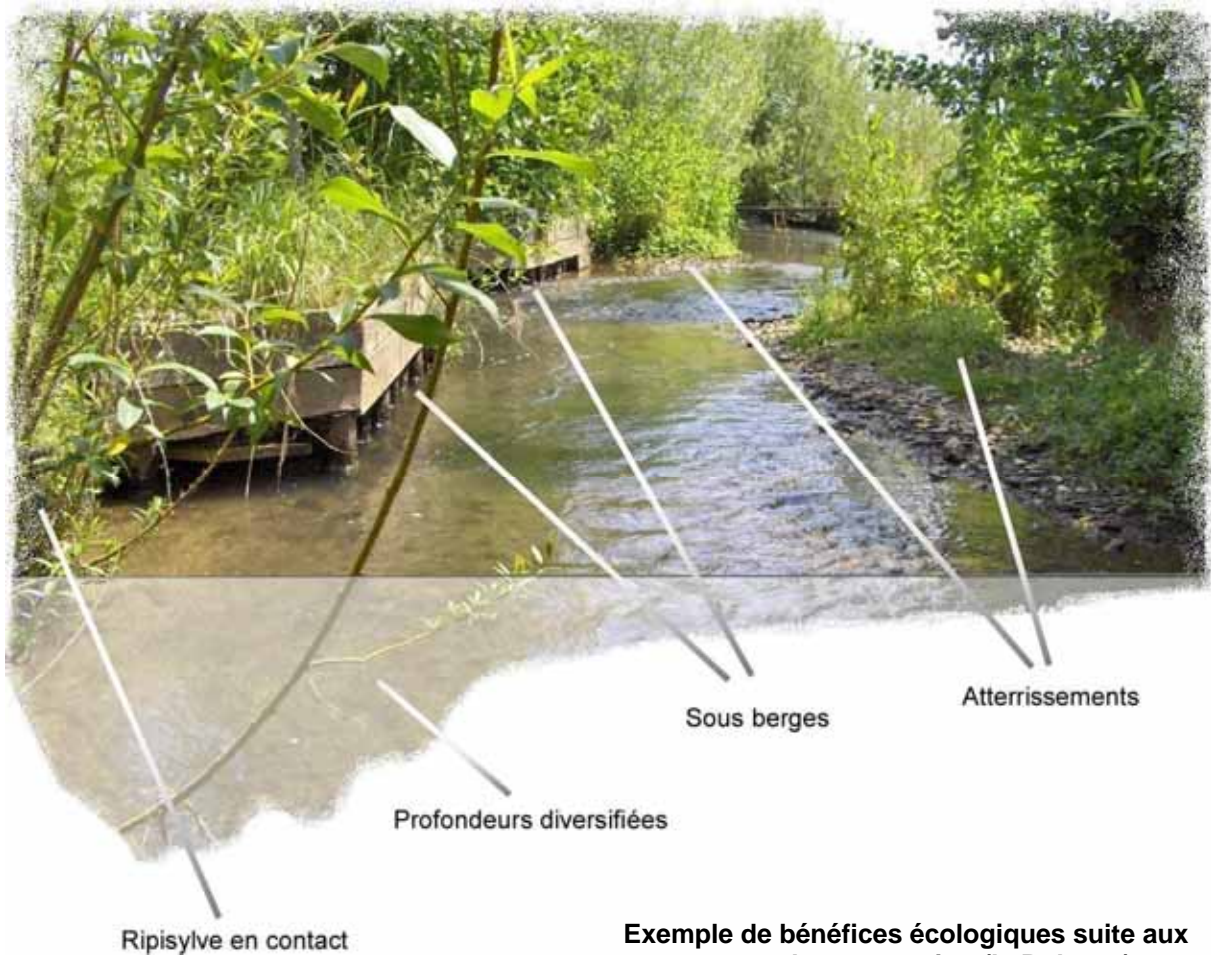


RESTAURATION PHYSIQUE DES COURS D'EAU

DANS LE NORD-EST DE LA FRANCE



SEPTEMBRE 2005

Éloge des courbes pour la vie des cours d'eau.

Après des décennies d'alignements et de mises au gabarit des cours d'eau, on s'aperçoit qu'il est peut-être temps de penser autrement leur aménagement. En comprenant mieux à quoi servent les méandres, les radeurs, les mouilles, ces faciès qui dissipent l'énergie de l'eau, et offrent des habitats diversifiés à la flore et à la faune aquatique.

Mais comment réussir leur restauration des cours d'eau ? Pour quels objectifs ? Selon quels principes et quelles actions ?

Cette plaquette fort bien illustrée décortique pour nous différents cas mis en œuvre dans l'Est de la France. Rien de tel que ces exemples et leur retour d'expérience pour comprendre que l'entreprise de restauration est possible.

Mais attention, pour mettre toutes les chances de succès de son côté, il s'agit de bien analyser le bassin versant du cours d'eau, avec ses caractéristiques hydromorphologiques, de chercher à imiter le style fluvial du type historique ou régional, en évitant de construire un stéréotype de cours d'eau. En d'autres termes jouer avec les forces naturelles, plutôt que d'essayer de les contraindre.

Le chemin est montré. Pensons à bien documenter les cas futurs, pensons aussi à bien mesurer les effets biologiques, avec patience, en laissant aux cycles le temps de recommencer et de s'accomplir.

Bonne chance aux nouveaux entrepreneurs.

Yves SOUCHON

Directeur de Recherche

Président du Conseil Scientifique du C.S.P.

RESTAURER : UN ENJEU ACTUEL

Bien que l'impact de l'homme sur les systèmes aquatiques ait été prépondérant tout au long de son histoire, il s'est fortement accentué depuis la révolution industrielle. Mais ce sont les aménagements du 20^{ème} siècle qui ont les conséquences les plus dommageables. En effet, l'aménagement des rivières se montre peu respectueux des écoulements, de la mécanique des matériaux quels que soient les objectifs poursuivis par ces aménagements : moulins, navigation, extraction de granulats, lutte contre les inondations, ...

Cette vision du chenal canalisé, régularisé et épuré, comporte de nombreuses contradictions entre la satisfaction d'usages et le fonctionnement des milieux naturels (1). De plus, les aménagements n'ont pas toujours les effets escomptés et ils n'agissent qu'à une échelle locale et non globale. Pire encore, ils peuvent engendrer l'apparition d'effets indésirables à long terme : homogénéisation du milieu, disparition des abris, aggravation des crues et des étiages, augmentation des écarts thermiques...

L'expérience montre que l'aménagement des rivières n'a que très rarement pris en considération les équilibres écologiques, ce qui est au-

jourd'hui préjudiciable à la faune mais aussi à l'homme. L'intérêt de restaurer ces sites est important afin de préserver les fonctionnalités du cours d'eau (lutte contre les crues et les assecs, autoépuration) et de maintenir les aménités* (2) telles la biodiversité, la valeur paysagère ou les loisirs (pêche, randonnée, ...). D'autre part la restauration trouve sa place au sein de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau qui fixe l'objectif du "retour au bon état écologique des cours d'eau" d'ici 2015. Si les efforts d'assainissement ont permis une amélioration considérable de la qualité de l'eau, la qualité du milieu physique a peu été prise en compte (3). Or des études ont démontré que, sans récupération de la structure et de la dynamique physique, il n'y a pas de récupération biologique (4). Par conséquent, le retour à un bon état écologique passe par la restauration physique des rivières altérées.

A travers ce document, quelques retours d'expériences sur le territoire de la Délégation Régionale de Metz (Alsace, Lorraine, Champagne-Ardenne) vont être présentés afin de démontrer la faisabilité et l'intérêt de telles actions.



Restauration de la Vence à Poix Terron (08).



Quelques chiffres :

- A l'échelle mondiale, 60 % des rivières ont probablement été régulées à la date de l'an 2000 (5).
- Environ 98% des rivières danoises ont été modifiées et 96 % des cours d'eau de Grande-Bretagne (5).
- L'altération du milieu physique par chenalisation peut s'accompagner d'une réduction de l'ordre de 80% des biomasses piscicoles (4).
- 5600 Kms de rivières du bassin Rhin-Meuse sont impactés par des travaux hydrauliques, soit presque la moitié du linéaire total (6).
- Plus de 60% des masses d'eau recensent au moins une perturbation morphologique (6).

* Les aménités sont des usages non marchands, relatifs à des attributs naturels ou façonnés par l'homme tels que le paysage, la biodiversité, les ressources naturelles, le patrimoine, les traditions historiques, culturelles et sociales.

LA RESTAURATION : DÉFINITION

De nombreux termes sont utilisés pour décrire une intervention en vue d'améliorer l'environnement fluvial mais il n'existe pas de définition largement acceptée.

En théorie,

CAIRNS, 1991 (7):

"La restauration est le retour structurel et fonctionnel complet à un état avant perturbation."

Ce niveau de restauration est un idéal qui est rarement mis en pratique. De plus, il est difficile de convenir sur ce qui est signifié par un retour à l'état de "pré-perturbation" puisque l'action humaine d'une manière ou d'une autre s'est produite dans toute la majeure partie du monde depuis la fin du Pléistocène.

En pratique,

Agence de Protection de l'Environnement, Etats-Unis, 1990 (9):

"La restauration est un ensemble de mesures entreprises pour renvoyer les ressources existantes d'habitat de poissons et de faune à un état historique moderne."

Cette définition se rapporte "à l'histoire moderne" considérant qu'il serait difficile de reconstituer des systèmes avec les conditions existantes il y a plusieurs siècles. Cette explication se trouve en accord avec ce qui est constaté sur le terrain où, le plus souvent, il s'agit des mesures mises en œuvre pour atténuer ou compenser directement les dommages causés par le développement actuel. On peut inclure dans cette définition l'ensemble des "mesures compensatoires" demandées à un aménageur dans le cadre des documents d'incidences (11).

Avec quelques précisions,

Conseil National de la Recherche, États-unis, 1992 (8):

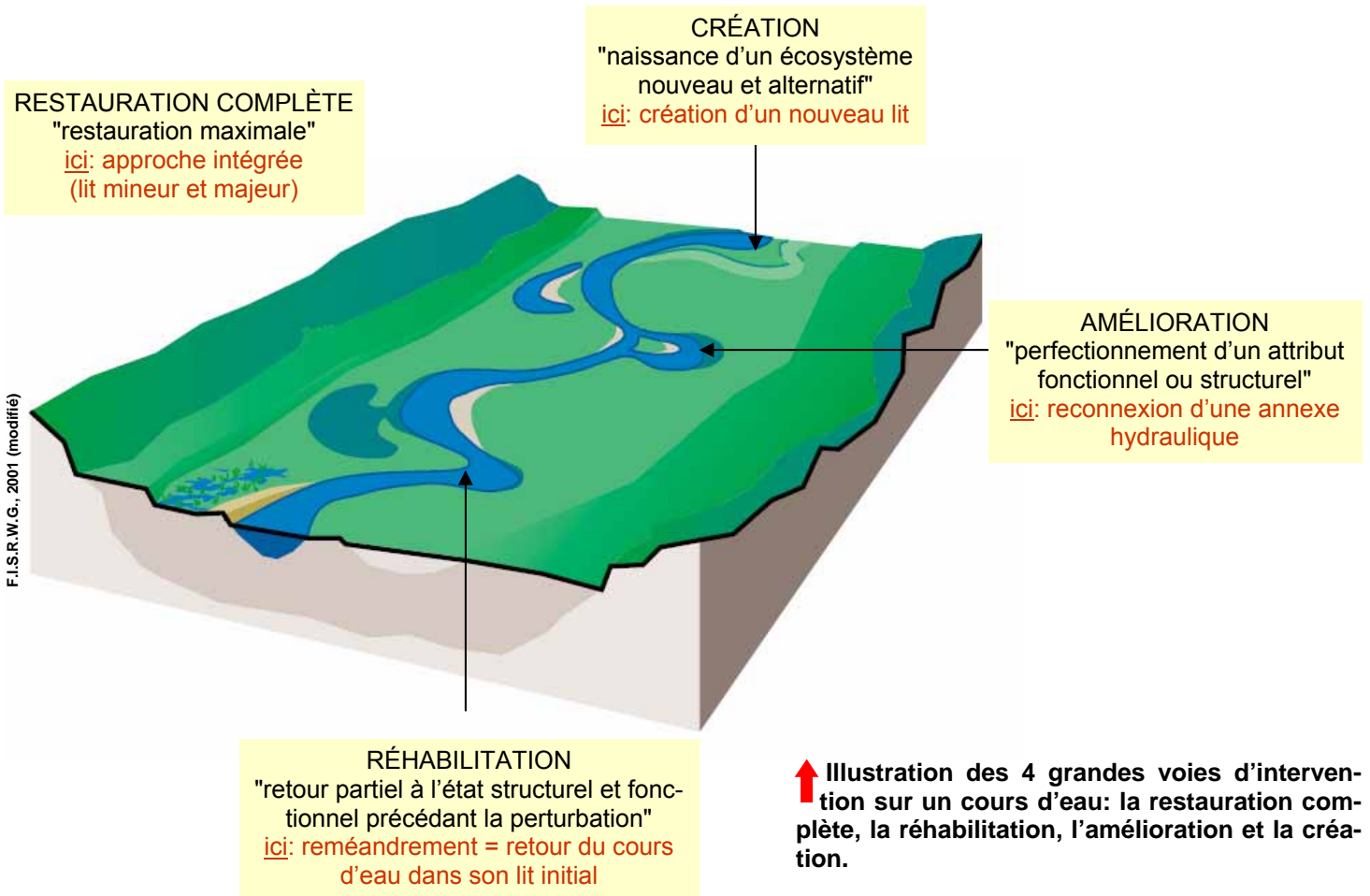
"La restauration est le rétablissement des fonctions aquatiques à un état pré altération par la reconstruction de l'état physique, hydrologique et morphologique, par épuration des composés chimiques et par manipulation biologique comprenant la revégétalisation et la réintroduction d'espèces indigènes absentes ou actuellement non viables."

Cette définition précise l'intérêt écologique de la démarche mais il subsiste toujours le problème de la notion de "retour à l'état avant perturbation" qui mérite d'être explicitée (quelle perturbation ? quelle échelle de temps ?). De plus cette notion ne différencie pas la restauration active entreprise par l'Homme pour obtenir des résultats plus rapidement et restauration passive liée aux capacités naturelles de l'écosystème à retourner à des conditions initiales.



↑ **Contraste entre une rivière calibrée (ruisseau de Cappel, 57) et une rivière fonctionnelle (ruisseau des Forges, 55).** ↑

Quel que soit le constat initial, il convient de se poser les bonnes questions avant d'agir, l'objectif étant de savoir si la restauration est vraiment utile et s'il n'y a pas d'autres solutions envisageables. En effet tous les écosystèmes ont une capacité innée à récupérer et reconstituer leur structure physique. Mais les processus de rétablissement peuvent prendre des décennies et les objectifs de gestion peuvent chercher un rétablissement plus rapide par restauration active. De plus, dans les systèmes moins dynamiques, ces processus sont insuffisants pour recréer les dispositifs naturels ou le feront seulement à l'échelle des temps géologiques. Dans ce cas, la restauration active peut être considérée comme la seule option. Une démarche rigoureuse doit être appliquée (*voir encadré page 6*) afin d'identifier clairement le problème rencontré, ses causes, et donc les solutions les mieux adaptées (*voir figure ci dessous*).

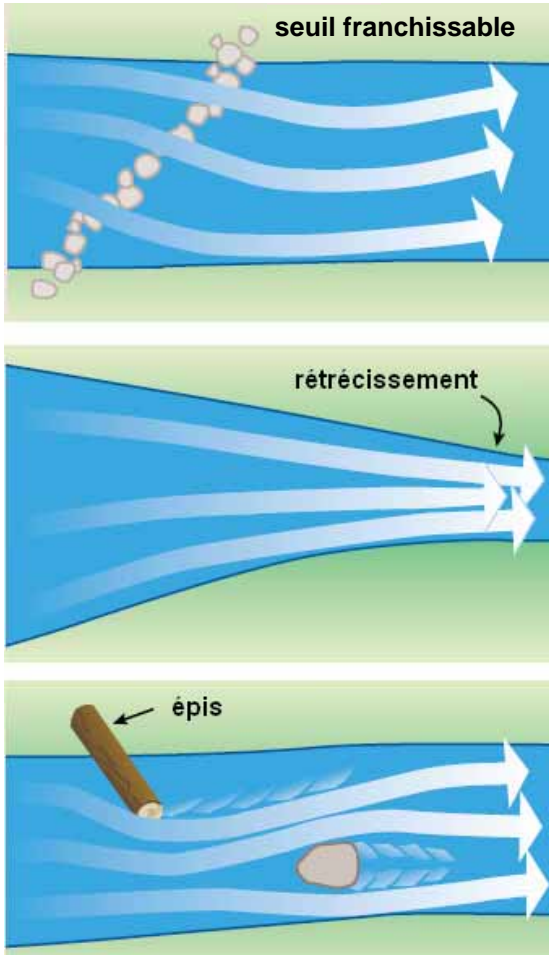


Vallée du Drugeon à Sainte Colombe : avant travaux de restauration, un chenal rectiligne fait place au cours originel sinueux dont on voit les anciens méandres.



Un exemple d'approche intégrée : le Drugeon (25).

Le Drugeon est une rivière jurassienne fortement altérée par l'homme dans les années 50 (10). La mise en valeur agricole, les travaux de rectification et de drainage ont transformé la rivière en un canal rectiligne raccourci de 30% et conduisirent à l'assèchement global de la vallée et à l'enfoncement de son lit. Un programme d'actions fût donc initié avec pour objectif principal la sauvegarde de la richesse biologique du bassin du Drugeon. Ce programme global a permis l'acquisition de zones humides, la réhabilitation de tourbières et le remplacement de la rivière dans son ancien lit. Ceci en adoptant des mesures de gestion concernant les pratiques agricoles et l'assainissement des eaux usées. A l'heure actuelle, le suivi effectué sur cette vallée montre des bénéfices écologiques notoires (10). Une remontée de près d'un mètre de la nappe phréatique est observée dans certains secteurs. En période de crue, le Drugeon recommence par endroits à sortir de son lit pour nourrir les prairies. De plus les profils longitudinaux et transversaux se sont fortement diversifiés : des dépôts de sable et de gravier se forment à l'intérieur des méandres tandis que les fosses se creusent dans la partie concave. Ces modifications ont eu un impact direct sur la faune aquatique avec une augmentation de la richesse taxonomique et des biomasses.



Quelle que soit l'intervention retenue, le recours à **des travaux de diversification du lit mineur** est souvent nécessaire pour augmenter la qualité physique du milieu c'est-à-dire:

- **son hétérogénéité:** alternance de courants lents et rapides, turbulences, variations des profondeurs.
- **son attractivité:** sous berges, frayères, herbiers, blocs avec caches, ripisylve en contact.
- **sa connectivité:** longitudinale (passes à poissons, suppressions de barrages,...) et latérale (annexes hydrauliques).
- **sa stabilité:** équilibre des figures de dépôts et de sédimentation.

Pour cela, il existe divers types d'aménagements (voir *ci contre*) faisant l'objet de guides techniques. On peut citer par exemple les épis, les déflecteurs, les abris sous berges, les seuils, la pose de blocs, ...

← **3 types d'aménagements pouvant être effectués lors de travaux de restauration: seuil, rétrécissement (ou banquettes) et épis.**



La restauration : une démarche en plusieurs étapes

1. Analyse de la situation : état initial

La réalisation d'un état initial doit permettre d'améliorer la connaissance du milieu avant toute intervention afin de conforter les constats préalables et de mieux cerner les objectifs de l'aménagement. Son niveau de précision doit être adapté aux caractéristiques et à la sensibilité du milieu aquatique, à la nature de l'opération, au risque d'impact et à l'objectif de suivi de l'impact (11).

La première étape d'un état initial est de recueillir des données générales, ce qui impose le choix de descripteurs. Ces derniers doivent être pertinents et relativement simples pour être efficaces (12). Pour cela on se base sur une approche par compartiments de l'écosystème aquatique afin de caractériser l'état de ses fonctionnalités (11). Les 2 compartiments à étudier sont le **biotope*** et la **biocénose*** où il convient respectivement de fixer des descripteurs physiques et biologiques du milieu aquatique.

Il est important de retenir des descripteurs biologiques car ils sont sensibles aux perturbations, y répondent d'une manière prévisible, présentent une capacité d'anticipation, servent à prédire des changements modifiables par une intervention et sont intégrateurs de gradients clés (13).

2. Conception et réalisation du projet : état souhaité

Cette étape nécessite de définir un système de référence c'est à dire une approximation de l'état souhaitable, comme une norme choisie parmi plusieurs états alternatifs, possibles et accessibles (14).

Le choix d'un système de référence est fonction de l'état des ressources de l'écosystème et des usages qu'on aimerait adopter (15). Il doit tenir compte des aspects techniques, juridiques et humains. C'est pourquoi un travail en équipe et des outils d'aide à la décision (état initial) sont nécessaires.

L'étape de conception aboutit au choix de l'intervention qui s'accompagne d'une définition explicite des objectifs de la restauration comme la présence de telle ou telle espèce ou le retour de tel ou tel processus. La définition d'un objectif clair et précis est primordiale car des formulations trop vagues rendent l'évaluation des résultats impossible (8).

3. Suivi et évaluation de la restauration : état final

Le suivi permet d'estimer l'impact de l'action par rapport à l'état initial alors que l'évaluation doit déboucher sur un jugement de l'efficacité du projet en prenant pour référence les objectifs visés. Dans les 2 cas, il s'agit de recueillir des données sur l'objet étudié. De ce fait, suivi et évaluation gagnent à être conçus de concert.

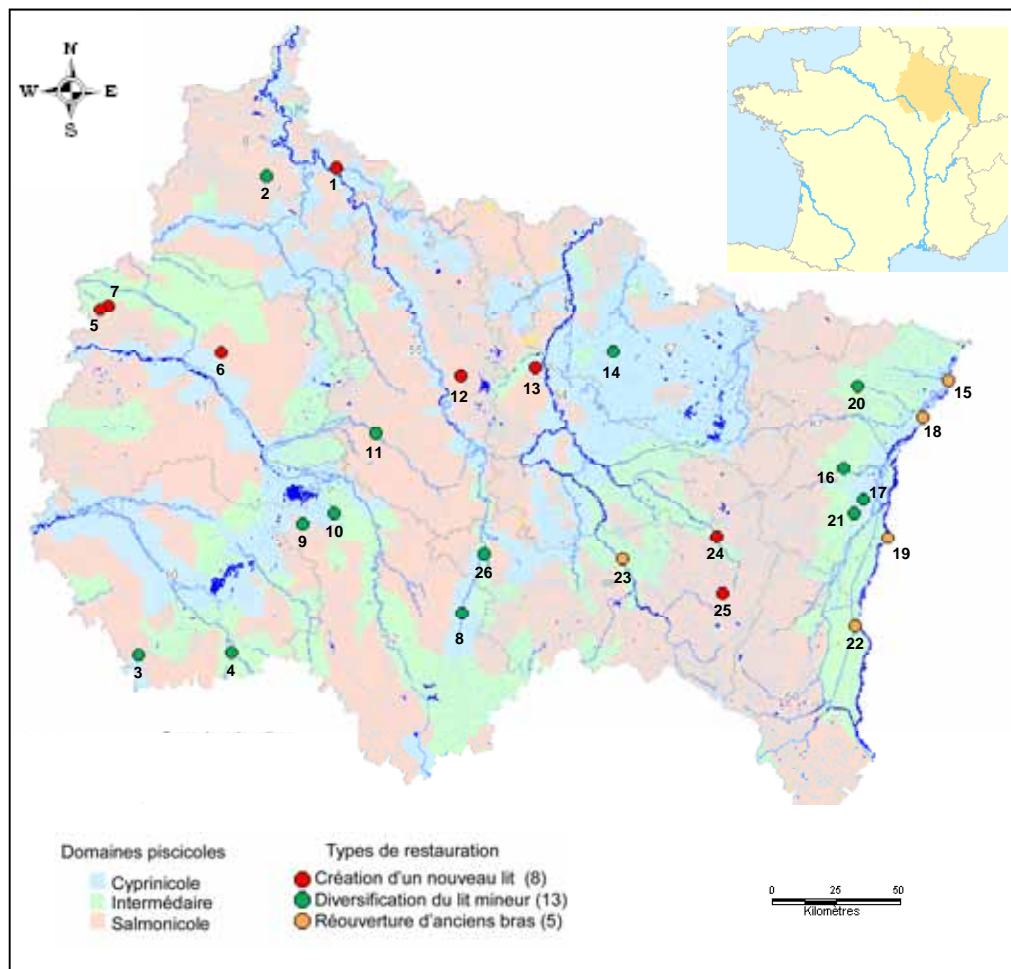
Pour mener à bien cette étape, il convient d'envisager une méthodologie qui intègre la mesure des changements et qui permet de distinguer les apports des manipulations de celles des évolutions naturelles ou sous influence de facteurs anthropiques externes au site. Dans un projet type, la durée moyenne du suivi est de 5 à 10 ans. Si les normes de réussite sont atteintes, les mesures sont allégées mais poursuivies pendant 10 à 20 ans. Dans le cas inverse, le projet doit être réexaminé : soit les objectifs étaient irréalistes et sont à revoir, soit ils restent d'actualité et des actions correctrices sont à mettre en œuvre.

Mais cette étape se heurte fréquemment à des obstacles répétitifs que sont le manque de financement, de temps et de personnel (13). De plus, lorsqu'un suivi est engagé, la plus grande partie du budget va à la collecte des données au détriment de la longévité du suivi. Par conséquent d'autres aspects critiques du programme s'en trouvent négligés (apports scientifiques, formation, gestion des données, communication).

***Biotope** : Ensemble d'éléments caractérisant un milieu physico-chimique déterminé et uniforme qui héberge une flore et une faune spécifique (= la biocénose).

***Biocénose** : Ensemble des êtres vivants (animaux, végétaux, micro-organismes) présents dans un même milieu ou biotope.

RECENSEMENT DES SITES "RESTAURÉS" DANS LE NORD-EST DE LA FRANCE



On dénombre 26 sites (liste non exhaustive) ayant fait l'objet de restaurations. Ces interventions peuvent être classées en 3 grandes catégories:

1/ la création d'un nouveau lit concernant des extensions d'usines situées à proximité de rivières ou la réalisation d'infrastructures de transport comme la création de la Ligne Grande Vitesse Est.

2/ les diversifications du lit mineur avec une grande mixité de situations tant au niveau de la morphologie du cours d'eau restauré que des moyens mis en oeuvre.

3/ les réouvertures d'anciens bras qui concernent essentiellement la restauration des anciens bras du Rhin dans le cadre du projet LIFE Bande Rhénane. Au sein de cette catégorie peuvent être inclus les nombreuses restaurations de frayères à brochets (non recensées dans cette étude).

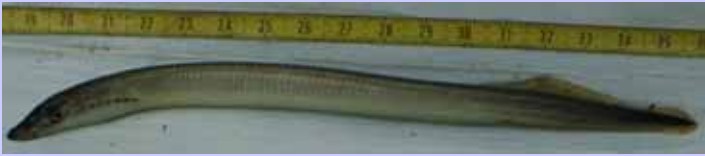
Dépt	Commune	Cours d'eau	N°	Dépt	Commune	Cours d'eau	N°
08	Bazeilles	le Rule	1	57	Rémilly - Courcelles	la Nied Française	14
08	Poix-Terron / St Ponce	la Vence	2	67	Beinheim	l'Aspenkopf	15
10	Evry le Chatel	l'Armance	3	67	Ergersheim	Neumatt engraben	16
10	Mussy sur Seine	la Seine	4	67	Hindisheim	l'Andlau	17
51	Lhéry	le Brouillet	5	67	Offendorf	le Rossmoerder	18
51	St Hilaire au Temple	la Vesle	6	67	Rhinau	le Breitsandgiessen	19
51	Tramery	l'Arde	7	67	Uberach	la Moder	20
52	Levécourt / Hâcourt	la Meuse	8	67	Westhouse	le Neugraben	21
52	Montier en Der	la Voire	9	68	Biesheim	le Rhin de Biesheim	22
52	Wassy	la Blaise	10	88	Châtel sur Moselle	la Moselle	23
54	Prény	ruisseau des Abreuvoirs	11	88	Corcieux	le Neuné	24
55	Bar le Duc	l'Ornain	12	88	Etival Clairefontaine	la Meurthe	25
55	Lamorville	ruisseau des Bosmard	13	88	Neufchâteau	ruisseau de l'Abreuvior	26

↑ Parmi ces restaurations, quelques sites représentatifs de la diversité des situations rencontrées ont été sélectionnés et sont présentés ci-après. ↑

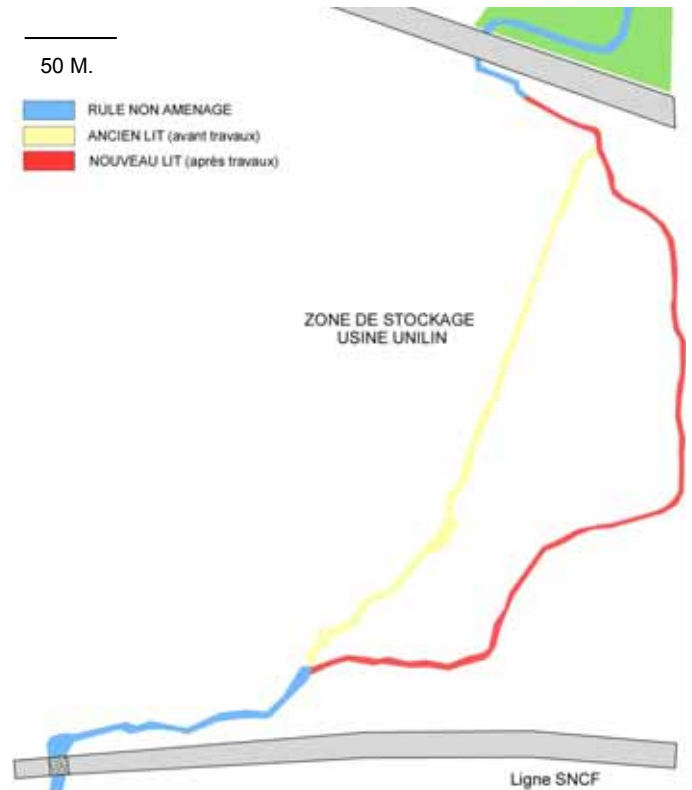
LA CRÉATION RÉUSSIE D'UN NOUVEAU LIT

Dans le cadre de l'extension de l'usine UNILIN située à Bazeilles (08), le lit mineur du Rule a été détourné sur un linéaire d'environ 500 mètres. Un état initial complet réalisé avant travaux a permis d'effectuer une comparaison avec les résultats après détournement.

Lors de l'état initial, 3 espèces de Lamproies ont été recensées sur ce site à savoir : la Lamproie de Planer (*Lampetra Planeri*), fluviatile (*Lampetra fluviatilis*) et marine (*Petromyzon marinus*). Or ces espèces sont inscrites à l'Annexe 2 (*L. planeri* et *P. marinus*) et à l'Annexe 5 (*L. fluviatilis*) de la Directive 97/62/CE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvage. Leur présence confère au Rule un fort intérêt écologique justifiant la reconstitution d'une mosaïque d'habitats équivalente.



Lamproie pêchée le 21/09/03



← Afin de favoriser le retour d'espèces remarquables (voir encadré ci dessus), il a été décidé de reconstituer une mosaïque d'habitats équivalente. Pour cela divers aménagements ont été réalisés: seuils de fond pour conserver les différents secteurs de pente, caissons sous cavés, épis, fascines végétales, plantations d'aulnes, ... ↓



← Avant de combler l'ancien lit, le substrat de ce dernier a été transvasé dans le nouveau. Puis le tronçon a été progressivement mis en eau. Les travaux, débutés en mai 2003, se sont achevés en novembre 2003.

Durant l'été 2005, un suivi après travaux a été réalisé par le Conseil Supérieur de la Pêche. Trois descripteurs ont fait l'objet d'une étude, à savoir : **la morphodynamique***, **le macrobenthos*** et **les peuplements piscicoles**.



↑ Au bout de 3 ans, les premières constatations sont positives : des atterrissements se forment, le cours d'eau creuse son lit et les fascines végétales se sont bien développées (photo droite). De plus l'aménagement a résisté à une 1^{ère} crue particulièrement importante l'année de sa mise en eau. Mais la situation n'est pas encore comparable à l'état d'avant travaux (photo gauche) où végétation et ombrage sont beaucoup plus conséquents.

	AVANT	APRES
Macrobenthos (Note IBGN) ¹	17	15
Classe de qualité	Très Bonne	Bonne
Poissons (Note IPR) ²	21	13
Classe de qualité	Moyenne	Bonne

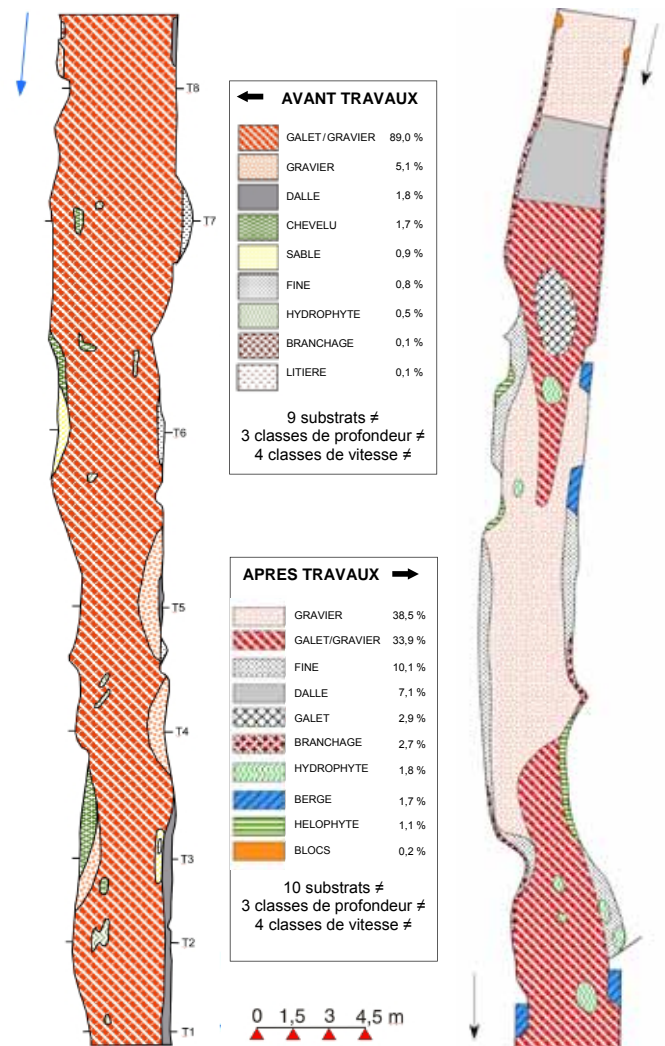
¹ IBGN: note de 0 à 20 et proportionnelle à la qualité du milieu.

² IPR: note de 0 à 100 et inversement proportionnelle à la qualité du milieu.

↑ Le peuplement piscicole (2005) actuel correspond, à peu près, à celui présent avant travaux. On note une densité importante de truites suite à une bonne reproduction. Les chabots sont présents mais en effectifs moindres. Ceci n'est pas aussi net avec le macrobenthos dont la note perd 2 points (15/20). Les taxons fortement pollu-sensibles ne sont pas ou peu présents du fait de la jeunesse du système. Néanmoins la richesse spécifique est comparable à celle avant travaux et présage du retour d'un fort potentiel biologique.

😊 Au final, la restauration du Rule est très satisfaisante. L'objectif fixé, c'est-à-dire la création d'une mosaïque d'habitat équivalente, a été atteint et les premiers résultats biologiques (impact à court terme) sont encourageants. Les poissons y trouvent une bonne diversité d'habitats et le macrobenthos, fortement inféodé à l'échelle locale, tire aussi profit de cette hétérogénéité comme en témoigne sa richesse spécifique.

↓ Du point de vue morphodynamique, on a retrouvé une mosaïque d'habitat équivalente tant au niveau des substrats, des vitesses que des hauteurs d'eau.

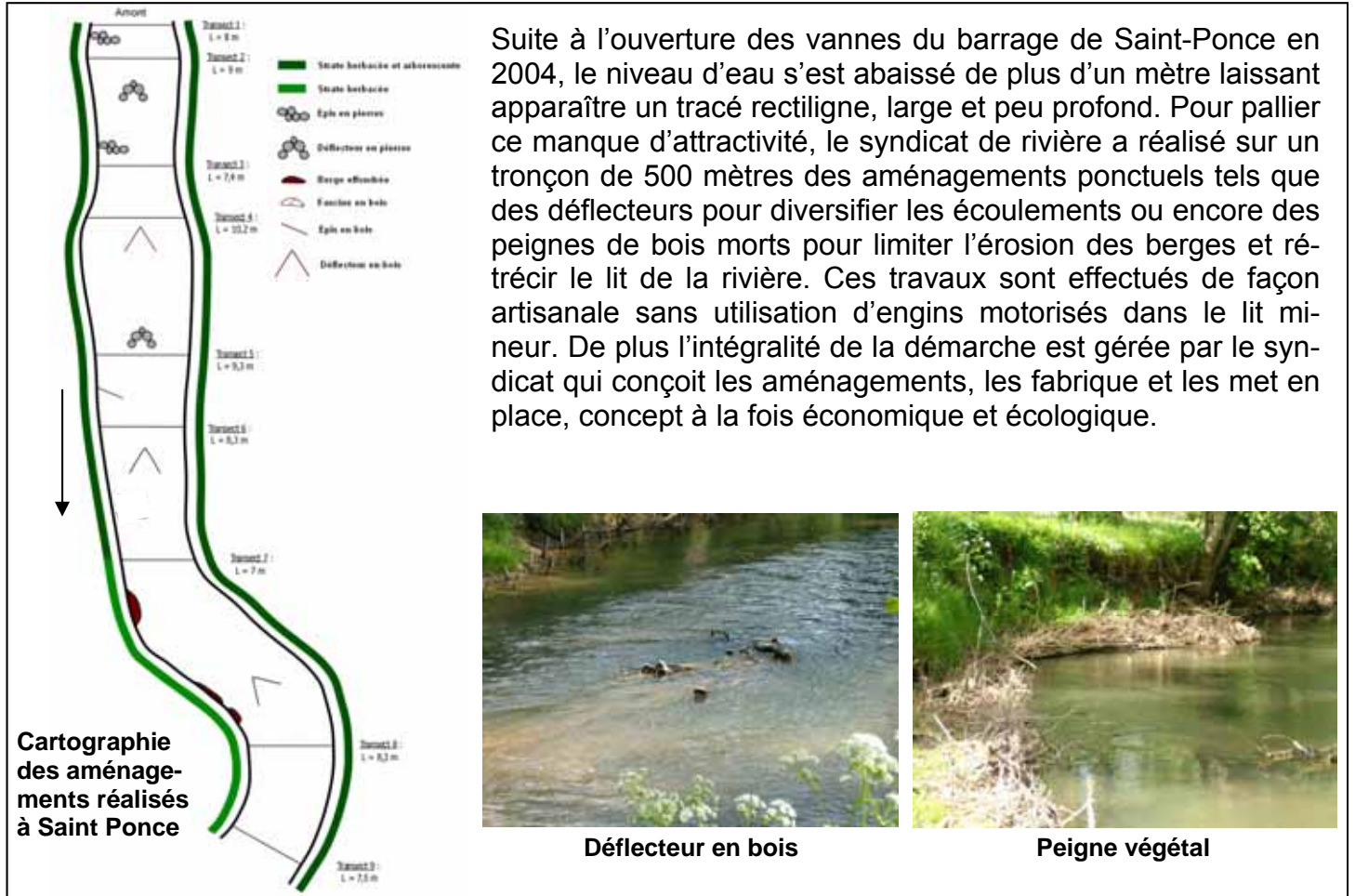


*Macrobenthos : Organismes animaux vivant en association avec des substrats et dont la taille est supérieure à 250 µm.

*Morphodynamique : Ajustement mutuel de la topographie et de la dynamique fluviale induisant le transport de sédiments.

UNE DIVERSIFICATION FONCTIONNELLE

Sous l'impulsion du Syndicat d'Aménagement, plusieurs actions de restauration ont vu le jour sur la Vence, un affluent de la Meuse situé dans les Ardennes. Notre choix s'est arrêté sur le site de Saint Ponce dont la qualité va être analysée ici par comparaison avec une station témoin non restaurée (Boulzicourt).



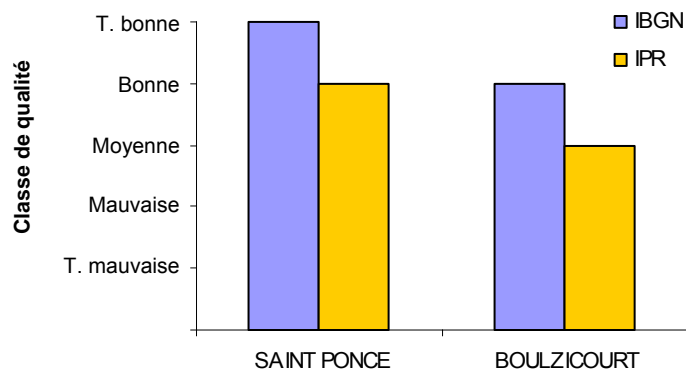
La station de Boulzicourt, située à l'amont de Saint Ponce →, montre l'influence d'un barrage: tracé rectiligne (recalibrage), berges abruptes, hétérogénéité générale du lit mineur. Cette station peut être assimilée à la situation existante à Saint Ponce avant travaux.



← L'aménagement de la Vence a permis de diversifier les habitats en créant des zones de repos, de frayères et de nutrition. On note la présence de pieux de saule (voir flèche) afin de recréer une ripisylve en contact. En effet, suite à l'ouverture des vannes, la ripisylve est perchée et le lit mineur fortement encaissé.

La suppression du barrage et la diversification du lit mineur ont permis d'augmenter la diversité des habitats proposés notamment en terme de vitesse d'écoulement et de profondeur. On note également la régression des substrats minéraux fins (colmatage) au profit des substrats minéraux plus grossiers (frayères potentielles).

DESCRIPTEURS	CLASSE	RECOUVREMENT SAINT PONCE	RECOUVREMENT BOULZICOURT
HAUTEUR EAU	< 5 cm	5 %	0 %
	6 - 25	34 %	0 %
	26 - 50	31 %	26 %
	51 - 100	20 %	68 %
	> 100	10 %	5 %
VITESSE	< 5 cm/s	11 %	9 %
	6 - 25	30 %	91 %
	26 - 75	51 %	0 %
	76 - 150	8 %	0 %
SUBSTRATS	BRANCHAGE	12 %	0 %
	HYDROPHYTE	0 %	3 %
	BLOC	0 %	3 %
	GALET	1 %	0 %
	BLOC+CACHE	0 %	3 %
	GRAVIER	36 %	28 %
	SABLE	1 %	3 %
	FINE	49 %	57 %
DALLE	0 %	3 %	



↑ A court terme, la station restaurée est plus biogène* pour les peuplements piscicoles, notamment vis-à-vis des salmonidés dont les densités y sont conséquentes (voir encadré ci-dessous). Les bénéfices écologiques sont également nets avec le macrobenthos (augmentation de la richesse taxonomique).

😊 Grâce à la mobilisation du Syndicat de la Vence et par l'emploi de techniques simples et peu coûteuses, l'expérience menée à Saint Ponce est très concluante. L'ouverture des vannages ainsi que la réalisation d'aménagements (stabilisation végétale des berges, diversification du milieu) sont des modes de gestions bénéfiques qui ont favorisé l'accroissement du potentiel piscicole et l'amélioration du contexte salmonicole de la Vence.



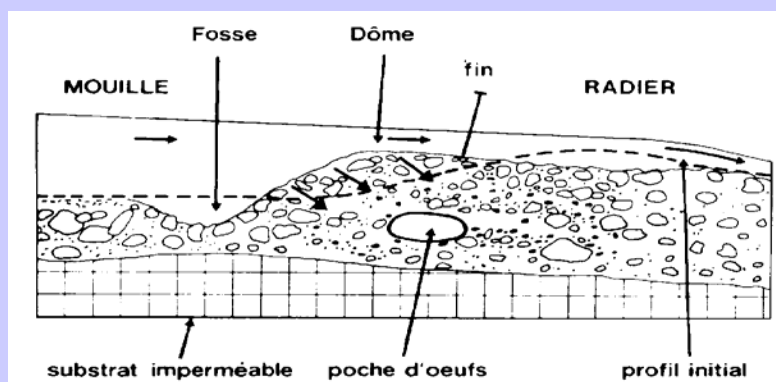
Les peuplements salmonicoles et leurs exigences biologiques.

Les salmonidés, espèces à fort intérêt halieutique, se reproduisent sur des fonds propres de galets et de graviers, parmi lesquels s'effectue le développement embryonnaire des œufs puis des alevins. Les frayères sont soigneusement choisies par les femelles, sur des lits de galets ou de graviers stables et non colmatés, ce qui permet d'assurer à la fois le maintien contre les crues et la bonne circulation de l'eau à l'intérieur de la frayère (16). L'enfouissement des œufs dans le substrat comporte plusieurs phases de creusements plus ou moins profonds. La dimension des matériaux remués dépend directement de la force de la femelle et donc de sa taille.

Après résorption de la vésicule vitelline, les juvéniles se dirigent vers des habitats plus spécifiques afin d'assurer leur croissance. Ainsi les truitelles privilégient des milieux peu profonds, faiblement courant et présentant des abris. Lorsque le stade adulte est atteint, les salmo-

idés adoptent différents habitats en fonction de leur activité. Pour la truite, on peut distinguer les aires de repos caractérisées par une vitesse réduite et les postes d'affût correspondant à des milieux plus courants utilisés pour la nutrition (16).

Au final, les salmonidés, comme l'ensemble des espèces piscicoles, disposent de différents pôles d'attraction lesquels forment son domaine vital ou Home range (17). Le maintien de ce domaine vital c'est-à-dire de la qualité et de la diversité de l'habitat est donc requis afin d'entretenir une population fonctionnelle. C'est pourquoi, lorsque les rivières n'offrent pas ces conditions, il est nécessaire de restaurer les aptitudes du milieu, action à privilégier par rapport aux alevinages.



Schématisme d'une zone de fraie pour salmonidés.



Truite de mer sur sa frayère.

* Biogène : Qui engendre ou permet le développement de la vie.

UN BILAN CONTRASTÉ SUR LA MEUSE

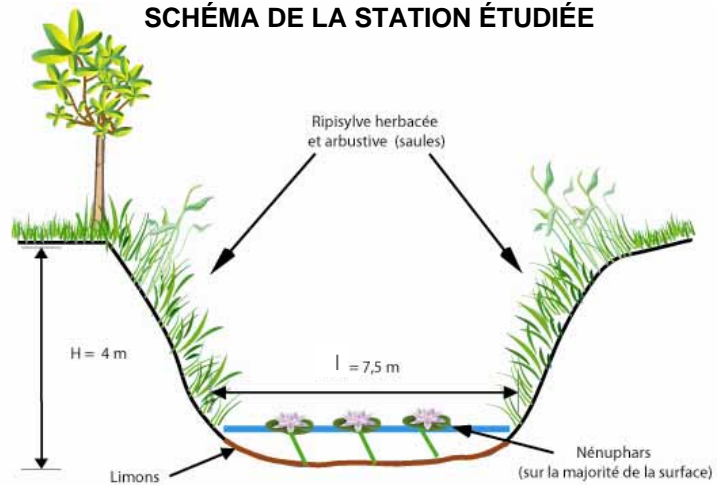
L'A.A.P.P.M.A. "Le Brochet du Bassigny" a réalisé un programme de diversification du lit mineur de la Meuse entre Levécourt et Hacourt (52). Ce tronçon de rivière, comme la majeure partie amont de la Meuse, a fait l'objet de nombreux aménagements hydrauliques (curage, recalibrage, rectification, ...) et sa qualité s'en trouve actuellement altérée. En absence d'état initial, la qualité des travaux a été évaluée par comparaison avec une station témoin non restaurée, 200 mètres en amont.



↑ Les aménagements réalisés (banquettes végétalisées et déflecteurs) ne diversifient pas le milieu. La présence de nénuphars sur toute la largeur témoigne du caractère lentique du cours d'eau et de la faible hauteur d'eau générale. Au vu de la faible dénivellation du tronçon, les aménagements apparaissent sous dimensionnés.



SCHÉMA DE LA STATION ÉTUDIÉE



↑ La comparaison visuelle avec un secteur non restauré ne montre pas de différences significatives.

Cette impression est confirmée par l'expertise morphodynamique: malgré une légère amélioration, la station restaurée reste homogène (courant et profondeur uniformes), peu attractive (substrat unique) et la connectivité y est très réduite (pentes abruptes et lit mineur encaissé).

DESCRIPTEURS	CLASSE	RECOUVREMENT STATION RESTAURÉE	RECOUVREMENT STATION NON RESTAURÉE
HAUTEUR EAU	6 - 25 cm	13 %	38 %
	26 - 50	34 %	57 %
	51 - 100	53 %	5 %
VITESSE	< 5 cm/s	53 %	9 %
	6 - 25	47 %	91 %
SUBSTRATS	GRAVIER	21 %	0 %
	FINE	79 %	100 %

☹ La restauration de la Meuse présente un intérêt écologique restreint. Le sous dimensionnement des aménagements dans un secteur de faible pente, le maintien d'une section mouillée importante et la présence de berges verticales ne permettent pas au cours d'eau de se diversifier et de retrouver sa propre dynamique. Dans une telle situation, il aurait été judicieux de recréer un lit mineur sinueux en excavant les berges et en resserrant davantage les déflecteurs. Néanmoins ce type d'initiative (A.A.P.P.M.A.) est à souligner et mérite d'être encouragé moyennant un appui technique et financier. Tirant parti de cette expérience, de nouveaux aménagements seront réalisés avec le soutien de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse.

Dans le cadre des aménagements effectués sur l'Ornain, une tranche spécifiquement urbaine a été réalisée à Bar le Duc en 2001. Ces travaux, pris en charge par le SIVOM de Revigny sur Ornain, ont concerné la suppression de barrages et la création de banquettes sur un linéaire d'environ 500 m.

Avant travaux, les barrages à clapets engendrent un colmatage important et la présence de fonds homogènes dans un secteur totalement rectiligne. Les rejets urbains combinés à une lame d'eau réduite et **↓** fortement étalée en période d'étiage offrent des conditions peu biogènes à la faune aquatique.



BODEZ P., 1990 - C.R.I. NANCY



↑ Après travaux, l'Ornain retrouve une connectivité longitudinale dans un lit mineur sinueux (création d'îlots végétalisés). Les eaux sont redevenues courantes et oxygénées et la rivière récupère ses capacités auto-épuratrices.

Des atterrissement se forment, des fosses apparaissent et l'absence de colmatage laisse place à de **↓** belles frayères à truites.



La restauration urbaine

La croissance des secteurs urbains a mené à un déclin de la qualité des eaux urbaines. Cependant des efforts significatifs sont apparus visant un retour à un état "normal" en supprimant ou atténuant les effets des pollutions. Des projets de restauration sont apparus incluant la stabilisation des rives, la déchenalisation, la mise à jour des lits mineurs clos (busage), le déplacement de barrage et de ponceau, la création de points d'accès ou encore l'amélioration d'habitat.

Ces pratiques sont courantes aux Etats-Unis où l'on recense plusieurs cas. On peut citer la restauration d'une petite rivière urbaine (Californie) impliquant la plantation de végétation rivulaire et l'ajout de séquences sinueuses rapides et lentes. Les résultats ont fait l'objet d'une évaluation et ont démontré que l'emplacement restauré a une qualité supérieure à celle de la section non restaurée amont (18). L'aspect humain a également été pris en compte dans cette opération puisqu'une enquête indique que les habitants sont majoritairement satisfaits de la restauration et de sa valeur.

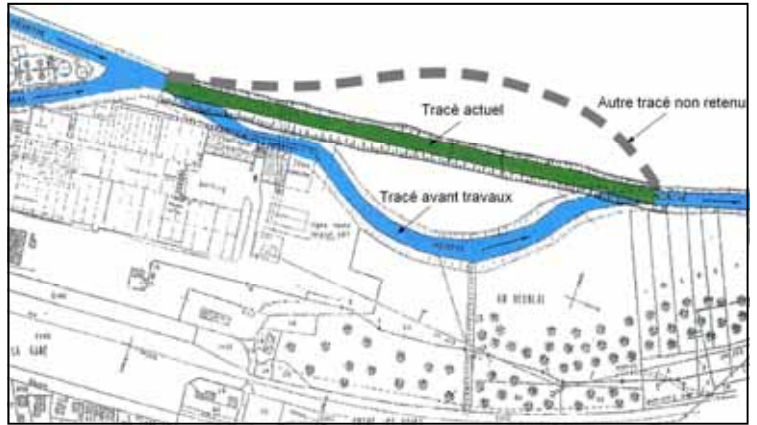
Un autre projet de réadaptation concernant une petite rivière suburbaine de l'Idaho (Etats-Unis) a permis le rétablissement d'un chenal méandrique sur 280 m de canal redressé et dragué, l'excavation d'une nouvelle plaine d'inondation et la replantation d'une ripisylve. Les résultats sont très encourageants d'autant plus qu'une inondation de grande ampleur (crue quinquennale) six mois après construction n'a eu aucun impact significatif sur le canal nouvellement construit.

Bien que les linéaires urbains restaurés soient relativement faibles, les résultats sont très favorables et encourageants. Outre les bénéfices écologiques, ce genre d'action permet d'associer la population locale et la sensibiliser, étape essentielle à son succès et à sa pérennité.

😊 La restauration de la traversée urbaine de Bar le Duc est très positive tant au niveau écologique (milieu diversifié et assaini) qu'esthétique ("verdure" dans la ville). On peut toutefois regretter le caractère symétrique de l'aménagement qui aurait pu laisser place à un lit mineur davantage irrégulier et plus naturel.

Dans le cadre de l'extension de la papeterie Clairefontaine à Etival (88), la Meurthe a été rectifiée en 2001 sur un linéaire de 350 mètres. Comparé aux autres détournements de cours d'eau, ce projet est d'envergure puisque la rivière présente une section mouillée de 25 mètres dans un secteur à forte pente.

Le projet retenu a consisté en la suppression d'un méandre et la création d'un nouveau lit en ligne droite avec pose de blocs (diversification), création d'épis rocheux et mise en place d'une granulométrie identique à l'existante. Pour compenser le remblaiement de l'ancien lit, un volume similaire a été décaissé sur la rive gauche pour rétablir les capacités de stockage en crue du lit majeur. Il est dommage que l'autre projet de tracé n'ait pas été retenu c'est-à-dire report d'une courbe identique en rive gauche. En effet le reméandrement peut être considéré comme la restauration optimale tant pour la gestion des crues que pour l'impact écologique.



3 ans après travaux, le lit détourné présente une bonne mixité avec une granulométrie variée, la présence de touffes d'hydrophytes et de blocs qui diversifient écoulement et profondeur. La réalisation de rétrécissements donne un peu de sinuosité au lit mineur mais le faciès de type radier est toutefois largement prédominant. Ceci n'aurait pas été le cas si le linéaire avait été maintenu (cf. 2^{ème} tracé).



Les techniques végétales ont été utilisées pour fixer le haut de la berge (fascines) et le talus (arbres, arbustes, ensemencements).



Néanmoins l'enrochement du pied des berges sur la majeure partie du profil n'est pas très biogène. La ripisylve se trouve perchée et non en contact avec la section mouillée et cette forte homogénéité est préjudiciable aux peuplements piscicoles et benthiques. De plus nous assistons à un enfoncement du lit, les blocs devenant de plus en plus visibles.

Le choix d'un tracé rectiligne a induit une perte de linéaire qui modifie l'équilibre dynamique de la Meurthe. Cela génère une érosion qui a été anticipée par un enrochement continu. Même si sur ce type de cours d'eau, un enrochement partiel peut générer des habitats intéressants pour les poissons, il aurait été judicieux de diversifier la taille des blocs et il est regrettable que la stabilisation du pied des berges n'ait pas fait également appel aux techniques végétales comme l'arrêté préfectoral le préconisait.



Des retours d'expériences concluants

1. La qualité physique

Divers écrits ont démontré les bénéfices des travaux de restauration sur la qualité physique. C'est le cas d'une étude effectuée sur une rivière incisée présentant des habitats aquatiques de faibles valeurs et colmatés, et qui a fait l'objet d'aménagements consistant en la création de petits déversoirs en pierre. Les résultats obtenus sont une augmentation de la disponibilité de pool d'habitats, de l'hétérogénéité physique globale, de la végétation rivulaire, de l'ombre et de la densité de débris ligneux (19). La largeur, la profondeur et la vitesse moyenne se sont diversifiées et les types de lits sont devenus plus hétérogènes, avec de plus grandes fractions d'argiles, de débris et de graviers. Au final, jusqu'à 72% de la surface ont été classés comme pool d'habitats favorables aux communautés faunistiques comparé à seulement 5-20% avant travaux (19).

Des sections de rivières régulées et rectifiées ont également été restaurées en Allemagne centrale. C'est notamment le cas de la Jossklein où l'addition de structure en bois (épis, déflecteurs) a amélioré la morphologie de canal dans un délai de quatre ans (20). La variation de la largeur et de la profondeur du canal s'est considérablement diversifiée et la prolongation de la zone rivulaire, particulièrement des bancs de graviers et de sables, ont été fortement corrélées avec la quantité de bois qui s'est accumulée dans ces sections. Le nombre de microhabitats sur le fond de la rivière est devenu considérablement plus important dans les sections restaurées, aussi bien que la densité et le nombre d'espèces de macro-invertébrés (20).

2. Les communautés benthiques

L'impact à court terme apparaît potentiellement négatif car les travaux dans le lit mineur éliminent inévitablement la plupart des assemblages existants (21). Des études menées sur 2 rivières distinctes, ont montré un déclin de la richesse spécifique pendant une période d'un mois après la fin des travaux physiques et l'état de pré-restauration a été retrouvé naturellement au bout d'un an (21). L'abondance a récupéré moins rapidement que la richesse et les taxons rares ont été plus lents à reconquérir les sections reconstituées dans l'année après restauration. D'autre part les travaux dans le lit mineur créent des perturbations en aval par le dégagement des sédiments qui peuvent entraîner un changement temporaire de richesse spécifique d'invertébrés en aval (21).



Larve de Perlidae.

A l'état d'équilibre (environ 5 ans), les bénéfices écologiques de la restauration peuvent être constatés de façon significative sur les macro-invertébrés (22 ; 23). Dans le cas du fleuve Esrom (Danemark), suite à la diversification des habitats, on a recensé plusieurs taxons clefs dans des quantités sensiblement plus élevées. Ce résultat correspond aux conclusions de plusieurs publications à savoir : la restauration n'entraîne pas forcément un changement significatif de la diversité du macrobenthos mais elle a un effet positif sur la saprobie* de la rivière et sur la structure de la communauté benthique (24 ; 25). Enfin

diverses restaurations effectuées en Finlande ont abouti à la formation d'assemblages de macro-invertébrés détritivores-dominants notamment par la diversification des substrats présents et la rétention de débris de feuilles. On a également observé une tendance à l'augmentation de l'abondance des déchetiseurs (26). Ainsi l'accroissement des substrats, notamment des litières, augmente la capacité des rivières restaurées à soutenir de hautes abondances d'invertébrés détritivores (26).

3. Les peuplements piscicoles

L'intérêt de restaurer l'hétérogénéité du milieu a été démontré par GORTZ (23) sur un secteur rectiligne du fleuve Esrom (Danemark). La réapparition d'une diversité d'écoulement et l'ajout de graviers a permis la diversification des habitats, le décolmatage du fond et l'établissement de nouvelles frayères. En conséquence le nombre de truites de mer (*Salmo trutta trutta*) accomplissant leur cycle vital sur ce site a augmenté (23). Ces travaux démontrent l'intérêt de la restauration vis-à-vis d'une espèce mais les bénéfices le sont également pour l'ensemble du peuplement piscicole. Par exemple, la création de déversoirs dans une rivière incisée a engendré une diversification des habitats puis une modification de la composition du peuplement piscicole où les Cyprinidés et les Centrarchidés composent actuellement 32 et 55% du peuplement alors qu'ils représentaient respectivement 74 et 11% des prises numériques avant restauration (19). La modification du peuplement est bénéfique puisque la composition actuelle est semblable à celle de l'emplacement non-incisé de référence (19).

La restauration de la connectivité latérale entre ces différents habitats est aussi un paramètre important. Par exemple la remise en état des plaines inondables et des annexes hydrauliques le long du Rhin inférieur a diversifié les habitats aquatiques et a fourni des milieux plus appropriés pour les juvéniles (27). De plus la restauration d'un littoral complexe, de pentes modérées et d'une variabilité élevée de vitesses d'écoulement a eu pour résultante une augmentation de la communauté de poissons rivulaires (27). En effet la réhabilitation des sites aquatiques dits annexes (anciens bras morts ou gravières) en communication avec le chenal principal peut être un moyen efficace pour offrir aux espèces les plus exigeantes les sites de reproduction dont elles ont besoin (28).

Des travaux ont également démontré l'efficacité de diverses techniques de restauration d'habitat vis à vis des populations de Salmonidés (29). On constate que les blocs de rochers s'avèrent être la structure la plus efficace, augmentant des densités de juvéniles 0+, 1+, et 3+ de saumons atlantiques (*Salmo salar*). Les déflecteurs sont efficaces en renforçant la densité de saumons de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) et de saumons atlantiques par la création d'un pool d'habitats plus varié. Les sous berges ont augmenté le nombre de saumons juvéniles (0+). Ces travaux prouvent que les diverses techniques de restauration accroissent l'hétérogénéité d'habitats et le degré de complexité d'habitats des sections chenalisées et ainsi réduisent la compétition et augmentent la production (29).

Les mêmes conclusions citées précédemment ont été formulées dans une synthèse de 30 initiatives de restauration au Canada (30) à savoir que les efforts entrepris fournissent des augmentations significatives des densités de Salmonidés dans les rivières. Les secteurs de frayères à graviers tendent à augmenter suite aux efforts de restauration et fournissent davantage de secteurs de fraie tout comme les habitats artificiellement créés ou les anciens bras nouvellement ouverts. Les augmentations potentielles du saumon coho (*Oncorhynchus kisutch*), du saumon quinaut (*O. tshawytscha*) et de la truite arc en ciel (*O. mykiss*) sont estimées en moyenne à plus 123 %. De même la production de saumons kéta (*Oncorhynchus keta*), saumons rose (*O. gorbuscha*) et saumons rouge (*O. nerka*) devrait augmenter en moyenne de 0.39 à 3.37 par m² de rivière soit plus 88% (30). Au final les Salmonidés juvéniles et classés capturables devraient augmenter en moyenne de 25 à 73% (30).

* Saprobie : associé à la matière organique morte ou en décomposition.

UN BILAN ÉCOLOGIQUE ENCOURAGEANT

A travers un nombre important de sites restaurés, le choix de ces quelques situations a mis en évidence des bénéfices écologiques globalement positifs car les actions entreprises ont permis de diversifier le milieu favorisant le développement des communautés aquatiques. Quelques actions ont abouti à des conclusions mitigées, offrant un système peu ou pas fonctionnel et non conforme au cahier des charges, c'est pourquoi, il est important de souligner quelques points cruciaux nécessaires au bon déroulement de la restauration :

- **Importance de l'état initial en pensant déjà aux étapes futures (travaux, suivi).** L'état initial permet non seulement de confirmer les premières constatations mais aussi de servir d'appui dans la conception du projet de restauration et par la suite de vérifier si les objectifs ont été atteints. Le cas du Rule en est la preuve : seul exemple cité où l'on dispose d'un état initial, les bénéfices écologiques ont été démontrés de façon explicite. La réalisation d'une comparaison avec un site témoin s'avère une solution plus délicate et moins précise du fait des nombreuses interactions possibles (pollution à l'amont, alevinage, ...).
- **Importance du suivi pendant les travaux afin d'éviter des erreurs de conception et/ou une conception non fonctionnelle.** Dans la réalité, force est de constater que l'évaluation de la conformité des projets est souvent difficile, voire impossible, en raison d'un suivi inapproprié car considéré comme marginal (13 ; 8). Pourtant si les acquis en recherche fondamentale contribuent au développement de l'écologie de la restauration, les progrès proviendront surtout d'une analyse approfondie des causes de la réussite ou de l'insuccès des opérations. En effet le manque de suivi signifie que les enseignements à tirer de ces expérimentations sont ignorés et ceci au détriment des pratiques (31).
- **Intérêt d'associer les intervenants locaux** (A.A.P.P.M.A., Syndicats de rivière, Fédération de pêche) et favoriser leur investissement dans ce projet moyennant un appui technique. Le cas de la Vence est l'exemple type où volonté et compétence permettent d'améliorer la qualité d'un système aquatique et ce, de façon économique.
- **Valoriser les travaux de restauration.** Aucun des sites étudiés n'a réellement fait l'objet d'une mise en valeur. La pose de panneaux explicatifs, la réalisation de plaquettes d'information ou encore la sensibilisation de la population locale et l'entretien du site (accessibilité) sont des actions à envisager.

Au final, les bénéfices écologiques de la restauration sont indéniables mais fortement inféodés au respect du cadre législatif. La réalisation d'un bon état initial, l'application de l'arrêté préfectoral, le suivi des travaux avec un appui technique et la réalisation d'un état final sont des étapes clés qui doivent être mises en œuvre à chaque fois et faire l'objet d'un budget clairement défini. A ce prix le retour sur expérience sera concluant et permettra de sensibiliser davantage les gestionnaires à la restauration.

- (1) REDAUD J.L., 1994. Les apports de l'écologie à la gestion des fleuves et des grandes rivières, *Zones Humides Info*, 6, 4^{ème} trimestre.
- (2) VOLLET D. et BERTRAND N., 2005. Développement territorial et recherches au CEMAGREF, *Revue du G.R.E.F.*, 9, page 29.
- (3) CHANGEUX T., 1998. Sale temps pour les poissons, *Eaux libres*, N°25, page 4-7.
- (4) WASSON J.G., MALAVOI J.R., MARIDET L., SOUCHON Y. et PAULIN L., 1995. *Impacts écologiques de la chenalisation des rivières*, Cemagref éditions, coll. Etudes, série Gestion des Milieux Aquatiques, n°14, 158 pages.
- (5) BROOKES A. et SHIELDS F.D., 1996. *River channel restoration. Guiding principles for sustainable projects*, Other Wiley Editorial Offices, 433 pages.
- (6) GUIGNARD R., 2004. *Adaptation du Réseau d'Observation des Milieux aux contraintes de la Directive Cadre et géolocalisation des pressions – Bassin Rhin Meuse*, Mémoire de DESS, 55 pages.
- (7) CAIRNS J., 1991. The status of the theoretical and applied science of restoration ecology, *The Environmental Professional*, 13, page 186-194.
- (8) National Research Council, 1992. *Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology and Public Policy*, National Academy Press, 576 pages.
- (9) Department of the Army and The Environmental Protection Agency, 1990. Memorandum of Agreement between The Department of the Army and The Environmental Protection Agency concerning The Determination of Mitigation under the Clean Water Act Section 404 (b)(1) Guidelines, consulté sur internet le 15/04/05, <http://www.usace.army.mil/inet/functions/cw/cecwo/reg/maafe90.htm>
- (10) PORTERET V. et ROUSSELET A., 1998. Le Drugeon « renaturé », *Eaux libres*, N°25, page 28-32.
- (11) BARIL D., 2000. *Milieu aquatique - état initial et prévision d'impact dans les documents d'incidences*, Conseil supérieur de la pêche, Collection Mise au point, 316 pages.
- (12) DALE V.H. et BEYELER S.C., 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators*, 1, page 3-10.
- (13) BAZIN P. et BARNAUD G., 2002. Du suivi à l'évaluation : à la recherche d'indicateurs opérationnels en écologie de la restauration, *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, supplément 9, page 201-224.
- (14) LE FLOC'H E. & ARONSON J., 1995. Ecologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base, *Natures, Sciences et Sociétés*, hors série, page 29-35.
- (15) DONADIEU P., 2002. Les références en écologie de la restauration, *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, supplément 9, page 109-120.
- (16) RICHARD A., 1999. *Gestion piscicole—Interventions sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles*, Conseil Supérieur de la Pêche, Collection Mise au Point, 256 pages.
- (17) GRANDMOTTET J.P., 1983. Principales exigences des téléostéens dulcicoles vis-à-vis de l'habitat aquatique, *Annales scientifiques de l'Université de Franche Comté Besançon*, Biologie animale, 4ème série, fasc. 4, page 3-32.
- (18) PURCELL A., FRIEDRICH C. et RESH V.H., 2002. An Assessment of a Small Urban Stream Restoration Project in Northern California, *Restoration Ecology*, 10, 4, page 685-694.
- (19) SHIELDS F., KNIGHT S. et COOPER C., 1995. Incised stream physical habitat restoration with stone weirs, *Regulated Rivers: Research and Management*, 10, page 181-198.
- (20) GERHARD M. et REICH M., 2000. Restoration of Streams with Large Wood: Effects of Accumulated and Built-in Wood on Channel Morphology, Habitat Diversity and Aquatic Fauna, *International Review of Hydrobiology*, 85, 1, page 123-137.
- (21) BIGGS J., CORFIELD A., GRON P., HANSEN H.O., WALKER D., WHITFIELD M. et WILLIAMS P., 1998. Restoration of the rivers Brede, Cole and Skerne: a joint Danish and British EU-LIFE demonstration project, V - short-term impacts on the conservation value of aquatic macroinvertebrate and macrophyte assemblages, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 8 (1), page 241-255.
- (22) GERARD K.J. et HELLENTHAL R.A., 2003. Response of aquatic invertebrates to a stream restoration in Northern Indiana, *Bulletin of the North American Benthological Society*, 20,1, page 364.
- (23) GORTZ P., 1998. Effects of stream restoration on the macroinvertebrate community in the River Esrom, Denmark, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 8 (1), page 115-130.
- (24) GRON P.N., 1993. Macrophytes and invertebrates in the River Brede at Løgumkloster, Southern Jutland County, Denmark.
- (25) FRIBERG N., KRONVANG B., SVENDSEN L.M., HANSEN H.O. and NIELSEN M.B. 1994. Restoration of a channelized reach of the River Gelsa, Denmark: effects on the macroinvertebrate community', *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 4, page 286-296.
- (26) LAASONEN P., MUOTKA T. et KIVIJARVI I., 1998. Recovery of macroinvertebrate communities from stream habitat restoration, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 8, 1, page 101-113.
- (27) GRIFT R.E., BUIJSE A.D., VAN DENSEN W.L.T., MACHIELS M.A.M., KRANENBARG J., Klein BRETELER J.G.P. et BACKX J.J.G.M., 2003. Suitable habitats for 0-group fish in rehabilitated floodplains along the lower River Rhine, *River Research and Applications*, 19 (4), page 353-374.
- (28) BOET P., 2001. Restauration des peuplements piscicoles perturbés: exemple du système hydrographique Seine, *La jaune et la rouge*.
- (29) VAN ZYLL DE JONG M., COWX I. et SCRUTON D., 1997. An evaluation of instream habitat restoration techniques on salmonid populations in a Newfoundland stream, *Regulated Rivers*, 13, 6, page 603-614.
- (30) KEELEY E., SLANEY P. et ZALDOKAS D., 1996. *Estimates of production benefits for salmonid fishes from stream restoration initiatives*. Province of British Columbia, Ministry of Environment, Lands and Parks, and Ministry of Forests. Watershed Restoration Management Report, 22 p.
- (31) HACKNEY C.T., 2000. Restoration of coastal habitats : expectation and reality, *Ecol. Eng.*, 15, page 165-170.

Remerciements et contributions documentaires :



Agence de l'eau Rhin Meuse

route de Lessy
57 161 Moulins les Metz

*Guillaume DEMORTIER,
Philippe GOETGHEBEUR,
Philippe RUSSO*



DIREN - Lorraine

19 avenue Foch
57 005 Metz

Jean Pierre WAGNER



Conseil Supérieur de la Pêche

Délégation Régionale de Metz
23 rue des Garennes
57 155 Marly

*Sylvie ANDRÉ,
Frédéric BERNIER,
Jean Pierre BERNIER,
Nadou CADIC,
Marc COLLAS,
Flavien DEMISSY,
Alain GERARD,
Christian GUILLAUME,
Christophe JULIEN,
Anne KEUER,
Jean Claude LUMET,
Jean François LUQUET,
Sébastien MANNÉ,
Francis MARGUENAT,
Joël MAYET,
Bruno MOSIMANN,
Sébastien MOUGENEZ,
Florence SCHMITT,
Frantz STORCK,
Vincent VAUCLIN,
Frédéric VION*



Agence de l'eau Seine-Normandie

30-32 chaussée du Port
51 035 Châlons-en-Champagne

Magali ROBIN



U.R.G.E.

13 rue d'Anthouard
55 100 Verdun

Emmanuel MOITRY



Fédération de Pêche des Ardennes

Z.I. de Tournes
08 090 Tournes

*Michel ADAM,
Benoît BOUDSOCQ*



S.I.E.T.A.V.

Mairie de Francheville
08 010 La Francheville

Cédric GUERRARHT

Service de la
Navigation
du Nord-Est



Arrondissement
Eau
Environnement

Service Navigation du Nord-Est

4 rue des Carmes
54 000 Nancy

*Alice MONARD
Delphine GUETTIER*



Université de Franche-Comté

Laboratoire de Biologie Environnementale
Place Leclerc
25 030 Besançon

François DEGIORGI

Conception et rédaction

Florent PIERRON¹

Avec l'appui de :

David MONNIER¹

¹ Conseil Supérieur de la Pêche - Délégation Régionale de Metz