

II. LES CONNECTIVITES APRES LA CANALISATION

Les conséquences de la canalisation du Rhin sur les écosystèmes riverains ont été dramatiques. La canalisation du fleuve réalisée au cours de ce siècle a induit une forte diminution de la connectivité et de la dynamique fluviale. La bande interne à la digue a été stabilisée du côté français où se trouvent les "Îles du Rhin". Il s'agit de zones étroites situées entre le vieux Rhin court-circuité et le Rhin canalisé. Dans ces secteurs, l'inondabilité et la connectivité fonctionnent encore. C'est la raison pour laquelle ces zones inondables constituent des champs d'expérimentation pour les scientifiques. C'est dans ces secteurs que nous avons concentré les études, pour appréhender le fonctionnement de la forêt alluviale sur le plan des cycles biogéochimiques, des milieux aquatiques, et de l'influence réciproque forêt/nappe phréatique.

La quasi totalité des forêts alluviales a été soustraite à l'inondabilité. Le toit de la nappe phréatique a été considérablement stabilisé, il ne varie plus guère que d'une amplitude de 0,5 mètres. Dans les îles du Rhin, les hauteurs d'eau lors des inondations ont été réduites à environ 2 mètres, au lieu de 3 à 4 mètres avant l'aménagement du fleuve. Tout ceci agit sur l'évolution de la forêt, même dans les secteurs encore inondables. Il en résulte une certaine banalisation de l'écosystème forestier au point de vue de son statut alluvial proprement dit. De plus, il y a également une tendance à l'oligotrophisation qui est évidente là où l'inondation a été supprimée. On aura donc une évolution vers des forêts dites alluviales - zonales, telles que celles qui existent actuellement, depuis 1860, à l'extérieur des digues. Si on veut freiner cette tendance il faut ré-inonder ces forêts. C'est l'objectif du programme de restauration des écosystèmes forestiers rhénans.

Au niveau des écosystèmes aquatiques, les échanges fleuve/nappe ont subi de profondes altérations. Avant la canalisation du Rhin, les relations fleuve/nappe se faisaient essentiellement par l'intermédiaire du tampon forêt/substrat de la bande riveraine et par les annexes du Rhin. Cet écosystème fluvial fonctionnait comme un ensemble épurateur d'une efficacité remarquable. Cette connectivité a été quasiment totalement perdue, sauf au niveau des îles du Rhin. Il en résulte que la nappe est beaucoup moins alimentée qu'avant les travaux d'aménagement du Rhin. De plus, elle est contaminée par ce que nous appelons les "filtrats rhénans". Il s'agit d'infiltration dans la nappe, au niveau du lit du canal d'Alsace ou du Rhin canalisé d'eau malheureusement de mauvaise qualité. Les eaux de la nappe phréatique sont contaminées par des micros polluants comme le mercure ou des nutriments comme le phosphore. Par conséquent le filtre biologique que constitue la forêt rhénane a été court-circuité, et il s'y substitue au contraire une injection directe du lit mineur du fleuve vers la

nappe sous-jacente. Il s'agit là de l'une des conséquences néfastes importantes de la canalisation du Rhin.

Ceci implique deux types de recommandations, en guise de conclusion :

- Il faut évidemment améliorer l'épuration du Rhin parce que les relations fleuve-nappe seront désormais en partie dirigées qu'on le veuille ou non par ce filtrat rhénan.

- Il faut augmenter le plus possible les surfaces inondables en milieu forestier pour activer le fonctionnement et améliorer la biodiversité de la bande rhénane. Ceci permettra également d'assurer une meilleure recharge de la nappe phréatique en eau filtrée par les écosystèmes riverains.

QUESTION :

Dans le cadre du réseau des Réserves Naturelles fluviales nous allons mettre en place un protocole de suivi physico-chimique des eaux des Réserves Naturelles. Dans ce cadre, quels sont à votre avis les paramètres qui sont essentiels pour un suivi de la qualité des eaux ?

REPOSE :

Notre équipe a suivi les éléments minéraux biogènes, c'est à dire les éléments majeurs des cycles de production de biomasse comme le phosphore, l'azote, bref, les éléments minéraux limitants. Dans les écosystèmes terrestres c'est essentiellement l'azote, mais le cycle de l'azote est un problème très particulier en zone alluviale. La dénitrification, en dehors des zones de méandres, joue un rôle très réduit dans la zone tressée pour des raisons de perméabilité hydraulique du substrat et d'une oxygénation forte des eaux même souterraines (il y a 4 mg/l d'O₂ normalement dans les eaux souterraines). Mais au bord du Rhin, il y a une anomalie négative et la concentration en oxygène peut être proche de zéro. D'ailleurs il y a destruction de la faune hypogée qui est caractéristique de la zone tressée dans une partie du secteur rhénan canalisé. Il n'y a plus d'oxygène du tout.

Mais il y a aussi le problème des micro polluants ou des xénobiotiques, c'est à dire les éléments étrangers à la vie, dus à l'homme. Pour les métaux lourds toxiques, on a dosé le mercure (parce que il y a une contamination égale des eaux de surface du Rhin et de l'Ill par le mercure), et on peut ainsi démontrer le fonctionnement profondément différent du champ d'inondation de ces deux cours d'eau. Les eaux d'inondation de l'Ill sont épurées à travers des sols alluviaux et colloïdaux, à très fort pouvoir de rétention alors que le système rhénan fonctionne par infiltration directe des eaux du fleuve.

Il faudrait donc doser un certain nombre de micro polluants mais cela coûte très cher. Pour les micro polluants organiques, on commence tout juste, ce n'est pas de ma compétence, c'est le laboratoire d'hydrologie de la faculté de pharmacie qui s'y attelle. Mais chaque analyse représente un protocole de préparation et un coût tellement élevé qu'on se trouve devant des limites financières. Il serait néanmoins souhaitable de faire un suivi de micro polluants dans la mesure où c'est possible, en choisissant quelques polluants cibles.

Par ailleurs, il convient de faire également des suivis piézométriques, et des prélèvements d'eau souterraine, pour suivre notamment les éléments minéraux biogènes.

QUESTION :

On parle très peu des systèmes fluviaux et torrentiels qui sont à mon avis ceux qui sont les moins perturbés et détruits en France, ce sont ceux du sud-ouest, les "Barthes" de l'Adour et les gaves pyrénéens. Il y a un peu la même évolution que dans l'est de la France, avec quelques années de retard, mais on est en train de les détruire. Il reste toutefois beaucoup de systèmes tressés en très bon état. Est-ce-que la communauté scientifique se penche là dessus, et est-ce qu'on va pouvoir faire quelque chose de plus que constater dans quelques années qu'on aura plus les mêmes étendues et que les conditions de fonctionnement auront été perturbées?

REPOSE :

Merci pour cette interpellation. j'avais déjà été appelé à plusieurs reprises, je n'y suis jamais allé en raison de la distance: c'est vraiment la diagonale de la France. Mr PAUTOU connaît bien la question et pourrait répondre mieux que moi. Je sais que les torrents pyrénéens constituent des écosystèmes exceptionnels, et je prends bonne note de votre interpellation. Je crois qu'il faudrait qu'il y ait un effort de la communauté scientifique pour focaliser l'attention sur des systèmes de ce genre. Je pense aussi à certaines gorges de torrents cévenols affluents du Rhône. Merci pour cette suggestion d'attirer l'attention sur les torrents pyrénéens. De même manière, il convient de préserver le fonctionnement de la Loire.

DE LA MAITRISE DES CRUES A LA RENATURATION DES ZONES INONDABLES DU RHIN SUPERIEUR

Docteur E. DISTER

*Auen Institut
Josephstrasse 1
D - 7550 RASTATT*

(N.D.L.R. : retranscription d'après l'enregistrement de la communication orale)

Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs,

Je vais vous présenter quelques idées sur la renaturation des plaines alluviales dans le contexte de la lutte contre les crues.

Pour aborder la renaturation des plaines alluviales, il faut prendre en compte les facteurs essentiels : au départ, la dynamique des débits c'est à dire les quantités d'eau, dans une certaine unité de temps. Les débits déterminent des variations du niveau des eaux superficielles que j'évoquerai plus tard. Ce sont d'abord les substances nutritives qui sont tributaires de ces variations du niveau d'eau, la sédimentation, le transport des matériaux ainsi que l'érosion, la dynamique de la nappe phréatique, et finalement l'échange d'organismes entre la plaine alluviale et le fleuve. Par conséquent la combinaison de ces types de facteurs détermine la végétation et les communautés dans la végétation, les changements en termes d'espace et de temps. C'est aussi la dynamique de la faune qui est gouvernée par ces facteurs mais aussi par la végétation. Ainsi les mesures que nous envisageons dans les plaines alluviales sont déterminées par la question de savoir si le système se rapproche de ce fonctionnement ou s'il s'en éloigne plutôt.

Ceci devient particulièrement clair lorsque vous voyez un barrage comme celui d'Iffezheim : le niveau de l'eau est constant, il n'y a plus d'inondations, il n'y a plus de variations du niveau de la nappe phréatique, il n'y a plus d'échanges d'organismes entre la plaine alluviale et le fleuve, il n'y a plus de morphodynamique, donc l'écosystème entier a été transformé en système très statique. Par conséquent, les possibilités de renaturation sont extrêmement limitées du fait des conditions présentes dans les fleuves aménagés, à moins que l'on ne remette en question cet aménagement tout entier, ce qui n'est probablement pas réaliste.

Si nous faisons une comparaison entre le degré d'aménagement et les possibilités de renaturer, se posent les questions et les problèmes suivants : la canalisation et les barrages limitent extrêmement les possibilités de renaturation, et ces possibilités consistent à dériver de l'eau du fleuve et à la faire entrer dans les plaines alluviales. Les possibilités sont plus importantes s'il n'y a pas de barrage, même si la navigation est toujours présente. S'il n'y a ni navigation, ni barrage, une renaturation partielle ou même entière est possible si nous retransférons les digues.

Passons maintenant au facteur individuel, l'eau étant le premier puisque c'est un facteur essentiel. Les variations du niveau de l'eau, dans des conditions normales affectent toute la plaine alluviale. Le rythme des variations de niveau change d'une section du fleuve à l'autre, et d'un fleuve à l'autre. Cela veut dire que chaque fleuve et chaque section de fleuve a sa propre caractéristique hydrologique. La comparaison de trois fleuves différents, par exemple le Rhin, la March et la Loire, illustrent ces différences : sur le Rhin, les débits mensuels moyens sont les plus importants au mois de juin, sur la March le débit mensuel le plus élevé est atteint dès le

mois d'avril, c'est à dire deux mois avant le maximum observé sur le Rhin. Et en ce qui concerne la Loire, le débit mensuel moyen maximum est transféré vers le mois de février, donc encore deux mois plus tôt. Vous, qui êtes naturalistes, allez comprendre qu'il y a une grande différence si les niveaux les plus élevés sont présents dans la période de végétation principale, ou bien au début de cette période, ou bien en hiver lorsque la végétation est en repos. Les effets produits sur la flore et la faune varient selon la période des crues. Nous aurons à faire à des communautés différentes dans les différentes plaines alluviales et dans les différentes sections de fleuve.

Ce sont les conditions préliminaires et essentielles pour une renaturation. Si nous prenons en considération les possibilités de renaturation des fleuves aménagés, on peut distinguer deux types de situation : complètement aménagé avec des barrages, ou dépourvu de barrage. Par conséquent il y a deux possibilités divergentes de renaturation : dans la situation aménagée, il y a des installations de prises d'eau qui dérivent de l'eau dans les plaines alluviales. Sans les barrages, les possibilités sont beaucoup plus vastes : on peut transférer les endiguements, établir une nouvelle ligne de digues, ou bien utiliser des anciennes digues présentes, et rétablir la connexion entre la plaine et le fleuve.

Permettez-moi de présenter quelques problèmes hydrologiques et hydrauliques, liés directement au problème de la lutte contre les crues du Rhin supérieur. En situation naturelle, les flux d'eau d'inondation envahissent la plaine alluviale de façon diffuse, tout le long du cours d'eau. Lorsque le fleuve est équipé de barrages, il n'est pas possible pour des raisons techniques et financières de prendre de l'eau de partout ; c'est à dire que les installations de prise d'eau doivent se concentrer à un endroit ou à certains endroits. Cela signifie que la condition préliminaire est un état relativement naturel de débit. Plus nous sommes éloignés de cette installation de prise, plus la crue est artificielle. Du point de vue écologique, ceci signifie que dans les régions où l'inondation est reconstituée par une prise d'eau, plus vous vous éloignez de l'installation de la prise, plus l'onde de crue est amortie et plus l'état est artificiel. Les parties qui sont un peu élevées dans la plaine alluviale ne sont plus inondées, et dans les niveaux plus bas les conditions écologiques sont aussi différentes.

Il est très difficile de reproduire la dynamique de la nappe phréatique. Ainsi la construction du barrage de Gamsheim s'est traduite par la réduction des variations du niveau de la nappe phréatique. Même les débits importants dans le Rhin, de l'ordre de 3000 m³/s, ne produisent plus qu'un effet limité sur la nappe phréatique. On a essayé de restaurer la dynamique de la nappe phréatique dans le Rhin supérieur avec l'apport de quantité d'eau réduite (le débit réservé du vieux Rhin) : on a essayé par des petits barrages artificiels de la répartir sur l'ensemble de la plaine alluviale. Mais les effets n'ont pas atteint l'ensemble de la plaine. L'inondation due à ces barrages est tout à fait différente d'une inondation naturelle.

Le prochain facteur essentiel est la dynamique des substrats. Il faut aller dans le centre de la France pour trouver des conditions qui sont relativement naturelles (l'Allier, la Loire). Certains secteurs sont caractérisés par l'érosion d'une rive, alors qu'ailleurs des alluvions sont déposées par la rivière. Cette dynamique d'érosion permet l'existence de conditions stationnelles tout à fait différentes sur un seul endroit, avec des sites extrêmement secs et aussi des sites extrêmement humides avec toutes les combinaisons et tous les intermédiaires possibles. Mais de telles conditions ne sont plus présentes sur le Rhin supérieur. A notre avis il faudrait également prendre en compte ce facteur dans la renaturation. Ceci est possible à la limite avec la navigation : Le W.W.F (World Wildlife Fund) a acheté au sud de Vienne (Autriche) une région alluviale de 450 hectares environ. Il y a encore aujourd'hui de l'érosion, et ceci en dépit de la grande canalisation sur le Danube. Le W.W.F. envisage même d'augmenter encore la dynamique dans cette région, donc il n'y a aucune raison de ne pas envisager des projets similaires pour le Rhin, ou d'autres fleuves aménagés.

L'introduction de substances nutritives, dépend de la connexion avec le fleuve. lors des inondations, il y a des dépôts de substances nutritives en grande quantité. C'est une des

conditions préliminaires à la grande productivité des milieux alluviaux. Il est plus difficile de réaliser une jonction entre la plaine alluviale et le fleuve pour ces substances.

J'aimerais vous exposer ce problème par l'exemple des populations de poissons que mon collègue a examiné près de Vienne (Autriche). Le lit majeur du Danube comprend de nombreux bras morts. Certains bras morts se situent dans une partie de la plaine qui est liée au fleuve, alors que d'autres bras morts sont dans une autre partie de la plaine alluviale sans connexion avec le fleuve. Il y a un groupe de poissons qui vit exclusivement dans le Danube, il y a un autre groupe qui vit la plupart du temps dans le Danube mais qui à certaines périodes se déplace dans les bras morts et dans les surfaces inondées pour des fonctions tout à fait différentes. Enfin, il y a un autre groupe qui fréquente surtout les bras morts mais qui les quitte à certaine période et rejoint le fleuve. Il y a très peu d'espèces qui habitent exclusivement dans les bras morts ; c'est à dire que le nombre d'espèces de poissons dépend des connexions entre le fleuve et la plaine alluviale. Mon collègue et ses collaborateurs ont pu constater que le nombre de poissons qui vivent dans les plaines alluviales connectées au fleuve est pratiquement le double de ceux qui vivent dans les plaines alluviales isolées. Pour les espèces menacées, la différence est plus grande : on a trouvé 10 espèces dans les plaines alluviales connectées au fleuve, et 3 dans les plaines alluviales isolées. La même chose a été étudiée dans d'autres sites et on a obtenu des résultats similaires.

Nous avons traduit dans la pratique ces possibilités de renaturation par un exemple d'une grande échelle, et pour terminer, j'aimerais évoquer cet exemple plus complètement. C'est l'exemple de l'île du Kuhkopf, près de Mayence. Cette île était occupée par des cultures qui étaient protégées par des digues. Ces digues ont été détruites par une crue, on ne les a pas reconstruites, et par la suite c'est la succession naturelle qui a pu se développer. Cette surface a été en partie fauchée, en partie abandonnée à la succession naturelle sans intervention. Dans la suite, nous avons examiné les conditions sur les champs fauchés et sur les champs non fauchés selon différents points de vue, la végétation et la faune par exemple. Dans les surfaces qui n'étaient pas assujetties à la fauche, nous avons aujourd'hui des forêts alluviales de bois tendre hautes de 6 à 7 mètres, et protégés par ces forêts, il y a déjà des éléments des forêts alluviales de bois dur.

Les expériences et découvertes que nous avons faites par cet exemple de grande échelle, ont servi à la mise en oeuvre d'un concept de renaturation de la région entière du Rhin, que nous avons mis à la disposition des hommes politiques et du public. Le Land de Bade-Wurtemberg a pris pour base ce concept pour son programme intégré Rhénan, et a décidé des mesures concrètes pour une somme de 800 millions de D.Mark. L'application a été plus difficile dans les autres Lander fédéraux et n'a pas encore obtenu un résultat similaire. Mais nous espérons réaliser des concepts similaires dans les autres Lander également.

Je vous remercie de votre attention.

QUESTION

On a parlé de la réalimentation des bras morts du Rhin ou des zones inondables avec l'eau du Rhin et on n'a pas du tout parlé de la pollution du Rhin. Je sais que la qualité de l'eau s'améliore actuellement mais comment vous voyez dans le processus de renaturation le problème de la pollution du Rhin ?

REPONSES

Docteur DISTER

On peut dire qu'aujourd'hui la qualité de l'eau n'est plus un problème pour la renaturation. Depuis les années 70 on a réalisé une amélioration considérable de la qualité de l'eau. Ceci est démontré par les résultats des analyses chimiques et par le retour des espèces comme les aloses qui remontent le Rhin, mais sont arrêtées par le premier barrage.

Professeur CARBIENER

Excusez-moi d'intervenir mais pour certaines personnes qui n'étaient pas là ce matin, et comme le problème cité me semble de toute première importance, je me permets d'y répondre de concert avec M. DISTER. Actuellement ce que nous constatons dans le secteur canalisé, c'est une détérioration importante de la qualité de la nappe phréatique avec injection de nombreux micro-polluants par suite de la canalisation du Rhin. Cette détérioration n'est pas compensée par des apports d'eau, épurée par l'écosystème, et diluée lors des crues. L'expérience que nous avons de l'étude de la qualité de l'eau phréatique dans les zones inondables, que ce soit dans le cas de l'Ill, ou dans le cas du Rhin également, montre que les micro-polluants, et les éléments minéraux biogènes, sont intégrés dans la biomasse. A long terme il y a exportation soit sous forme de récolte, soit dans les conditions de dynamique ancienne sous forme de crues et d'exportation vers l'aval. Mais dans le cas des inondations, il y a aussi généralement dilution lors des hautes eaux et la fixation pour l'instant de beaucoup de micro-polluants dans le sol. Donc pour l'instant, très souvent les nappes sont protégées mais il est clair qu'à long terme il n'y a qu'une seule solution, il faut épurer les eaux. Mais la crainte qui a été exprimée de voir les zones inondables comme une cause de détérioration de la qualité de l'eau n'est pas fondée dans l'état actuel des choses. Je ne veux pas dire par là que j'évacue le problème des micro-polluants qui s'intégreront dans les biomasses, il est clair que ce problème existe, mais ce n'est pas une objection que l'on peut faire dans l'état actuel des investigations à la renaturation des zones inondables.

STRATEGIE ET CONCEPT DE RENATURATION D'UNE PARTIE DE L'OBERE ET DE LA MITTLERE AU EN PETITE CAMARGUE ALSACIENNE

Professeur H. DURRER

*Université de Bâle
Medizinische Biologie
Schönbeinstrasse 40
CH - 4003 BALE*

LE DEVELOPPEMENT HISTORIQUE DES ZONES HUMIDES MENACEES EN PETITE CAMARGUE

Avant l'effondrement du fossé rhénan au Quaternaire, le Rhin se dirigeait vers l'ouest par la Porte de Bourgogne, puis il creusa son lit vers le nord.

D'après la carte de Naudin (1726) (fig. 1), les bras du Rhin, avec leurs chenaux de largeur variable, formèrent d'innombrables îles pour en reconstituer d'autres. Les espaces vierges furent incessamment recolonisés par des espèces pionnières. Cette instabilité du lit majeur empêcha longtemps toute occupation humaine.

La plaine du Rhin supérieur possède de remarquables singularités zoologiques et phytogéographiques. Aucune autre région en Europe ne réunit 17 espèces d'amphibiens, car ici se rencontrent des espèces septentrionales (par ex. la grenouille des champs), des espèces méridionales (par ex. le crapaud accoucheur), des espèces orientales (par ex. le crapaud vert) et des espèces occidentales (par ex. le crapaud calamite). En 1838 Tulla entreprit la régulation du Rhin qui s'acheva en 1876. Le forçage du Rhin dans un lit unique mit fin à la dynamique fluviale. Il en résulta que les bras secondaires devinrent des bras morts et que d'autres s'asséchèrent. La construction du Grand Canal d'Alsace (1928-1932) apporta de nouvelles modifications en enlevant une partie du lit majeur pour former l'actuelle Ile du Rhin érigée en réserve partielle.

Du paysage tel que le vécut Birmann, il ne subsiste plus que le Grand Marais, une partie du Kirchnerkopf et le Lachen. Actuellement, les menaces qui pèsent sur la Petite Camargue Alsacienne sont multiples. Parmi les plus importantes, il faut relever l'apport de nitrates par l'agriculture et la pression des populations urbaines à la recherche d'espaces naturels de loisirs. Rappelons aussi que l'absence de toute dynamique fluviale a été déterminante pour la réduction de la variété spécifique.

Il importe donc de concevoir un projet qui permette d'interconnecter le maximum de biotopes disséminés en les reliant entre eux par un système de couloirs. Pour ce faire, il suffira de suivre le tracé des anciens chenaux en les restaurant par endroits. En même temps, il faudra obtenir une délimitation stricte des surfaces agricoles. En créant ainsi des métapopulations (= ensembles de populations interconnectées génétiquement), il sera enfin possible d'assurer la conservation de la richesse en faune et flore de cette région zoogéographique placée au centre de l'Europe.

Figure 1 : Carte du Rhin dans le secteur de Huningue en 1726 (Naudin)



Les anciens bras du Rhin d'après la carte de Tulla (1838)

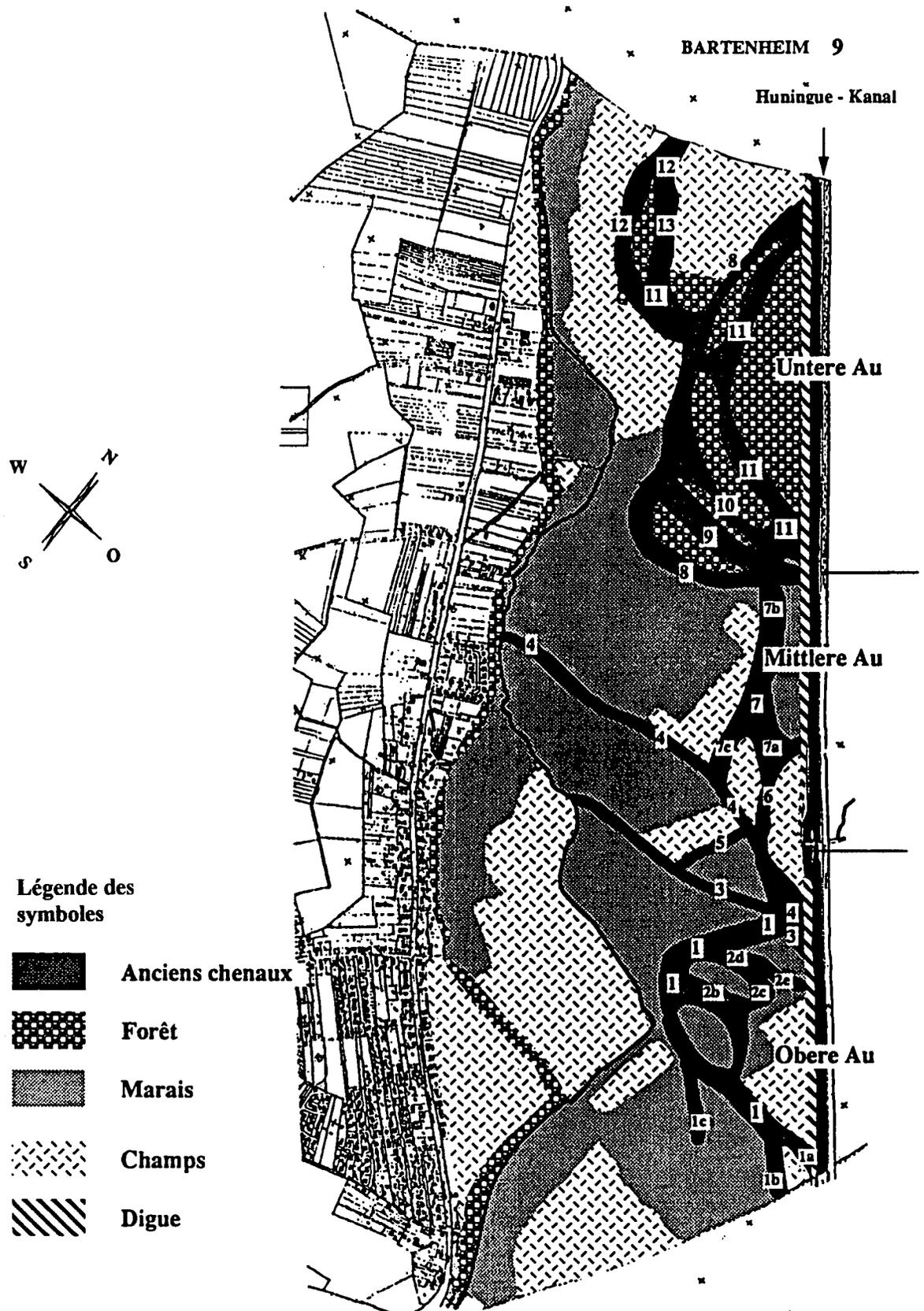
La correction du Rhin (lit unique) a été entreprise sur la base d'un état des lieux dûment cartographiés (fig. 2). Ce relevé historiquement précieux sera déterminant pour le concept général non seulement pour les quelques vestiges encore repérables mais surtout par leur emploi rendant possible un projet de renaturation valable tant géographiquement que biologiquement. Le Canal de Huningue traverse le paysage en ligne droite du Nord au Sud en sectionnant tous les chenaux rhénans (bras morts). On remarquera l'absence de tout bâtiment sur l'emplacement futur de la pisciculture. La précision du relevé fait apparaître les champs et les prés de l'époque (tirets croisés sur le plan). L'omniprésence du marais n'est soulignée que par quelques surfaces arborées en l'occurrence dans le Grand Marais et sur le cours de l'Augraben.

Ce remarquable réseau de bras morts servira de trame pour le concept de base de la stratégie d'interconnection. Il fait apparaître l'unicité du paysage qui commence dans l'Obere Au, s'étend dans la Mittlere Au pour finir dans l'Untere Au. Toute amputation, même partielle, par ex. dans l'Obere Au, porterait gravement atteinte au cadre naturel dans lequel se développent les chenaux et mettrait le principe unitaire du projet en danger.

UNE STRATEGIE POUR LA PROTECTION DE LA NATURE

Conscients de l'importance capitale de l'espace Petite Camargue Alsacienne, nous avons maintenant la chance de pouvoir rétablir un ensemble pour assurer la survie de la faune et de la flore à condition de maximaliser notre intervention. Du fait de la raréfaction de ce genre de biotopes, nous devons considérer comme étant en danger les micro-espèces (insectes, amphibiens, reptiles, oiseaux, etc...) ainsi que la grande diversité des zones de transition (phragmites, joncs, carex, plantes im- et submergées). Jusqu'à présent, la stratégie de protection portait sur un biotope particulier dans lequel les populations végétales et animales trouvaient à s'établir ; il s'agit dans ce cas de populations comptant de nombreux individus se reproduisant en vase clos. Cette surmultiplication de chaque espèce provoque rapidement une surpopulation et une pression intraspécifique à l'émigration surtout des jeunes individus. Mais aucune chance de survie ne leur est possible dans les espaces de culture intensive ou urbanisés avec des axes surdimensionnés et de fortes poussées de circulation. Le biotope devient ainsi porteur d'une population ilotique en isolation génétique croissante. Bientôt cette dégénérescence (consanguinité, dérive génétique, mutations accidentelles etc...) provoquera une réduction progressive du taux de reproduction et à terme la fin de ces populations. Un deuxième facteur pèse sur les biotopes de notre zone humide : avec l'évolution végétale des zones de transition, les surfaces en eau régressent et tendent même à disparaître. Avant la régulation du Rhin, le paysage rhénan subissait les effets de la dynamique du fleuve : de nouveaux chenaux de hautes eaux se créaient par érosion, d'autres disparaissaient par comblement avec leur végétation, des bancs de graviers et de sable changeaient de site et des pans de la ripisylve étaient emmenés par le courant. Quatre-vingts espèces végétales et animales (la plupart à caractère colonisateur) sont parfaitement adaptées à ce milieu instable. Parmi les oiseaux, les uns couvent à même le gravier, d'autres sur les prés inondés (Ried) ou dans les roselières denses. Il importe donc en premier lieu de sauvegarder la succession d'écosystèmes dans tous ses stades de transformation. En plus, la survie de la diversité spécifique dans les espaces protégés ne réussira qu'en obtenant par des mesures appropriées les deux conditions suivantes : la plus grande surface possible et une gestion palliant l'absence de la dynamique fluviale (ou une restauration de cette dynamique !).

Figure 2 : Carte des anciens bras du Rhin en 1838 (Tulla)



De l'importance internationale d'un espace protégé élargi en Petite Camargue Alsacienne

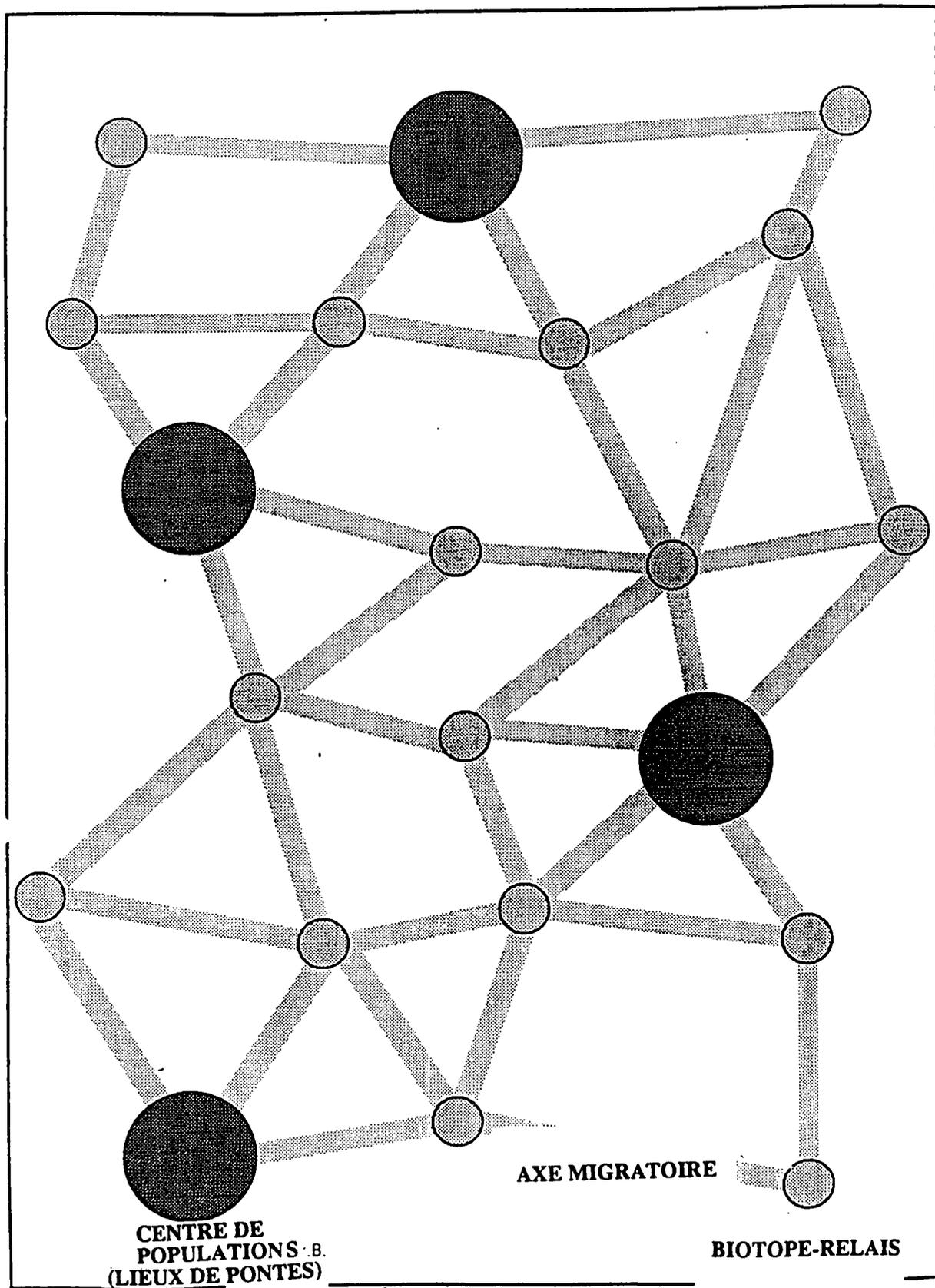
Par location à long terme réalisée grâce à des apports de fonds publics et privés, une surface de 105 ha (le domaine de la pisciculture, la Mittlere Au et des parcelles dans la Obere Au) a été ajoutée aux 120 ha de la réserve naturelle d'Etat. C'est ainsi qu'a été rendue possible la création d'un vaste espace naturel protégé rhénan. Son importance résulte de sa situation géographique en Europe Centrale. En effet, la jonction des espèces septentrionales avec les méridionales et celle des espèces occidentales avec les orientales s'effectuent dans le fossé rhénan. On y trouve par exemple l'ensemble des 17 espèces d'amphibiens du Centre Europe. Axe de migration, lieu de repos, d'hivernage ou lieu de reproduction pour les oiseaux en font une zone d'importance internationale. Il faudra donc obtenir dans les espaces protégés en Petite Camargue Alsacienne un ensemble de populations pérennes grâce à un maillage de biotopes dans leurs différents stades d'évolution. Les analyses de la nappe phréatique (Carbioner, Strasbourg) montrent une augmentation des taux de nitrate et de phosphate, ainsi que d'autres pollutions par l'agriculture sauf dans les régions à eaux superficielles infiltrantes. L'enrichissement de la nappe par irrigations (bras morts, prés inondables, chenaux, rigoles etc...) pourra contribuer à l'amélioration de l'eau potable des populations rhénanes en aval (20 millions d'habitants). Cette contribution pour l'augmentation et l'amélioration de la nappe phréatique en Petite Camargue Alsacienne mérite d'être soulignée pour sa valeur future.

Pour la réalisation à long terme de tous les objectifs de protection, deux stratégies principales découlent des faits décrits ci-dessus.

Etablissement de métapopulations

Afin de protéger la microfaune dans un endroit donné, il est indispensable selon les plus récentes données scientifiques, de mettre en place des métapopulations en unités de longue durée (fig. 3). L'isolation génétique ne pourra être supprimée qu'en reliant entre elles toutes les populations distantes de 500 à 1000 m par un **système de maillage** comportant des couloirs (axes migratoires formés par des fossés ou des bandes marécageuses) et des paliers intermédiaires (des mares ou des trous d'eau). En plus, il sera indispensable d'aménager par exemple pour les amphibiens récemment métamorphosés quittant leur lieu de naissance des biotopes dans un rayon de 100 à 500 m. Un certain nombre s'y établira et se mélangera à la population voisine. Afin que se constitue pour chaque espèce une métapopulation pérenne et génétiquement stable il faudra donc opérer sur un vaste espace mesurant au minimum 1 km x 2.5 km et comportant des axes migratoires appropriés, en l'occurrence tous les bras morts même asséchés ou comblés. Avec leurs surfaces aquatiques et leurs ceintures de phragmitaies, ils serviront d'axes de maillage. Les petites mares serviront de palliers intermédiaires distants de 50 à 500 m et se trouveront sur les couloirs qui relient les populations entre elles et qui sont distantes de 500 à 1000 m (fig. 3). Les espaces intermédiaires seront à gérer dans l'optique de créer des aires de repos, de gagnage, de reproduction pour les oiseaux migrateurs. En plus, on peut imaginer des formes de pastoralisme diversifiées pour enrayer l'arborisation et éliminer la phytomasse aérienne et favoriser les décomposeurs des excréments. Il conviendrait également d'y répartir des prés de fauche et des jachères à la manière d'une mosaïque.

Figure 3 : Conception pour la mise en place de métapopulation de petits vertébrés



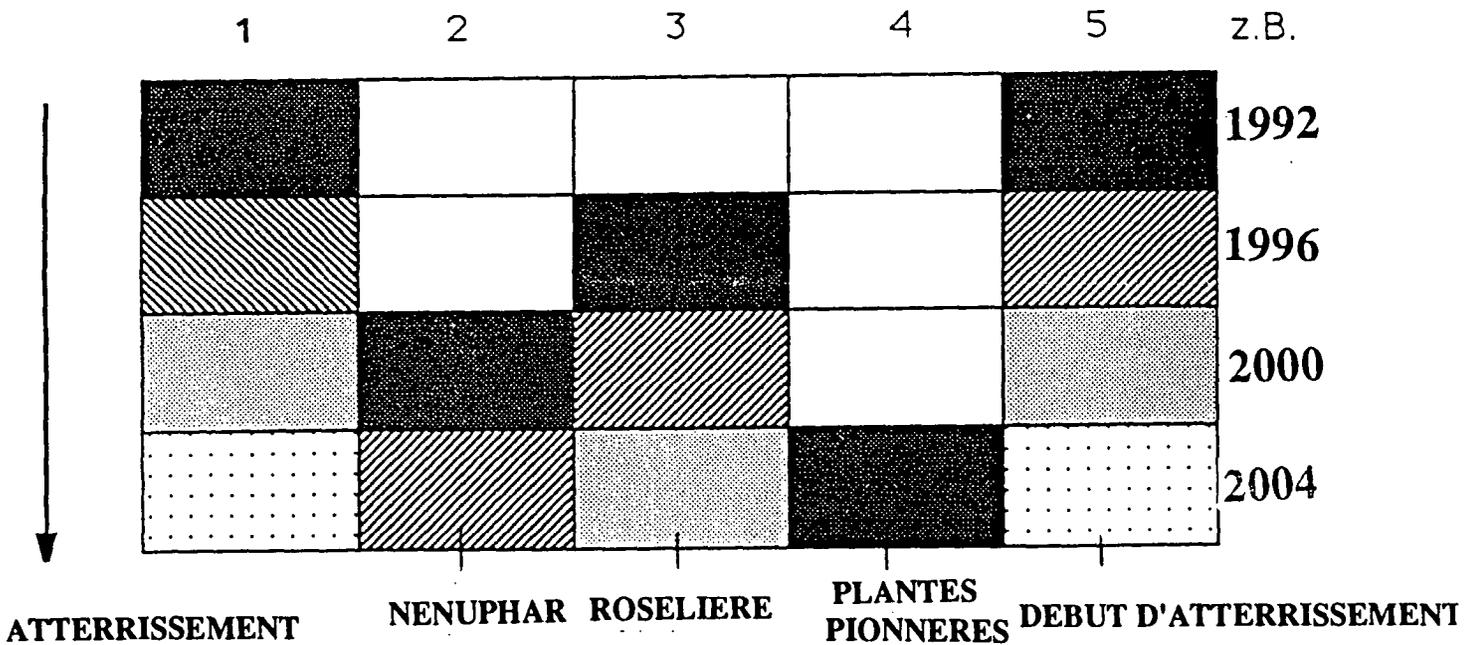
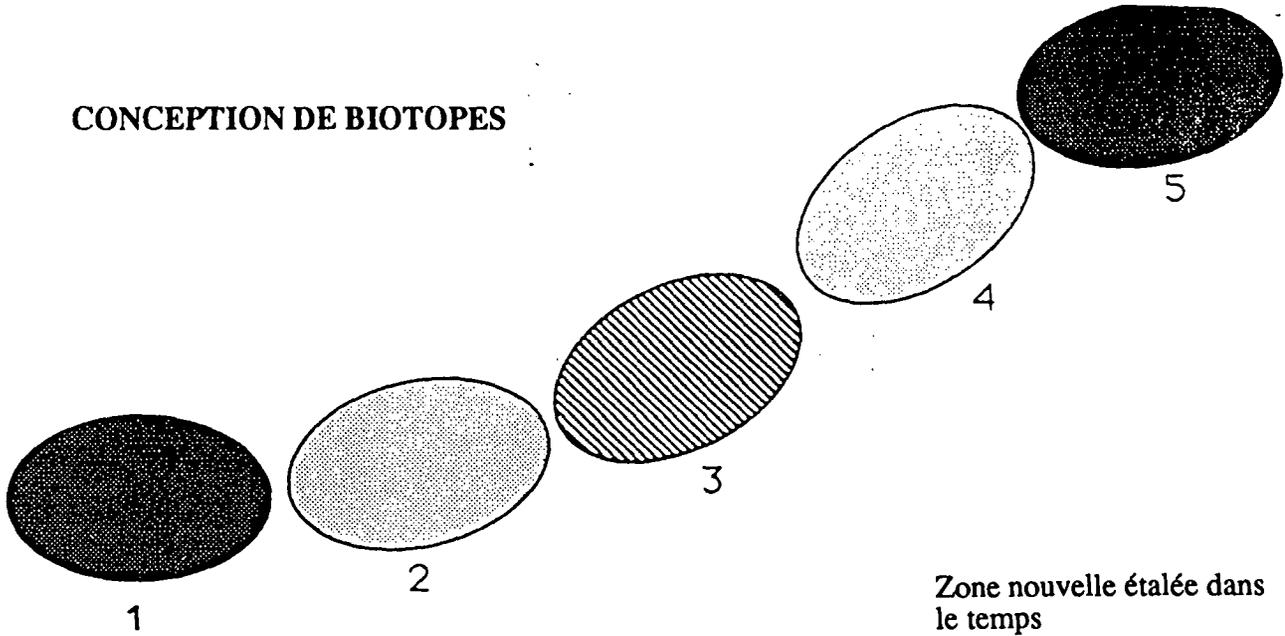
La dynamique d'un paysage fluvial

Deux interventions sont nécessaires pour remplacer la dynamique du fleuve : de nouveaux biotopes peuvent être créés dans les bras morts envasés ou asséchés, la nappe affleurante les remplira bien vite. En plus, par l'amenée d'eaux de surface, la nappe sera enrichie par une eau filtrée par le sol après avoir abandonné ses excès de nitrates etc... à la végétation du marais (lagunage).

La colonisation végétale et animale prendra son cours naturel et l'on verra dans cette partie de bras mort s'installer à nouveau les espèces rares et menacées (fig. 4). Et l'évolution d'un écosystème instable reprend son cours, d'abord par l'installation des plantes aquatiques, puis des plantes dressées sur et dans les rives et, au fil des ans, par la réduction des surfaces ouvertes en eau jusqu'à leur disparition même. L'arborisation installée conduira à la ripisylve, stade terminal. Il sera donc nécessaire de planifier le creusement d'autres bras morts afin d'obtenir de nouvelles successions. En planifiant un certain nombre de biotopes dans un bras mort, qui seront réalisés successivement au cours d'un certain nombre d'années, on obtiendra une mosaïque composée de différents stades en succession avec toute la diversité spécifique de ces milieux. Grâce à cette méthode, et à elle seule, il sera possible de rendre à ce paysage, privé du dynamisme fluvial, sa richesse et de la conserver. Entre les couloirs, il restera suffisamment d'espace pour des forêts humides, des landes sèches sur sable ou gravier ou des haies et bosquets. De la même manière, il sera possible de créer les stades de succession menant à la forêt sèche en raclant les bancs de sable ou de graviers. Il sera également possible de ralentir sinon d'arrêter l'arborisation en pratiquant un pastoralisme bovin avec une race rustique comme les Highland. En plus leur choix de nourriture très sélectif contribue à augmenter la diversité des espèces végétales. Toutes ces interventions et leurs répercussions sur la faune et la flore devront faire l'objet d'un suivi scientifique rigoureux et abondamment documenté.

Figure 4 : Petites marcs pour une végétation successive

CONCEPTION DE BIOTOPES



CONCLUSION

Afin de parvenir à un maillage des écosystèmes, le concept général concernant le site de la Petite Camargue Alsacienne propose trois stratégies de réalisation :

1. des biotopes en îlots
2. des biotopes-relais
3. des couloirs de migration
4. des biotopes d'alimentation

L'exécution de ces stratégies exige une réalisation par tranches pour obtenir tous les stades de la succession végétale.

Pour accroître la **diversité** des espèces et pour assurer la pérennité des différents biotopes, les mesures suivantes sont indispensables :

- Creusement des vieux bras morts (par tranches)
- Mise à nu des zones de gravier
- Création de prés inondables
- Fauche programmée des zones de mésobrometum
- Empêcher la forestation par débroussaillage cadencé
- Pâturage extensif de certains sites par les boeufs d'Ecosse ou autres bovins, équins ou ovins.
- Reconversion des espaces agricoles intensifs en espaces extensifs.

Par la réalisation de l'ensemble des mesures proposées, par la création d'un système de biotopes interconnectés dans une mosaïque de milieux de type fluvial dans lesquels les plantes et les animaux pourront s'installer, il sera possible d'atteindre le but fixé : la sauvegarde du paysage naturel rhénan. Pour ce faire, de grands espaces impérativement assujettis à cette stratégie sont nécessaires (1 - 2 km²). Par son extension jusqu'à l'Obere Au, l'espace acquis offre cette ultime chance.

BIBLIOGRAPHIE

DURRER H., ABBUHL R. (1991) : Un concept et un projet de renaturation des zones humides en petite Camargue Alsacienne. *Rapport RANA* 79 p.

GESTION DE LA RESERVE NATURELLE D'AURIED

Professeur U. TESTER

*Ligue Suisse pour la Protection de la Nature
Rothergestrasse 7
CH - 4054 - BALE*

INTRODUCTION

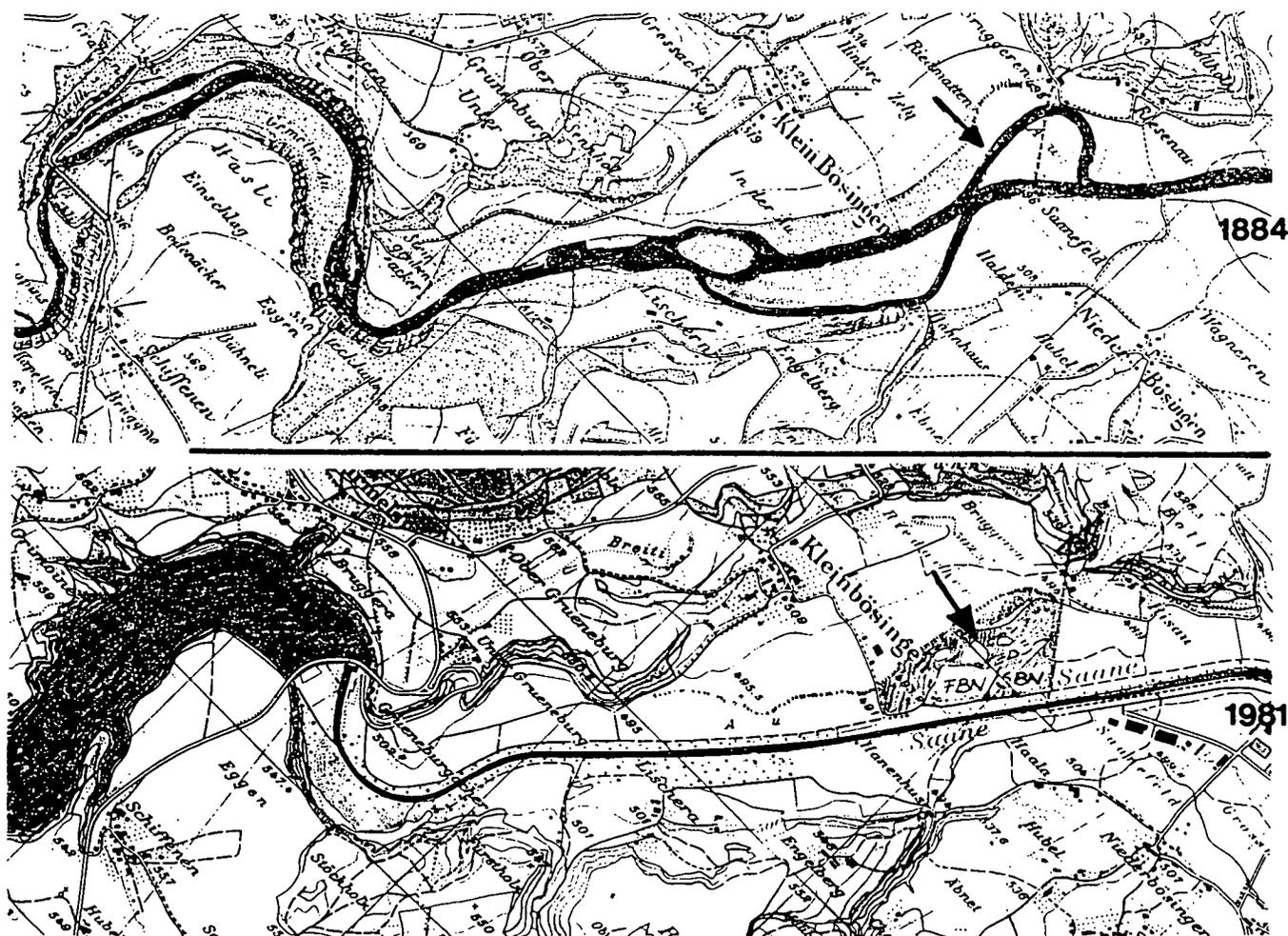
Les zones alluviales sont, en Europe centrale, les milieux les plus riches en espèces. Pour la protection de la nature, protéger les zones alluviales est donc très important. En Suisse, la disparition progressive de ces zones est déjà très avancée et quelques-unes d'entre elles seulement sont encore liées à la dynamique d'une rivière. L'inventaire provisoire des zones alluviales d'importance nationale ne compte que 165 sites occupant à peine 10 240 ha. Sur une grande partie du Plateau suisse, on ne trouve plus de zones alluviales dignes de ce nom. Les habitants typiques des zones inondables comme le crapaud calamite et le petit gravelot ont immigré dans les gravières, créées par l'exploitation humaine. Dans ces exploitations traditionnelles, les biotopes qui s'y trouvent ressemblent aux zones alluviales : couches géologiques, surfaces dénudées graveleuses, terrains propices à une végétation pionnière, ruisseaux temporaires, mares, etc... Le maintien des gravières en tant qu'habitats secondaires pour les animaux et les plantes qui peuplent les zones alluviales est donc de première importance. L'exemple de la réserve naturelle d'Auried est là pour démontrer par quels aménagements on peut préserver la valeur naturelle d'un pareil biotope et où s'arrêtent les effets bénéfiques des mesures de protection.

DESCRIPTION DE LA RESERVE

La réserve naturelle d'Auried est située dans le canton de Fribourg, à une altitude de 490 mètres, dans la vallée de la Sarine. Celle-ci a encore coulé librement dans cette partie de la vallée jusqu'en 1911 ; à l'emplacement de l'actuelle réserve naturelle, elle faisait des méandres, érodait les rives, laissant derrière elle des bancs de gravier et des mares ; elle était bordée de forêts alluviales. Y vivaient les animaux et plantes typiques de ces milieux. Au courant du siècle, la Sarine a été endiguée puis, en 1962, au moment de la construction d'un barrage, rétrécie et canalisée. Le sol gagné sur les rives a été cultivé, les zones alluviales détruites en totalité.

En 1969, sur la parcelle de 16 ha de l'Auried, on a extrait du gravier. Très vite, le biotope de remplacement ainsi créé a été peuplé. L'inventaire établi de 1973 à 1979 prouve qu'il s'agit d'un milieu naturel dont l'importance dépasse le cadre de la région ; en effet, on y dénombre 356 espèces végétales, 80 espèces d'oiseaux nicheurs, 9 espèces d'amphibiens, 3 espèces de reptiles et 9 espèces de libellules, dont des espèces rares et menacées de disparition.

Figure 1 : la vallée de la Sarine, près de Kleinbödingen : 1884 et 1981
Le retrait des zones alluviales se remarque nettement. La flèche indique l'endroit où se situe la réserve d'Auried.



PROTECTION ET AMENAGEMENT DE LA RESERVE NATURELLE D'AURIED

En 1981, la Ligue Suisse pour la Protection de la Nature et la Ligue Fribourgeoise pour la Protection de la Nature ont acheté la gravière de 15 ha. Sa mise sous protection a été réglée juridiquement par un décret cantonal et par le plan de zone communal qui l'a intégrée aux zones naturelles protégées. En raison des espèces végétales et animales qui peuplent cette gravière, les objectifs de protection ont été définis comme suit :

- conservation de la variété des biotopes existants, maintien des conditions locales et des stades de développement qui se succèdent,
- imitation de la dynamique initiale de la rivière, par des travaux d'entretien et des moyens mécaniques : eaux stagnantes, nouvelles mares, surfaces nouvelles propices aux plantes pionnières, modification périodique du niveau d'eau.

Si l'état des lieux change constamment, les objectifs de protection qui ont été définis ne peuvent être atteints. C'est pourquoi un plan d'entretien et d'aménagement a été établi, qui doit être réalisé en deux temps. La première étape sera de passer de l'état actuel de la réserve à l'état défini par les objectifs de protection ; cela prendra dix ans. La deuxième étape verra le maintien des qualités naturelles de protection de la réserve durant au moins 40 ans, par une modification périodique de l'aménagement du terrain divisé alors en trois secteurs différents.

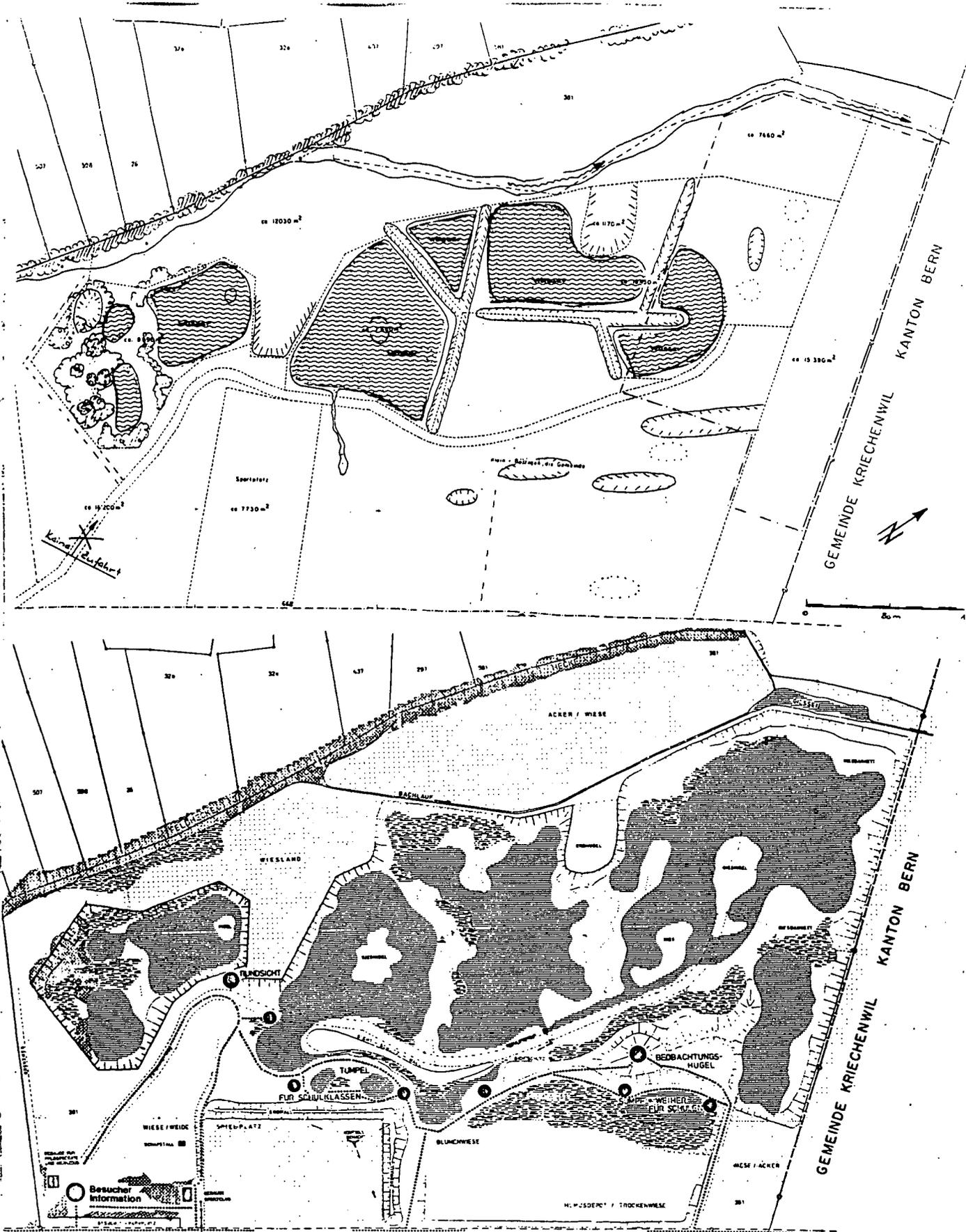
On voit sur l'illustration 2 l'état de la gravière au moment de sa reprise par la protection de la nature. Le terrain était traversé du nord au sud par un chemin d'accès. A l'est du chemin, le terrain était remblayé avec des décombres, des déchets ménagers, et à nouveau en partie cultivé. Dans la partie ouest, il y avait des mares séparées par des remblais ; un ruisseau, très eutrophisé, y coulait.

Partant de la situation, la configuration du terrain a été modifiée comme suit :

- dans le cadre de l'exploitation encore possible de la gravière, les plans d'eau existants ont été agrandis vers le nord et aménagés différemment, en déplaçant les remblais et dispersant les îlots de gravier,
- le ruisseau qui coulait en bordure ouest de l'exploitation a été détourné, afin que l'eutrophisation de l'étang disparaisse,
- avec la transformation du système d'écoulement et l'installation d'une digue de régulation, le niveau des étangs a pu être influencé,
- le terrain de sport a été tourné de 90 degrés, ce qui a permis un meilleur aménagement du site,
- la couche de terre végétale de la partie nord-est a été enlevée, rassemblée pour former une colline d'observation,
- le chemin pédestre à travers la réserve a été déplacé vers l'est et passe maintenant sur la colline d'observation.
- à l'est du chemin, de petites mares et une zone humide ont été créées pour offrir des points d'observation aux écoles.

Toutes ces mesures ont été prises en plusieurs étapes, entre 1982 et 1989, de sorte que des surfaces dénudées graveleuses propices à la végétation pionnière ont été régulièrement créées. De plus, depuis 1982, des travaux d'entretien (coupes de buisson, fauches) ont été faits, qui ont empêché que des arbres ne s'implantent dans la gravière.

Figure 2 : comparaison de l'aménagement de la réserve d'Auried entre 1981 et 1990. on observera l'agrandissement du plan d'eau, le déplacement du chemin vers l'est, le changement d'emplacement du terrain de football et la modification du lit du ruisseau.



Une étude de la faune et de la flore actuellement en train nous dira si les objectifs définis ont été atteints et de quelle manière il faudra poursuivre les mesures d'entretien. Cette étude n'est pas encore terminée, mais on peut déjà en déduire que la création de la réserve naturelle d'Auried est un succès. Avec environ 500 mâles chantants, l'Auried abrite un des plus grands peuplement de rainettes en Suisse. Le nombre des oiseaux nicheurs rares et menacés de disparition qui nichent dans la réserve a encore augmenté. Ce sont deux facteurs qui ont favorisés les oiseaux : l'agrandissement du plan d'eau et la pousse d'une roselière. Pourtant, un des principaux objectifs, qui était de conserver des surfaces dénudées propices aux plantes pionnières, n'a pas pu être atteint. La couche de gravier relativement mince qui comprend beaucoup de matériaux fins et le niveau élevé de la nappe d'eau provoque des changements très rapides dans l'évolution du terrain. L'Auried, contrairement au passé, est maintenant couvert de végétation et les bosquets y sont plus nombreux. Le peuplement de Miroir de Vénus a diminué; le Petit gravelot ne niche presque plus dans la réserve et seuls quelques individus du Crapaud calamite s'y trouvent encore. Les possibilités d'améliorer la situation faite à ces espèces lors de futurs aménagements du terrain sont limitées ; les réserves de gravier nécessaires à la préparation de terrains dénudés pionniers ne sont plus suffisantes.

Conclusion

L'exemple d'Auried montre bien la place prise par les gravières comme substituts des zones alluviales. Mais pour leur garder à long terme une fonction de protectrices de la nature, il faut les réaménager sans cesse. La fréquence du réaménagement doit être adaptée au rythme de succession du développement des milieux. Les mesures alors nécessaires demandent un investissement en travail et financier important. Les possibilités d'aménagement, tout particulièrement celles visant à créer des endroits propices aux plantes pionnières, sont meilleures dans une carrière contenant encore du gravier que dans une carrière épuisée.

TABLEAU 1 : espèces rares et menacées présentes dans la réserve naturelle d'Auried

Plantes 1973 : total de 356 espèces

Nom d'espèces	Nom scientifique
Plantain d'eau lancéolé	<i>Alisma lanceolatum</i>
Petite centaurée délicate	<i>Centaurium pulchellum</i>
Gnaphale des marais	<i>Gnaphalium uliginosum</i>
Miroir de Vénus	<i>Legousia speculum veneris</i>
Vélar fausse giroflée	<i>Erysimum cheiranthoides</i>
Souchet brun	<i>Cyperus fuscus</i>
Iris faux-acore	<i>Iris pseudacorus</i>
Réséda des teinturiers	<i>Reseda luteola</i>

Libellules 1979 : total de 16 espèces

Nom d'espèces	Nom scientifique
Agrion nain	<i>Ischnura pumilio</i>
Orthétrum brun	<i>Orthetrum brunneum</i>
Aeschne printanière	<i>Brachytron pratense</i>
Sympétrum de Fonscolombi	<i>Sympetrum fonscolombi</i>

Batraciens : total de 9 espèces

Nom d'espèces	Nom scientifique	1979	1991
Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i>	x	x
Triton palmé	<i>Triturus helveticus</i>	x	x
Rainette verte	<i>Hyla arborea</i>	x	x
Sonneur à ventre jaune	<i>Bombina variegata</i>	x	x
Crapaud commun	<i>Bufo bufo</i>	x	x
Crapaud calamite	<i>Bufo calamita</i>	x	x
Grenouille verte	<i>Rana esculenta</i>	x	x

Reptiles : total de 3 espèces

Nom d'espèces	Nom scientifique	1979	1991
Couleuvre à collier	<i>Natrix natrix</i>	x	x
Lézard agile	<i>Lacerta agilis</i>	x	x
Lézard des murailles	<i>Podarcis muralis</i>	x	x

Oiseaux nicheurs (Auried et environs immédiats)

Nom d'espèces	Nom scientifique	1979	1991
Grèbe castagneux	<i>Podiceps ruficollis</i>	x	x
Butor blongios	<i>Ixobrychus minutus</i>	x	
Harle bièvre	<i>Mergus merganser</i>		0
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	x	0
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>		x
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	x	0
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	x	x
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	x	x
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	0	0
Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	x	
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	x	x
Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i>	x	x
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	x	x
Martin-pêcheur	<i>Alcedo atthis</i>		0
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	x	0
Pic cendré	<i>Picus canus</i>	x	x
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>		0
Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>	x	0
Locustelle tachetée	<i>Locustella naevia</i>	x	x
Rousserolle turdoïde	<i>Acrocephalus arundinacea</i>		x
Hypolais icterine	<i>Hippolais icterina</i>	0	
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	x	x
Rouge-queue à front blanc	<i>P. phoenicurus</i>	x	x

x = certain

0 = vraisemblable

80

90 espèces

BIBLIOGRAPHIE

- BUERKI, H. (1979) : Die Pflanzenwelt des Kiesgrubengebietes von Kleinböisingen. Bern
- COLLAUD, J. (1981) : Réserve de l'Auried, Kleinböisingen. Nos Oiseaux 36 : 186-190
- GROSSENBACHER, K. (1979) : Ergänzender Bericht zur Kiesgrube Kleinböisingen FR. Polycopié, Berne
- GROSSENBACHER, K. (1988) : Atlas de distribution des amphibiens de Suisse. Documenta faunistica Helvetiae 7
- HOTZ, H.J., BROGGI, M.F. (1982) : Rote Liste der gefährdeten und seltenen Amphibien und Reptilien der Schweiz. SBN, Basel
- KUHN, N. AMIET, R. (1988) : Inventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung, Entwurf zur Vernehmlassung. BUWAL, Bern
- LANDOLT, E..(1991) : Gefährdung der Farn-und Blütenpflanzen der Schweiz. EDMZ
- MAIBACH, A., MEIER, C. (1987) : Atlas de distribution des libellules de Suisse. Documenta faunistica Helvetiae 4
- TROENDLE, P. (1979) : Kiesgrube Kleinböisingen. Polycopié. Gummen
- ZBINDEN, N. (1989) : Die Entwicklung der Vogelwelt in der Schweiz. Schweiz. Vogelwarte Sempach
- ZURWERRA, A. (1978) Beitrag zur Wasserinsektenfauna der Tümpel und Weiher von Kleinböisingen FR. Bull. Soc. frib. sc. nat 67 (2)

ALLOCUTION DE CLOTURE

M. CLOUZOT

*Service des Réserves Naturelles
Direction de la nature et des paysages
Ministère de l'environnement
14, bd du Général Leclerc
92524 NEUILLY SUR SEINE*

Je pense que cette journée a été très intéressante et passionnante pour nous tous et que chacun a appris beaucoup de choses. Je voudrais souligner deux éléments qui me paraissent très positifs :

* cette journée est exemplaire de la coopération qui doit exister entre les scientifiques et les réserves naturelles françaises. Parce que les réserves naturelles ont besoin des scientifiques pour les aider à comprendre le fonctionnement des milieux naturels qu'elles ont à gérer. L'aide des scientifiques doit permettre de définir au mieux les objectifs de gestion. Je pense que les scientifiques peuvent aussi trouver un terrain d'expériences, ou des informations dans les réserves naturelles. On ne peut que se féliciter qu'ils coopèrent le plus possible.

* par ailleurs je voudrais dire aussi que la mise en place de ce réseau de 19 réserves naturelles sur les milieux fluviaux nous paraît aussi très intéressante. Il existe d'autres réseaux de ce type, notamment celui des réserves géologiques. Je crois que le fait que les réserves qui ont des affinités puissent se réunir, échanger leurs expériences est aussi très positif. Il y a aussi des liens qui commencent à se développer avec des espaces protégés dans d'autres pays : tout ceci est très intéressant.

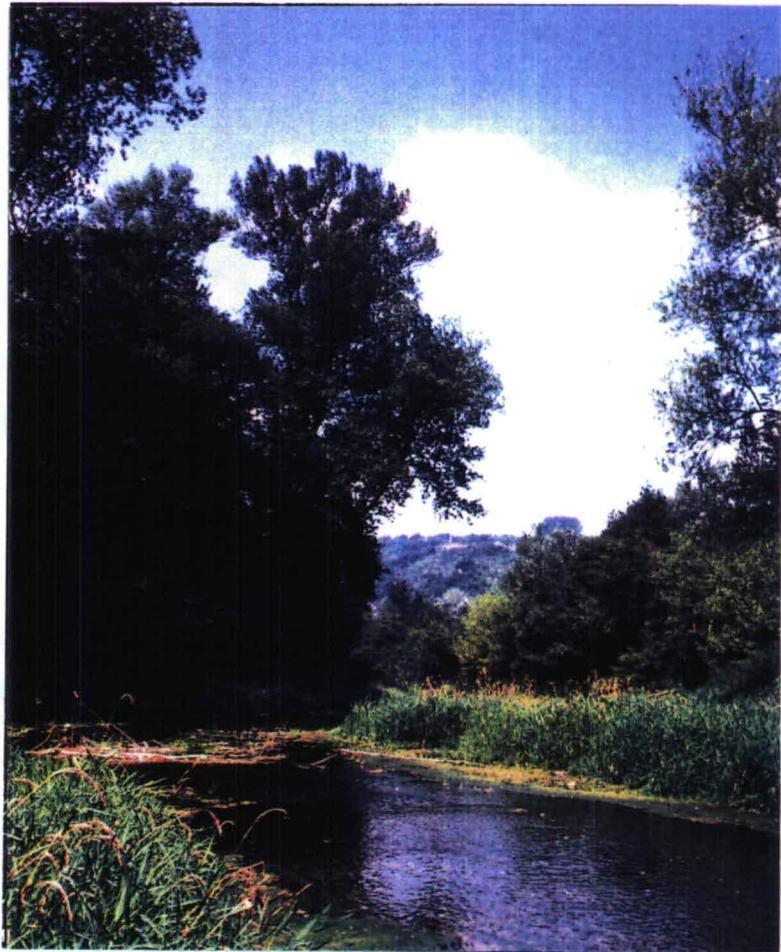
Je remercie vivement tous les intervenants de cette journée et également les organisateurs, l'équipe de la Petite Camargue Alsacienne, qui a permis que cette journée ait lieu, et qui a dépensé je crois beaucoup d'énergie pour son organisation.

IMAGES DU PATRIMOINE DES
RESERVES NATURELLES FLUVIALES



Dynamique d'un cours d'eau à style tressé (R.N. Ramières du Val de drôme) (cliché J.M. FATON)

EAU VIVE ET EAU CALME



Bras latéral (R.N. Ile de la Platière) (cliché B. PONT)



Roselière et prairie humide (R.N. Petite Camargue Alsacienne) (Cliché P. KNIBIELY)

PRAIRIE ET MARAIS



Cariçaie (R.N. du Marais d'Isle) (Cliché J.L. MICHELOT)



Forêt rhénane (R.N. d'Offendorf) (cliché G. LACOUMETTE)

FORET ALLUVIALE



Forêt rhodanienne inondée (R.N. Ile de la Platière) (cliché B. PONT)

ONT PARTICIPÉ AU SÉMINAIRE ...

séminaire

GESTION ET RESTAURATION DES MILIEUX FLUVIAUX

Mulhouse - 12 juin 1992

Participants :

Monsieur Le Professeur AMOROS	Université de Lyon 1
Monsieur Le Professeur BRAVARD	Université de Lyon 3
Monsieur Le Professeur CARBIENER	Université de Strasbourg
Monsieur Le Professeur DIESTER	AUEN Institut - Rastatt (D)
Monsieur Le Professeur DURRER	Université de Bâle (CH)
Monsieur Michel FERNEX	Comité des Sciences pour la Nature
Monsieur J.C. JACOB	Conservatoire des Sites Alsaciens
Monsieur le Docteur MORGAN	ancien directeur de la Tour du Valat et Dir.Adj. Nature Conservancy Council (GB)
Monsieur Le Professeur PAUTOU	Université de Grenoble
Monsieur le Docteur TESTER	L.S.P.N. - Bâle (CH)
Bernard BAL	Réserves Naturelles Bout du Lac et Delta de la Dranse
Michel CHANTEREAU	Réserve Naturelle St Pryvé-St Mesmin
Jean-Michel FATON	Réserve Naturelle des Ramières du Val de Drôme
Bruno GONTIER	Réserve Naturelle Gorges de l'Ardèche
Jean-Paul KLEIN	Réserves Naturelles Erstein et Offendorf
Philippe KNIBIELY	Réserve Naturelle Petite Camargue Alsacienne
Jean-Louis MICHELOT	Réserve Naturelle Volontaire Crepieux
Gilles MOYNE	Réserve Naturelle Ile du Girard
Alain PONSERO	Réserve Naturelle Marais de Lavours
Bernard PONT	Réserve Naturelle Ile de la Platière
Madeleine CLOUZOT	div. des Réserves Naturelles à la D.N.P. (Minist.Environnement)
Simone RENAUD	div. des Réserves Naturelles à la D.N.P. (Minist.Environnement)
Véronique PETIT-UZAC	chargée de formation ATEN - Montpellier
Béatrice ANDRE	Coordonnatrice Saône vivante - Doubs vivant
Christian BERGER	étudiant
Monique BINNERT	C.A. CINA
Jean-Paul BINNERT	Président d'Honneur du C.I.N.A.
Patrick BOHN	C.S.P.
Stéphanie BUSAM	Administration RANA - station de recherches
Michel COTTET	directeur Doubs Nature Environnement - Besançon
Emmanuelle CRANEY	ingénieur écologue - Besançon
Michel DUROUSSEAU	Groupe contrôle et prévention
Erni DILLMANN	Ingénieur
Serge FUCHS	Animation CINA - Saint Louis

/ ...

... / ...

Monsieur MULLER	O.N.F.
Christophe GERRER	objecteur CINA
Monsieur DURAND SAT	
Nils GOLAY	Administration RANA - station de recherches
Richard HAUSCHILD	biologiste
Jean-Paul HETTLER	ingénieur hydraulique, hydraulicien
Michel HEYBERGER	secrétaire commission scientifique du CINA
Arnaud HURSTEL	Conservatoire des Sites Alsaciens
Henri JENN	Régisseur de l'eAU Vive - Saint Louis
Philippe LACOUMETTE	
Monsieur LEVRAUTON	Navigation
Jean-Pierre REDURON	AFCEV - ville de Mulhouse resp. service environnement
Emmanuel LIERDEMANN	chargé d'étude S.R.P.N.
Robert LINDECKERT	D.R.A.F. - Strasbourg
Gérard MAIRE	Ingénieur de recherches CNRS - CEREG
Jacky MARNOT-HOUDAYER	chef service environnement Conseil Général 67
Pascal MAURER	chargé d'étude au Conservatoire des Sites Alsaciens
Pierre MEYER	membre de l'association des sourciers d'Alsace
Monsieur MULLER	Navigation
Andreas OCHENBEIN	assistant technicien - Bâle (CH)
Monsieur PETIT	navigation
François RECK	
Liliane RECK	
Pierre ROBELET	
Tharcisse SAENGER	technicien Conservatoire des Sites Alsaciens
Bertrand SCAAR	président du CINA - Saint Louis
Francis SCHAFFNER	service démoustication - Conseil Général 68
Odile SCHIFFLI	présidente des APCA - Saint Louis
Annick SCHNITZLER	chercheur - Strasbourg
Michèle SCHORTAENER	DIREN Alsace
Laurent SCHWEBEL	directeur service environnement Conseil Général 68
Michel STEINECKER	directeur de la SAVA - Muttersholtz
Heinrich THOMMEN	Biol. Dr. Phil. Nat. Bâle (CH)
Michèle TREMOLIERES	maître de conférences - Strasbourg
Jean-Philippe TURLOT	commission scientifique CINA
Hubert VAXELAIRE	district des trois frontières - Saint Louis
Barbara WALTHER	diplome biologie - Bâle (CH)
Benoît WASSMER	ornithologue
Gérard WITZ	ami des plantes du Florival
ZAEH Arthur	botaniste - Saint Louis