

Syndicat Mixte pour l'Aménagement et la Renaturation du Bassin Versant de la
Largue et du secteur de Montreux
Mairie 68210 MANSPACH

GUIDE POUR UNE BONNE GESTION DES ETANGS DU BASSIN VERSANT DE LA LARGUE

Fiches Actions à l'attention des propriétaires et des gestionnaires



SINBIO Bureau d'Etudes

5 rue des Tulipes
67600 MUTTERSHOLTZ
Tél. : 03 88 85 17 94 / Fax : 03 88 85 19 50
Site Internet : www.sinbio.fr / Courriel : contact@sinbio.fr

CE 281

Mars 2011

Indice B

INTRODUCTION GENERALE

CONTEXTE

Le Syndicat Mixte d'Aménagement et de Renaturation de la Largue et du secteur de Montreux (SMARL), créé en 1992 et présidé par M. Daniel DIETMANN, est né de la volonté des élus, suite au constat d'abandon des cours d'eau du bassin de la Largue.

Actuellement, il regroupe 58 communes (avec l'adhésion de la commune de Courtavon le 7 juillet 2010), environ 26300 habitants, 320 km², 203 km de cours d'eau et plus de 800 étangs (500 ha). La Largue présente un linéaire d'environ 5 km au niveau de la commune de Courtavon. Le Syndicat possède la gestion de la Largue et de ses affluents (118 km), du secteur de Montreux (55 km) soit un linéaire d'environ 173 km. La gestion du Canal du Rhône au Rhin (36 km) est attribuée à VNF (Voies Navigables de France).

La vocation du SMARL est d'assurer la renaturation, la restauration et l'entretien de la Largue et de ses affluents. Le but est de conserver, mettre en valeur et permettre une meilleure utilisation du patrimoine hydraulique et naturel du bassin versant de la Largue et du secteur de Montreux.

Son domaine d'action s'étend sur les lits mineurs et majeurs de tous les cours d'eau naturels, sur toutes les zones inondables et zones humides du bassin de la Largue et du secteur de Montreux.

Il joue le rôle d'informateur technique des propriétaires riverains mais aussi de voie de sensibilisation du grand public à la gestion raisonnée des ressources en eau.

Il est à l'origine de la demande de SAGE qui fait suite à l'étude réalisée sur le bassin versant en 1995 et qui se superpose avec le plan d'action quinquennal mis en œuvre par le syndicat pour la restauration de la Largue et de ses affluents.

Le syndicat a réalisé de nombreux travaux de restauration de la rivière et de tous ses affluents durant plus de 10 ans (entretien régulier, installation de seuils, installation de protections minérales ou végétales des berges, plantations de ripisylves, travaux de sensibilisation). Grâce à ces actions, la plupart des cours d'eau du bassin versant ont retrouvé des caractéristiques physiques équilibrées.

Cependant, plus de 800 étangs sont présents dans la zone d'étude et induisent potentiellement des impacts sur les cours d'eau de diverses manières.

Afin de caractériser leurs incidences précises sur les cours d'eau dans le cadre de l'atteinte des objectifs de bon état global, chimique et écologique fixés par la Directive Cadre Européenne et de la libre circulation piscicole, le SMARL lance une étude préalable pour une gestion raisonnée des étangs du bassin versant de la Largue.

L'objectif est de proposer des moyens de gestion adaptés et raisonnés permettant de minimiser les contraintes engendrées sur les rivières tout en apportant une réelle plus value aux étangs. L'étude participe ainsi à la reconquête des rivières Grumbach, Largitzenbach et Soultzbach et à la valorisation des milieux aquatiques.

Elle répond ainsi aux objectifs fixés par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, le SDAGE, le SAGE Vallée de la Largue et la Directive Natura 2000 : DOCOB Vallée de la Largue (FR 4202001).

L'ETUDE : DU DIAGNOSTIC AUX PROPOSITIONS D' ACTIONS

L'étude porte sur les étangs du Bassin Versant de la Largue (286 km²) et plus particulièrement sur les 3 sous bassins suivants :

- Le Grumbach (environ 17,79 km²)
- Le Largitzenbach (environ 20,00 km²)
- Le Soultzbach (environ 40,72 km²)

Une première prospection de terrain a consisté en la visite de 88 étangs. Ces derniers ont été sélectionnés sur cartographie au 1/25000 (IGN et orthophotoplans) à partir des critères suivants : grande surface, végétation importante (comblement), localisation proche voire en contact des rivières, environnements immédiats et types d'étangs diversifiés. Globalement, l'ensemble des étangs prospectés sur chaque sous bassin est exhaustif.

Différents types d'étangs en fonction de leur mode d'alimentation ont été rencontrés sur l'ensemble des 3 sous bassins : au fil de l'eau sur la rivière (Grumbach, Largitzenbach, Soultzbach), en dérivation sur la rivière, en eaux closes, de ruissellement, de source et de ruissellement, de ruissellement et d'eau phréatique, au fil de l'eau sur un affluent et en dérivation sur un affluent.

La prospection de terrain a permis de sélectionner les étangs potentiellement les plus impactants pour les rivières. Ils ont fait l'objet d'une étude plus approfondie. Notons que certains étangs, de moindre incidence, ont également été sélectionnés au vu de l'intérêt des propriétaires pour cette étude. Ces derniers seront plus à même de vouloir mettre en œuvre des travaux de restauration.

La sélection des « étangs étudiés » s'est basée sur des critères dits « moyens » et « forts ». Les critères « forts » sont : étang au fil de l'eau (en barrage) sur le cours d'eau (Grumbach, Largitzenbach, Soultzbach), étang en dérivation sur la rivière, étang possédant une prise d'eau sur le cours d'eau, propriétaire vivement intéressé par l'étude. Les critères « moyens » sont : comblement de l'étang, rejets de trop plein et de vidanges dans la rivière.

Un total de 41 étangs a été sélectionné pour une étude plus approfondie dont 15 sur le sous bassin du Grumbach, 15 sur le sous bassin du Largitzenbach et 11 sur le sous bassin du Soultzbach.

L'étude des 41 étangs a permis de mettre en évidence les incidences des étangs sur les rivières en relation et des problématiques propres aux étangs.

L'ensemble des problématiques recensées sont les suivantes :

- Perte en eau,
- Augmentation de la température du cours d'eau à l'aval du rejet de trop plein,
- Diminution de la teneur en oxygène dissous à l'aval du rejet de trop plein,
- Ensemble de problématiques liées aux vidanges,
- Perturbation de la continuité écologique au sein des cours d'eau,
- Absence de grille au rejet de trop plein,
- Pollution piscicole (vidange),
- Absence ou très faible densité d'hélophytes, d'arbres et d'arbustes,
- Enrochement des berges de l'étang (érosion),
- Présence de Renouée du Japon sur le pourtour de l'étang,
- Problématique d'assèchement de l'étang,
- Dynamique érosive au niveau des berges des cours d'eau,
- Déséquilibre de l'écosystème étang.

Pour y remédier, différentes pistes de solution sont envisageables.

Ces dernières ont été synthétisées sous forme de fiches actions qui font l'objet de ce guide.

Pour chacun des 41 étangs étudiés, des fiches étangs retraçant l'ensemble des propositions d'actions exhaustives possibles à mettre en œuvre avec estimation globale des coûts ont été réalisées, (ces dernières figurent dans un rapport annexe).

Ce rapport est associé à 3 cartes au 1/10 000 qui localisent les étangs des sous bassin Grumbach, Largitzenbach et Soultzbach.

BILAN GLOBAL

De manière générale, l'étude a pu mettre en évidence un sur-entretien de nombreux étangs avec absence d'hélophytes (coupe rase) et arrachage des ligneux en bordure de rive.

L'action primordiale pour valoriser les étangs du bassin versant de la Largue et limiter leurs incidences sur les rivières, consiste à laisser évoluer le semis naturel d'hélophytes, d'arbres et d'arbustes en bordure d'étang.

Les hélophytes filtrent les eaux de ruissellement, les eaux de l'étang, ce qui participe à diminuer les teneurs en azote, phosphore et donc limiter le phénomène d'eutrophisation accélérée.

Les arbustes et arbres filtrent également une part des eaux de ruissellement et créent de l'ombre ce qui limite l'impact thermique (augmentation de la température) sur la rivière en aval du rejet.

Ces espèces ont pour autre fonction de favoriser la biodiversité du site, augmenter la productivité piscicole (zones de ponte, de reproduction) et de stabiliser les berges.

L'évolution du semis naturel, même sur une petite superficie, sera bénéfique à l'ensemble de l'écosystème.

Dans certains cas, il sera nécessaire de remodeler les berges des étangs initialement en pente raide, vers des berges en pente douce. Cela permettra non seulement de favoriser le développement des hélophytes, mais également de limiter le phénomène d'érosion.

La seconde action essentielle, réside dans la restauration de la continuité écologique des rivières associées aux étangs. Il s'agit d'assurer le franchissement piscicole (montaison, dévalaison) et le transport sédimentaire par l'effacement ou l'aménagement des seuils existants.

Conjointement à cet acte de gestion, il s'agit de régulariser et aménager les prises d'eau de manière conforme à la réglementation actuelle.

La troisième action consiste à remplacer les ouvrages de vidange de type vanne de fond, par des ouvrages moines plus adaptés. Ces derniers limitent l'effet de chasse (apport de matières en suspension) et l'impact thermique sur la rivière en évacuant les eaux du fond, plus fraîches. Les incidences sur le milieu récepteur sont ainsi nettement atténuées.

La quatrième action permettant de valoriser l'étang et la rivière en relation, porte sur la création de fossés d'évacuation végétalisés ainsi que de zones humides de décantation et de filtration. Ces dernières constituent non seulement de nouveaux habitats pour la faune et la flore de l'étang, mais permettent également de filtrer (azote, phosphore, matières en suspension) les eaux de rejet (trop plein, vidange) avant qu'elles ne rejoignent la rivière. Une zone humide de décantation et de filtration placée au niveau de l'arrivée d'eau permettra de filtrer les eaux qui alimentent l'étang.

La création d'îlots, de zones de haut fonds, participent également à augmenter la biodiversité du site (habitats supplémentaires), à créer de l'ombre (îlots arborés) et à filtrer les eaux de l'étang (zone de haut fond).

Enfin, l'évolution des étangs dits « à l'abandon » en zone humide, participe à diminuer les pertes en eau des rivières et à diversifier les habitats du bassin versant de la Largue.

L'objectif concernant les étangs est de préserver l'écosystème d'un déséquilibre et de valoriser la biodiversité du site.

Concernant les rivières, il s'agit de rétablir la continuité écologique, de favoriser le retour d'espèces aquatiques typiques au dépend des espèces d'étang et de limiter les nuisances liées aux étangs. L'ensemble des pistes d'action proposées concourent à ce but.

L'étude et l'ensemble des actions répondent ainsi aux objectifs fixés par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, le SDAGE, le SAGE Vallée de la Largue et la Directive Natura 2000 : DOCOB Vallée de la Largue (FR 4202001).

CLEF D'ENTREE

Les groupements ci-dessous permettent de se référer directement aux fiches actions faisant l'objet de questions générales à spécifiques posées par les propriétaires et gestionnaires d'étang :

Ø *Quelles bonnes pratiques adopter pour optimiser la gestion de mon étang ?*

Bonnes pratiques de gestion d'un étang :

- Fiche A : Bonnes pratiques de la vidange
- Fiche B : Installation d'un moine
- Fiche C : Evolution du semis naturel et plantations

Ø *Comment améliorer et valoriser mon étang ?*

Amélioration de la qualité de l'étang :

- Fiche D : Installation d'un lit filtrant
- Fiche E : Installation d'une pêcherie
- Fiche F : Installation d'un système d'écoulement (trop plein) à partir du fond de l'étang
- Fiche G : Installation d'une cascade
- Fiche H : Création d'îlot et de zone de haut fond
- Fiche I : Installation d'un fossé d'évacuation
- Fiche J : Création de zone humide de décantation et de filtration
- Fiche K : Evolution de l'étang en zone humide
- Fiche L : Solutions contre l'artificialisation et l'érosion des berges d'un étang
- Fiche M : Remodelage des berges de l'étang
- Fiche N : L'étang une usine biochimique, le phénomène d'eutrophisation
- Fiche O : Les espèces invasives

Ø *Comment augmenter la productivité piscicole et favoriser la biodiversité de mon étang ?*

Actions de diversification de l'étang augmentant la productivité piscicole

- Fiche K : Evolution de l'étang en zone humide
- Fiche H : Création d'îlot et de zone de haut fond
- Fiche J : Création de zone humide de décantation et de filtration
- Fiche C : Evolution du semis naturel et plantations
- Fiche L : Solutions contre l'artificialisation et l'érosion des berges d'un étang

Ø *Comment améliorer la qualité de l'eau de mon étang et de la rivière en relation ?*

Actions sur la qualité des eaux de l'étang et de la rivière en aval du rejet

- Fiche A : Bonnes pratiques de la vidange
- Fiche B : Installation d'un moine
- Fiche D : Installation d'un lit filtrant
- Fiche F : Installation d'un système d'écoulement (trop plein) à partir du fond de l'étang
- Fiche I : Installation d'un fossé d'évacuation
- Fiche G : Installation d'une cascade
- Fiche K : Evolution de l'étang en zone humide
- Fiche H : Création d'îlot et de zone de haut fond

Fiche J : Création de zone humide de décantation et de filtration
Fiche C : Evolution du semis naturel et plantations
Fiche L : Solutions contre l'artificialisation et l'érosion des berges d'un étang
Fiche M : Remodelage des berges de l'étang
Fiche P : Solutions contre l'érosion des berges des rivières à proximité d'un étang
Fiche N : L'étang une usine biochimique, le phénomène d'eutrophisation

Ø *Comment participer à la préservation des fonctionnalités de la rivière en relation avec mon étang ?*

Restauration de fonctionnalités de milieux par fortes modification de l'étang

Fiche Q : Régularisation et mise en conformité des prises d'eau
Fiche R : Seuils et restauration de la continuité écologique
Fiche S : Etang en barrage (au fil de l'eau) et restauration de la continuité écologique
Fiche P : Solutions contre l'érosion des berges des rivières à proximité des étangs

Ø *Quelles sont les actions permettant de lutter contre les pollutions biologiques de mon étang et de la rivière en relation ?*

Actions sur les pollutions biologiques

Fiche A : Bonnes pratiques de la vidange
Fiche D : Installation d'un lit filtrant
Fiche E : Installation d'une pêcherie
Fiche Q : Régularisation et mise en conformité des prises d'eau
Fiche N : L'étang, une usine biochimique, le phénomène d'eutrophisation
Fiche O : Les espèces invasives

Ø *Comment préserver mon étang d'un fort développement de plantes aquatiques ?*

Actions sur l'envahissement par les plantes aquatiques

Fiche A : Bonnes pratiques de la vidange
Fiche C : Evolution du semis naturel et plantations
Fiche L : Création d'îlot et de zone de haut fond
Fiche O : Solutions contre l'artificialisation et l'érosion des berges d'un étang
Fiche P : Remodelage des berges de l'étang
Fiche S : Les espèces invasives

Une fiche Questions, Réponses et Astuces a également été réalisée. Elle relate de questions générales posées par certains propriétaires lors de la phase de terrain.

Remarque 1 : L'ensemble des fiches de propositions d'actions sont exhaustives et mettent en évidence l'ensemble des actions potentiellement réalisables au niveau de l'étang.

Remarque 2 : Notons que ces fiches sont applicables aux étangs du Bassin Versant de la Lague. Suivant le contexte du Bassin Versant, l'implantation de l'étang, et son environnement immédiat, ces aménagements peuvent ne pas être adaptables à d'autres plans d'eau.

Remarque 3 : Les coûts estimatifs de propositions d'actions figurant dans les fiches sont donnés à simple titre indicatif. Ils nécessitent d'être affinés par un quantitatif précis en fonction de l'importance des opérations réellement envisagées.

Ces coûts ont été estimés avec réalisation des aménagements par une entreprise de maîtrise d'œuvre. Ils peuvent donc être amoindris lorsque le propriétaire ou le gestionnaire se charge des travaux.

Fiche A : Bonnes pratiques de la Vidange

§ Définition

La **vidange** est l'ensemble des opérations ayant pour objet la mise à sec d'un plan d'eau. Elle correspond donc à l'évacuation totale de l'eau de l'étang.

La vidange permet de récupérer le poisson, d'entretenir les ouvrages ainsi que de réaliser des travaux de restauration. Effectuée régulièrement (tous les 2 à 5 ans), elle permet également de préserver la qualité de l'écosystème étang.

Après la vidange, il est conseillé de laisser l'étang en assec pendant quelques mois afin d'aérer, d'assainir les vases et de permettre leur minéralisation. Cette étape limite également la prolifération d'espèces indésirables.

§ Aspect réglementaire

L'application de la directive Cadre sur l'Eau impose à la France l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau à l'horizon 2015.

Le Grumbach, appartenant à la masse d'eau LARGUE 1, (code CR704, type de masse d'eau TP05) a un objectif de bon état global, chimique et écologique pour 2021.

Le Largitzenbach, (code CR703, type de masse d'eau TP18), est attribué d'un objectif de bon état global, chimique et écologique pour 2027.

Le Soultzbach, (code CR50, type de masses d'eau TP18), a un objectif de bon état global, chimique et écologique pour 2027.

Enfin, la Largue, scindée en deux masses d'eau Largue 1 (de la Source à la confluence avec le Largitzenbach : code CR704, type de masse d'eau : TP05) et Largue 2 (de la confluence avec le Largitzenbach jusqu'à la confluence avec l'III : code CR705, type de masse d'eau : MP18) a respectivement un objectif de bon état global, chimique et écologique à l'horizon 2021 et 2027.

Pour atteindre ces objectifs, une gestion adaptée des étangs et en particulier de leur vidange s'avère indispensable.

D'après la législation sur l'eau :

- **Soumis à autorisation** : les vidanges de plans d'eau issus de barrage de retenue, dont la hauteur est supérieure à 10 m ou dont le volume de la retenue est supérieur à 5 000 000 m³.
- **Soumis à déclaration** : les vidanges de plans d'eau, dont la superficie est supérieure à 0,1 Ha, hors opération de chômage des voies navigables, hors piscicultures mentionnées à l'article L. 431-6 du code de l'environnement, hors plans d'eau mentionnés à l'article L.431-7 du code de l'environnement.
- **Note d'information** : Pour les étangs d'une superficie inférieure à 0,1 Ha, il convient d'envoyer une note d'information de vidange à la DDT (Direction Départementale des Territoires).

De manière générale, la vidange peut avoir lieu lorsque les conditions hydrologiques sont optimales, c'est à dire **au moment où le débit du cours d'eau est le plus élevé**. Le débit de vidange ne doit pas dépasser 25% du débit du cours d'eau.

Sur un cours d'eau de 1^{ère} catégorie piscicole, ce qui est le cas du Grumbach, du Largitzenbach et du Soultzbach, la **vidange doit avoir lieu en dehors de la période du 1^{er} décembre au 31 mars** en raison du frai (période de ponte) des salmonidés.

Le **remplissage** du plan d'eau à partir d'eau d'un cours d'eau devra avoir lieu **en dehors de la période allant du 15 juin au 30 septembre**.

Le service de la police de l'eau doit être averti de la vidange au **minimum quinze jours** avant la date du début de la vidange et du début de remise en eau.

Les valeurs suivantes ne doivent pas être dépassées dans les eaux de vidange rejetées (en moyenne sur 2 heures) :

- Matières en suspension : 1 g/L
- Ammonium : 2 mg/L
- La teneur en oxygène dissous ne devra pas être inférieure à 3 mg/L

Le pétitionnaire doit prendre en particulier toutes dispositions pour garantir en aval, la protection de la ressource en eau et des milieux aquatiques. Un suivi de la qualité des eaux rejetées pourra être demandé par le Préfet pendant toute l'opération de vidange.

Avant curage, des **analyses des boues** devront être produites avant dépôts sur les sols. Si l'analyse révèle leur toxicité (hydrocarbures, métaux lourds), la destination des boues de curage doit être précisée, et en aucun cas elles ne pourront être mises sur une zone inondable. Le curage est conseillé lorsque l'étang est abandonné depuis longtemps ou lorsqu'une forte décomposition végétale (ligneux, rhizomes) règne dans l'étang.

Le déclarant devra laisser le libre accès aux agents chargés du contrôle (ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt).

D'après la législation sur la pêche :

Suivant l'article L. 436-9 du Code de l'Environnement : L'autorité administrative chargée de la pêche en eau douce peut autoriser en tout temps la capture, le transport ou la vente de poissons, à des fins sanitaires, scientifiques et écologiques, notamment pour en permettre le sauvetage, le dénombrement, la reproduction, favoriser le repeuplement et remédier aux déséquilibres biologiques.

Les poissons présents dans le plan d'eau devront être récupérés et ceux dont **l'introduction est interdite** seront éliminés :

- **Poisson chat**
- **Perche soleil**
- **Carpe chinoise**
- **Esturgeon (*Acipenser baeri*)**

En aucun cas, ils ne peuvent être remis à l'eau même dans le plan d'eau d'origine. Ils doivent être détruits (équarrissage).

Notons que des espèces invasives peuvent être présentes dans les lots d'alevins achetés pour repeupler les étangs.

Il est donc vivement conseiller et nécessaire de réaliser un tri avant de relâcher les poissons, afin de limiter le risque d'introduction d'espèces invasives dans l'étang.

Quel est le risque encouru en cas d'infraction ?

L'introduction d'espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques telles que le poisson-chat ou la perche soleil, l'introduction de poisson carnassier (brochet, black-bass...) dans les eaux de 1^{ère} catégorie piscicoles, le rejet dans les eaux courantes de substances portant atteinte à la vie aquatiques sont des infractions au code de l'environnement. Les sanctions prévues peuvent aller jusqu'à 75 000 euros d'amende pour les infractions les plus graves, (Mission Inter-Service de l'Eau, 2007).

L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) considère que les introductions d'espèces exotiques sont la principale source d'extinction des espèces de poissons d'eau douce (CISEL, O., 2003).

§ Impacts des vidanges

Impacts d'une mauvaise gestion de la vidange

Les vidanges induisent plusieurs incidences en aval du cours d'eau :

- Apport de Matières en Suspension (MES) colmatant les frayères et le lit du cours d'eau
- Augmentation de la température de l'eau
- Diminution de la teneur en oxygène dissous
- Augmentation de la teneur en azote ammoniacal (NH_4^+)
- Modification du débit
- Modification du transport solide
- Risque d'introduction d'espèces indésirables (espèces de 2^{ème} catégorie en cours d'eau de 1^{ère} catégorie, espèces invasives)
- Risque d'introductions de parasites et maladies (problèmes sanitaires)
- Un risque d'inondation pour les ouvrages et installations à l'aval (ponts, digues, habitations).

D'autre part, si la période de vidange n'est pas respectée (notamment au niveau de cours d'eau de première catégorie), le risque est de compromettre la reproduction des poissons (essentiellement de la truite) en détruisant la ponte et le frai.

De la même manière, si la période de remplissage a lieu durant la période d'étiage du cours d'eau, il y a non respect du débit réservé et le risque est de compromettre la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans la rivière (en aval). Il nuit aussi aux autres usages de l'eau, situés en aval (irrigation, pêche...)

Impacts des étangs rarement vidangés

En l'absence de vidange régulière de l'étang, l'évolution naturelle va être l'eutrophisation du milieu. Ce phénomène occasionne notamment les problèmes suivants : prolifération algale, efflorescences de cyanobactéries potentiellement toxiques, apparition de maladies au sein des espèces piscicoles du plan d'eau, diminution de la biodiversité, prolifération potentielle d'espèces invasives indésirables (faune, flore). Ces dernières sont susceptibles de produire des déséquilibres biologiques.

L'absence de vidange induit également un comblement progressif de l'étang. L'ouvrage de vidange s'obstrue et peut ne plus fonctionner. La surveillance des ouvrages de l'étang est ainsi rendue délicate. Il est donc difficile de prévenir les dégradations ayant lieu sous l'eau. Ces dégradations peuvent provoquer une pollution de la rivière par le départ des boues de l'étang (fuite du système de vidange) ; elles peuvent occasionner la rupture de la digue et avoir de graves conséquences à l'aval (galeries de rongeurs dans la digue).

Problématiques liées aux vidanges des étangs en chapelet

Certains cours d'eau s'apparentent à des successions d'étangs. Pour éviter des problèmes d'inondation, leur vidange nécessite une coordination. Les étangs doivent pouvoir se vider les uns dans les autres, en démarrant de l'aval et en progressant vers l'amont. La concertation entre propriétaires est donc nécessaire sur de tels cours d'eau. En raison de l'accumulation de sédiments et de la forte eutrophisation de ces étangs, l'installation d'un piège spécifique (bassin de décantation avec filtre à la sortie de l'ouvrage de vidange) est indispensable, plus particulièrement en fin de chaîne, pour pallier les nuisances induites.

§ *Bonnes pratiques de la vidange : ce qu'il faut savoir*

Pour limiter l'impact des vidanges, certaines précautions doivent être employées :

Fréquence : tous les 2 à 5 ans, afin d'optimiser les conditions de croissance du poisson

Période de vidange : Les étangs de l'étude étant situés le long de cours d'eau de première catégorie piscicole, la vidange doit s'effectuer **entre le 1^{er} avril et le 30 novembre**.

Le stress du poisson et les impacts sur le milieu récepteur étant limités lorsque les eaux sont fraîches, la vidange s'effectuera par des températures froides, mais jamais en période de gel car cela entraîne des blessures pour le poisson. Il est également préférable d'éviter les températures dépassant 10 à 12°C.

Ainsi, dans le cas des étangs de l'étude, **il est préférable d'effectuer la vidange au mois de novembre**, le printemps et l'été étant des périodes déconseillées.

Remarque : Le débit de vidange ne doit pas dépasser 25% du débit du cours d'eau.

Période de remplissage : Le remplissage d'un étang à partir d'eau d'un cours d'eau pourra avoir lieu **du 1^{er} octobre au 14 juin** (interdiction du 15 juin au 30 septembre).

Il sera progressif et respectera la réglementation, à savoir 1/10^{ème} du module de la rivière, pour maintenir à l'aval de la prise, la vie, la circulation et la reproduction du poisson.

Durée : La durée de la vidange fluctue en fonction du volume d'eau de l'étang, du débit de rejet, de la météorologie et de l'alimentation en eau. Elle est donc propre à chaque étang.

Limitier le rejet de boues : La vidange est propice aux rejets de matières en suspension, vases et boues du fond de l'étang. Afin d'éviter « un effet de chasse », différents éléments peuvent être mis en œuvre :

- Procéder à une vidange lente et sans à coups hydrauliques
- Installer un ouvrage de vidange adapté type « moine »
Le moine permet d'entraîner les eaux du fond, plus froides que les eaux de surface, tout en les ré-oxygénant par la chute d'eau créée et en limitant les départs de matières en suspension. L'impact sur le milieu est alors nettement atténué.
- Installer un dispositif de filtre à graviers (ou lit filtrant) à la sortie de l'ouvrage de vidange pour filtrer les eaux évacuées et ainsi retenir les boues et matières en suspension
- Installer un ballot de paille ou un géotextile synthétique (pour les étangs de petite surface) au niveau de la sortie d'eau de la vidange, afin de filtrer les eaux évacuées et ainsi retenir les boues et matières en suspension
- Installer un fossé d'évacuation végétalisé permettant de filtrer les eaux de rejet (matières en suspension, boues) avant leur arrivée dans la rivière
- Installer une zone humide de décantation et de filtration en aval de l'étang (lorsque la disposition du site le permet) permettant de retenir les boues et matières en suspension

Limitier l'apport de boues : Pour limiter l'envasement de l'étang et ainsi diminuer les rejets de vases, boues et matières en suspension lors de la vidange, il est nécessaire de **surveiller l'arrivée d'eau**. L'installation d'un **système permettant de fermer la prise d'eau** (échancrure et planches en bois) limiterait l'apport lors de fortes pluies (prise d'eau fermée). Les boues drainées par le cours d'eau ne pourraient alors pas s'introduire dans l'étang.

La création de zone humide de décantation et de filtration de type **roselière**, permettrait de filtrer les eaux par rétention des matières en suspension et sédiments. Elle permettrait également de filtrer les eaux par absorption d'azote et de phosphore (pour des eaux potentiellement chargées).

Eviter la perte de poissons : La vidange est propice à la fuite des poissons de l'étang dans les rivières provoquant une pollution piscicole. Des espèces indésirables (espèces de secondes catégories piscicoles) et invasives (perche soleil par exemple) peuvent rejoindre les rivières (1^{ère} catégorie piscicole dans le cas de l'étude). Il peut en résulter des déséquilibres biologiques. Afin d'éviter la fuite de poissons, différents éléments peuvent être mis en œuvre :

- Installer une grille au vide de maille inférieur ou égal à 1 cm au niveau du rejet des eaux de vidange (tout comme au rejet de trop plein)

- Installer un ballot de paille ou un géotextile synthétique (pour les étangs de petite surface) au niveau de la sortie d'eau de la vidange, afin de limiter la fuite des poissons
- Installer une pêcherie temporaire en arrière de la digue (lorsque la disposition du site le permet). La pêcherie temporaire est réalisée à l'aide de piquets et de filets brise-vent
- Installer une pêcherie permanente. La pêcherie permanente, construite en « dur », fait partie du paysage permanent environnant l'étang. Elle est essentiellement mise en œuvre pour des étangs de grande superficie.

Notons également qu'il est nécessaire, conformément à la réglementation, de récupérer et d'éliminer les poissons dont l'introduction est interdite (Poisson chat, Perche soleil, Carpe amour blanc, Esturgeon *Acipenser baeri*).

Limiter la perte en eau : Afin de limiter les pertes en eau, il est nécessaire de vérifier qu'il n'existe aucune fuite au niveau de la digue et du fond de l'étang. Cependant, il est difficile de repérer l'endroit d'infiltration de la fuite. Pour cela, il est conseillé de baisser progressivement le niveau d'eau de l'étang jusqu'à ce que la fuite s'arrête et de chercher l'infiltration à cette hauteur (SMIDAP, 2004-2007).

En cas de fuite, il est possible de placer un peu de **bentonite** (argile à fort pouvoir gonflant) pouvant être mélangée à de la terre finement tamisée pour combler la brèche.

La bentonite, également nommée terrétanche, natte de bentomat, gonfle au contact de l'eau de l'ordre de 15 à 20 fois son volume sec.

Les avantages d'une vidange régulière : Avec une gestion régulière et une bonne pratique de la vidange, les impacts sur le milieu récepteur sont minimes et très rapidement réversibles :

- Le réchauffement de l'eau n'excède pas 1 à 1,5°C pour une vidange en automne/hiver. L'impact est donc négligeable et surtout sans importance à cette période de l'année.
- L'envasement : les sédiments entraînés au début de la vidange sont rapidement dilués et entraînés en aval. Il n'y a donc quasiment pas de colmatage. Les sédiments entraînés en fin de vidange restent quasiment sur place sur quelques mètres dans le fossé de vidange et sont entraînés lors de la crue suivant le remplissage de l'étang, les zones de frayères du ruisseau aval ne sont pas atteintes,
- Le débit s'en trouve moins modifié que par une crue même modeste telle qu'il s'en produit plusieurs chaque hiver.

Fiche B : Installation d'un Moine

§ Définition

Le **moine** est un ouvrage de vidange permettant l'évacuation des eaux et la mise à sec progressive de l'étang. Il fût inventé au Moyen-âge par des moines cisterciens et constitue actuellement, le système de vidange le plus courant.

Le moine permet notamment de régler le débit d'évacuation. Son fonctionnement est basé sur l'ajout ou le retrait de planches et de grilles. L'eau entre dans la partie basse du moine puis chemine, suivant le principe des vases communicants dans l'espace compris entre le mur avant et la séparation (planches). Elle chute ensuite en cascade dans la partie arrière puis s'évacue, (voir schémas de principe de pages suivantes). Le moine peut être placé dans l'étang, derrière la digue ou encore dans la digue. Il est généralement placé dans l'étang. Une grille d'entrée limite la fuite de poissons et filtre les branchages et autres flottants.

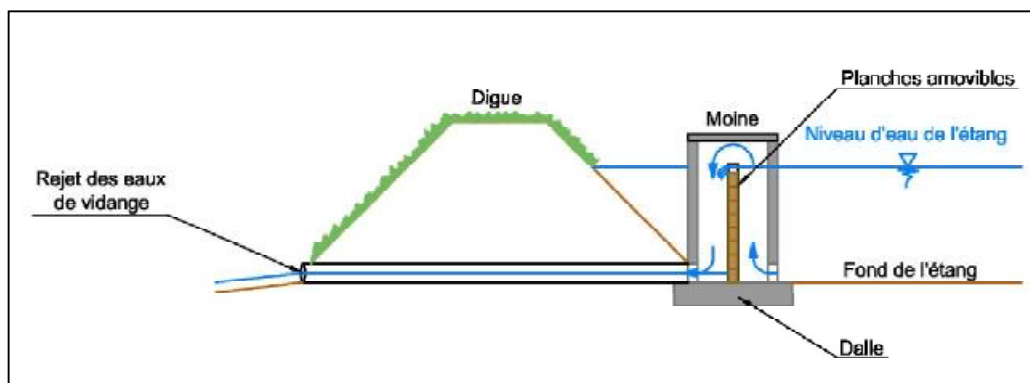
Contrairement aux autres ouvrages de vidange (vanne par exemple), le moine permet de vidanger en évacuant les eaux du fond, les plus froides et donc les moins impactantes pour le milieu récepteur.

§ Schémas de principe

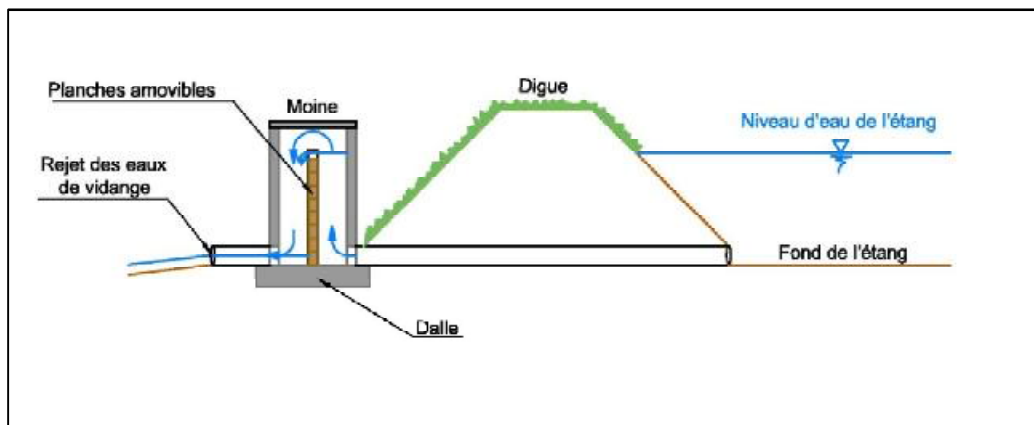
Moine d'après Breton (2001)



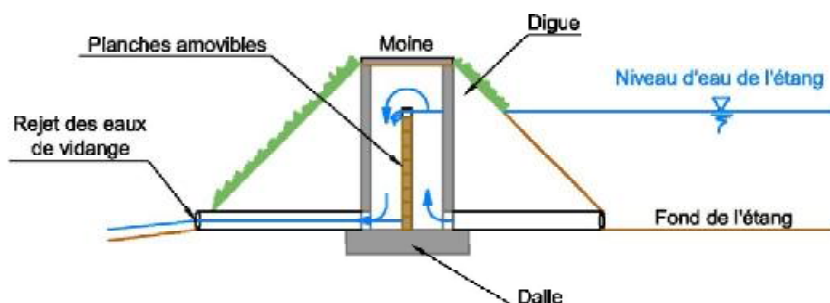
Moine immergé (dans l'étang) :



Moine derrière la digue :



Moine dans la digue :



§ Aspect réglementaire

Conformément à l'article 8 de l'arrêté du 27 août 1999, « les ouvrages ou installations doivent être régulièrement entretenus de manière à garantir le bon fonctionnement des dispositifs destinés à la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques ».

Le moine, comme tout autre ouvrage de vidange, doit répondre à certains aspects réglementaires (Arrêté du 27 août 1999) :

- Permettre la maîtrise et la régulation des débits
- Permettre la surverse des eaux de fond
- Limiter les départs de sédiments
- Etre suffisamment dimensionné pour permettre la vidange de l'étang en moins de 10 jours en cas de danger grave et imminent pour la sécurité publique

Conformément au même arrêté, le moine doit être maintenu en état de fonctionnement. Ainsi, il est nécessaire de :

- vérifier la solidité de l'ouvrage de vidange
- réparer les planches du moine
- réparer les grilles
- remplacer les manchons en PVC usés

Ces vérifications peuvent s'opérer durant la période d'assec ce qui n'exclue pas une surveillance visuelle tout au long de l'année.

§ *Avantages*

Le moine permet d'entraîner les **eaux du fond, plus froides** que les eaux de surface, tout en les **ré-oxygénant** par la chute d'eau créée et en **limitant les départs de matières en suspension**. L'impact sur le milieu est alors nettement atténué (source : SMIDAP).

§ *Estimations financières*

L'installation d'un moine (coût de l'ouvrage et de la mise en œuvre) est estimée entre **10 000 et 15 000 € H.T.** Un Moine d'environ 3 m de longueur, sans installation, avoisine les 7 000 €. H.T. C'est donc la mise en œuvre de l'ouvrage qui peut être très coûteuse.

L'estimation financière peut varier suivant l'installation du moine dans l'étang, dans la digue ou derrière la digue et en fonction des caractéristiques (accès) de chacun des sites.

L'ouvrage est généralement placé dans l'étang (immergé).

Fiche C : Evolution du Semis naturel et Plantations

§ Définition

Le **semi naturel** correspond au développement spontané de la végétation sans intervention particulière (type plantation).

Plusieurs étangs de l'étude présentent une **absence d'hélophytes, d'arbres et d'arbustes**, pourtant particulièrement bénéfique à l'ensemble de l'écosystème. Cette absence résulte d'un **sur-entretien** manifeste des berges de l'étang avec arrachage des plants de ligneux et coupe rase des hélophytes (tonte).

Le cordon végétal constitué d'hélophytes, d'arbres et d'arbustes entourant l'étang, permet de filtrer les eaux de ruissellement avant qu'elles ne rejoignent l'étang, ce qui limite l'apport potentiel en nutriments et matières minérales.

Les arbres créent également de l'ombre ce qui limite une trop forte température de l'eau de l'étang et participe à diminuer l'impact thermique sur la rivière à l'aval du rejet.

Ainsi, le cordon végétal, participe dans une certaine mesure à limiter le phénomène d'eutrophisation accélérée par la création d'ombrage (baisse de l'énergie lumineuse favorable au développement du phytoplancton) et par la filtration des eaux de ruissellement potentiellement chargées en nutriments.

D'autre part, il abrite une faune et une flore souvent diversifiée. Parmi les hélophytes sont rencontrées : *Iris pseudacorus*, *Phalaris arundinacea*, *Typha latifolia*, *Phragmites australis*, *Carex sp*, *Sparganium sp*, *Lythrum salicaria*, et *Juncus sp*. Au niveau de la faune, la ceinture est peuplée de nombreux insectes, batraciens, oiseaux. Elle constitue également des zones de cache, d'abris et de ponte pour différents poissons.

Afin de valoriser la biodiversité des étangs de l'étude et de prévenir un déséquilibre de l'écosystème, il est vivement conseillé aux propriétaires et gestionnaires des étangs, de laisser la ceinture d'hélophytes ainsi que quelques arbres et arbustes se développer, tout en conservant des stations de pêche.

Même si le développement végétal n'est que local, l'écosystème en acquerra un bénéfice écologique certain.

Si la ceinture végétale ne se développe pas, il est possible de planter quelques hélophytes, arbres et arbustes, de manière à amorcer le processus de végétalisation.

Notons que les résineux sont peu conseillés en bordure d'étang (mauvaise décomposition des épinettes).

Si les plantations sont réalisées au niveau de quelques secteurs uniquement, il est préférable que ces derniers se localisent côté Sud (ensoleillement propice au bon développement végétal).

Listing d'hélophytes pouvant être plantés en bordure d'étang :

Laïche des marais : *Carex acutiformis*

Laïche paniculée : *Carex paniculata*

Laïche faux-souchet : *Carex pseudocyperus*

Laîche des rives : *Carex riparia*
 Epilobe hérissée : *Epilobium hirsutum*
 Grande glycérie : *Glyceria maxima*
 Iris des marais : *Iris Pseudacorus*
 Lycopode d'europe : *Lycopus europaeus*
 Lysimachie commune : *Lysimachia vulgaris*
 Salicaire : *Lythrum salicaria*
 Baldingère faux-roseau : *Phalaris arundinacea*

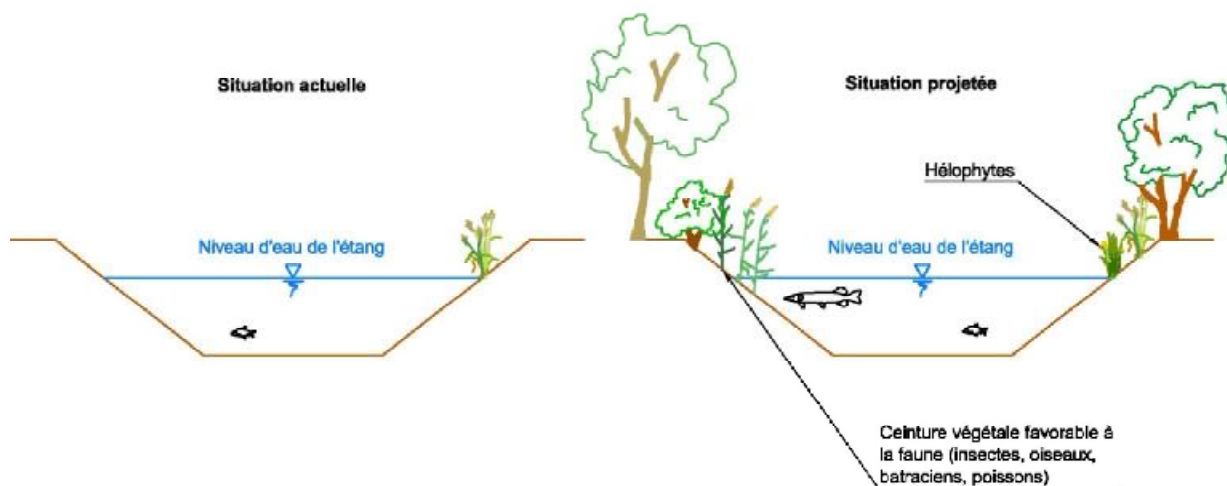
Listing d'espèces arborescentes pouvant être plantés en bordure d'étang :

Aulne glutineux. *Alnus glutinosa*
 Erable sycomore. *Acer pseudoplatanus*
 Frêne commun. *Fraxinus excelsior*
 Merisier. *Prunus avium*
 Saule blanc. *Salix alba*
 Saule fragile. *Salix fragilis*

Listing d'espèces arbustives pouvant être plantés en bordure d'étang :

Aubépine *Crataegus*
 Bourdaine *Rhamnus frangula*
 Cornouiller sanguin *Cornus sanguinea*
 Fusain d'europe. *Euonymus europaeus*
 Merisier à grappe *Prunus padus*
 Noisetier. *Corylus avellana*
 Sureau noir. *Sambucus nigra*
 Troène *Ligustrum vulgare*
 Viorne aubier *Viburnum opulus*

§ Schéma de principe



§ *Avantages*

La ceinture végétale (hélrophytes, arbres, arbustes) a différents avantages :

- Elle filtre les eaux potentiellement chargées en matières organiques et matières minérales
- Elle crée de l'ombre ce qui limite une trop forte augmentation de la température de l'eau
- Elle participe à limiter tout déséquilibre de l'écosystème étang
- Elle constitue une zone d'abris, de cache et de ponte pour la faune piscicole
- Elle augmente la biodiversité du site (faune et flore diversifiées)

§ *Inconvénients*

La présence d'une ceinture végétale peut gêner le pêcheur (pêche à la ligne). Il est toutefois possible de laisser la végétation se développer tout en conservant des stations de pêche. Un développement végétal même local, apportera à l'écosystème un bénéfice écologique.

L'implantation d'arbres et arbustes au niveau de la digue peut créer des infiltrations (via les racines). Il faut donc veiller à ce qu'il n'existe aucune perte en eau de manière régulière et à chaque vidange ainsi que limiter le développement arboré et arbustif au niveau de la digue.

§ *Estimations financières*

Le développement naturel de la ceinture végétale de l'étang dépendra de nombreux facteurs propres à l'étang. Par exemple, une pente raide des berges de l'étang et un fort ombrage sont peu propices au développement des hélrophytes.

Laisser le semi naturel se développer est **gratuit**.

Lorsque la ceinture végétale ne se développe pas, il est possible de planter quelques hélrophytes, arbres et arbustes.

Par exemple, pour un plan d'eau de 0,1 Ha avec périmètre estimé à 4000 mètre linéaire, la plantation de 15 arbres ou arbustes et d'une centaine de pieds d'hélrophytes avec un dispositif anti-ragondin est estimée à **775 €. H.T.**

Fiche D : Installation d'un Lit Filtrant

§ Définition

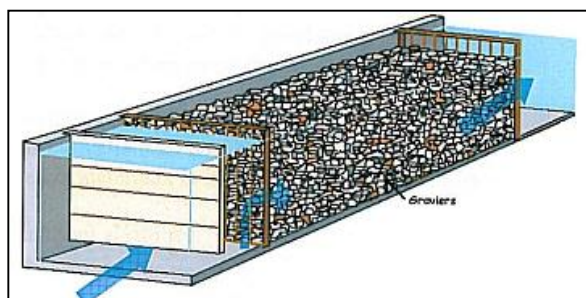
Le **lit filtrant** est un aménagement composé de planches, de grilles et de graviers (granulométrie de 3 à 12 cm de diamètre). Il permet de **filtrer l'eau en sortie d'étang** (rétention des boues et matières en suspension) et d'empêcher la **fuite des poissons**.

Ce système se situe en arrière de la pêcherie. Il peut être proposé pour des étangs situés sur des cours d'eau de première catégorie piscicole.

Toutefois, il apparaît superflu pour des étangs bien et régulièrement gérés.

§ Schéma de principe

Lit filtrant d'après Breton (2001) :



Lit filtrant d'après la société
Become, Saint Jean Le Blanc (45650)



§ Aspect réglementaire

Conformément à l'article 8 de l'arrêté du 27 août 1999, « les ouvrages ou installations doivent être régulièrement entretenus de manière à garantir le bon fonctionnement des dispositifs destinés à la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques ».

§ *Avantages*

L'avantage du lit filtrant est qu'il permet non seulement de **limiter la fuite des poissons** mais également de **retenir une part des matières en suspension**.
L'impact sur le milieu récepteur est donc nettement atténué.

§ *Inconvénients*

Le lit filtrant est un aménagement efficace mais **coûteux et difficile d'entretien**. Les matériaux filtrants sont rapidement **colmatés** (feuilles, boues) et nécessitent d'être régulièrement remplacés ou nettoyés. Ce type de dispositif requiert une vidange très lente de l'étang (débit de vidange faible).

§ *Estimations financières*

L'installation d'un lit filtrant (ouvrage et mise en œuvre) est estimée à **4500 €. H.T.** (filtre de 3 m de longueur munis de 3 grilles).

Cette estimation globale peut varier en fonction des caractéristiques de chacun des sites (accès) et de la taille de l'ouvrage à réaliser.

Fiche E : Installation d'une pêcherie

§ Définition

La **pêcherie** est un aménagement permettant la **récupération du poisson** lors de la vidange d'un étang.

En l'absence de cet équipement, le poisson peut être récupéré par la technique de la pêche au filet (méthode ancestrale) ou par une pêche électrique.

Il existe deux types de pêcherie : la **pêcherie temporaire** et la **pêcherie permanente**.

Pêcherie temporaire

La **pêcherie temporaire** est un ouvrage mis en place exclusivement lors de la vidange pour récupérer les poissons.

Elle est démontable. Installée en arrière de la digue, elle est constituée de piquets en bois, de filet brise-vent et de dalles en béton, (voir schémas de principe et photographies pages suivantes).

Pêcherie permanente

La **pêcherie permanente** est un ouvrage en maçonnerie de forme rectangulaire dans lequel débouche la conduite d'évacuation de l'étang.

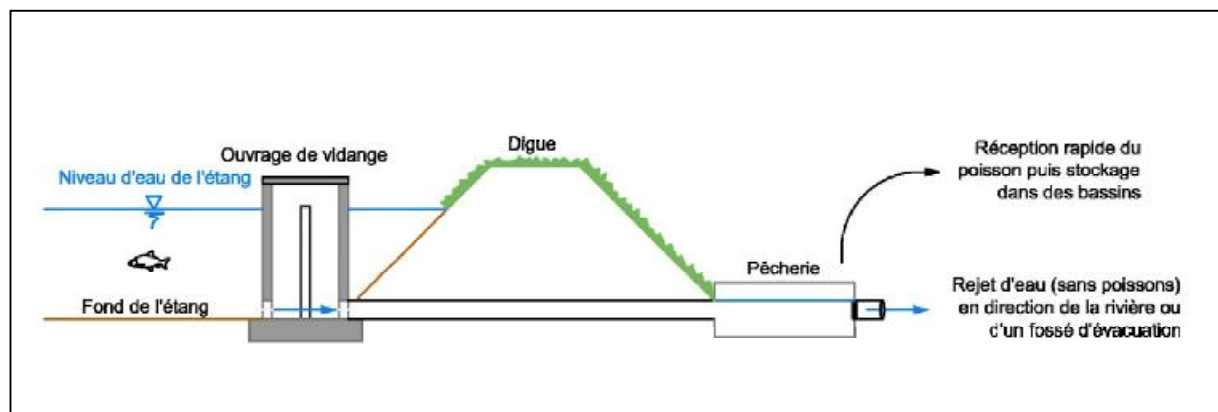
Elle est construite « en dur » et fait partie intégrante de l'étang. Elle est généralement placée à l'arrière de la digue mais peut également être localisée à l'intérieur de l'étang, lorsque la configuration du site ne permet son installation à l'aval, (voir schémas de principe et photographies pages suivantes).

La pêcherie permanente peut être constituée de 3 grilles successives aux espacements de barreaux de plus en plus petits de manière à sélectionner les poissons suivant leur taille. Il faut toutefois veiller à ce que les gros poissons ne colmatent pas la première grille de manière à ce que les plus petits puissent rejoindre les espaces suivants. Notons que certaines pêcheries ne présentent pas de cloison de séparation.

Dans le cas des étangs étudiés du bassin versant de la Largue, une pêcherie d'une longueur de 3 m avec une largeur et une hauteur d'environ 1 m est suffisante (étang de moins de 1 Ha). Seuls les étangs L1 avec 2,37 Ha et le plan d'eau de Courtavon avec 15 Ha, devraient être affectés d'une pêcherie aux dimensions supérieures (de l'ordre de 6 m de longueur environ pour L1 et supérieure à 10 m de longueur pour le plan d'eau de Courtavon).

§ Schémas de principe

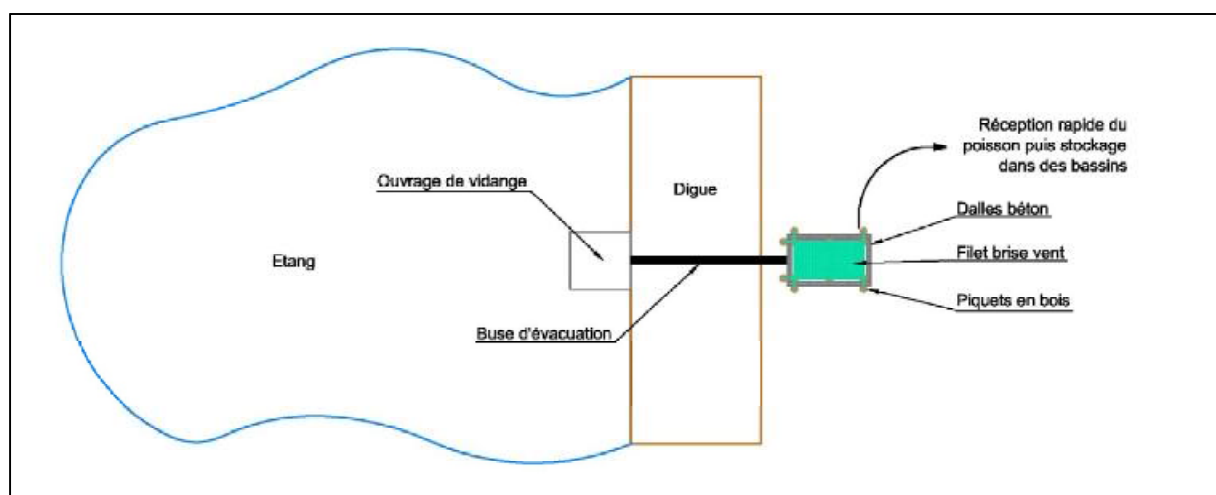
Pêcherie permanente en aval de la digue :



Pêcherie permanente d'après la société Become, Saint Jean Le Blanc (45650)



Pêcherie temporaire en aval de la digue :



Pêcherie temporaire (photographies M. PERRIN, L ; Source SMIDAP) :



§ Aspect réglementaire

D'après l'article 10 de l'arrêté du 27 août 1999 « L'étang doit être agencé de manière à récupérer l'ensemble des poissons et crustacés lors de la vidange ».

D'après l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), les introductions d'espèces exotiques sont la principale source d'extinction des espèces de poissons d'eau douce.

L'impact concernant l'apport d'espèces indésirables se distingue en 3 catégories :

- poissons de 2^{ème} catégorie dans les eaux de 1^{ère} catégories cyprinidés ou carnassiers

- espèces exotiques nuisibles : perche soleil, poisson chat

- espèces d'élevage non indigènes : carpes herbivores, silure glane, esturgeon.

D'autre part, les espèces introduites d'étangs peuvent être vecteur d'agents pathogènes pour les espèces indigènes (ex : parasites du type *Piscicola geometra* ou encore *Ligula intestinalis*).

La récupération de l'ensemble des poissons et crustacés lors de la vidange est essentielle pour préserver le milieu récepteur.

Conformément à l'article 8 de l'arrêté du 27 août 1999, « les ouvrages ou installations doivent être régulièrement entretenus de manière à garantir le bon fonctionnement des dispositifs destinés à la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques ».

§ Avantages

La pêche permet de **récupérer le poisson sans pénétrer dans l'étang** (parfois le plancher est instable et les berges abruptes) ce qui facilite l'accès. D'autre part, les **opérations de tri sont facilitées** par la présence de grilles espacées sélectionnant les poissons en fonction de leur taille.

§ Inconvénients

Le poisson peut **se blesser** lors de son évacuation dans la buse (de l'étang vers la pêche) et dans la pêche (grilles, maçonneries en béton).

Il est nécessaire de sortir rapidement le poisson de la pêche afin de le stocker dans des bassins d'eau propre.

D'autre part, la configuration du site pour l'installation d'une pêche nécessite une **pente suffisante** (1 à 2 cm/m) en arrière de la digue pour être efficace.

§ Estimations financières

L'installation d'une pêche permanente de 3 m de long (munie de 3 grilles) est estimée à **3 800 € H.T.** Cette estimation peut varier en fonction des conditions spécifiques de chacun des sites. Le coût peut atteindre jusqu'à **15 000 € H.T.** pour les grands modèles.

L'installation d'une pêche temporaire quant à elle est estimée à environ **1 500 € H.T.**

Elle est nettement moins onéreuse que la pêche temporaire. Toutefois, il faut veiller à avoir une surface de terrain ainsi qu'une pente suffisante pour son installation en aval de la digue.

Fiche F : Système d'écoulement de trop plein à partir du fond de l'étang

§ Définition

Le **trop plein, ou surverse**, permet d'évacuer l'eau en cas d'excès d'eau dans l'étang ou de crue légère afin de maintenir le plan d'eau au niveau souhaité. Il peut être constitué d'un **simple tuyau** qui, selon son issue, traverse ou contourne la digue.

L'issue du trop plein peut être :

- Un tiers étang (cas des étangs en chapelets), (contournement de la digue)
- Un fossé d'évacuation qui rejoint une rivière plus en aval (contournement de la digue)
- Une rivière (traversée de la digue)

Il peut également déboucher au niveau d'une pêcherie lorsque cette dernière est présente au niveau de l'étang (contournement de la digue).

Le trop plein peut également être situé au niveau de l'ouvrage de vidange ou être intégré au déversoir de crue (par l'aménagement d'un tuyau). Le déversoir de crue, placé au niveau du sol naturel, permet d'éviter l'érosion de la digue et d'évacuer l'eau en cas de crue importante.

Lorsque le trop plein se déverse dans une rivière ou dans un fossé d'évacuation qui rejoint la rivière plus en aval, ce dernier doit être muni d'une **grille fixe au vide de maille inférieur ou égal à 1 cm** de diamètre afin d'éviter la fuite de poissons qui constitue une pollution piscicole du milieu récepteur.

Système d'écoulement de trop plein à partir du fond de l'étang :

Le trop plein avec évacuation des eaux du fond de l'étang est un dispositif qui **permet d'évacuer les eaux profondes de l'étang, plus fraîches**.

Il s'agit d'un tuyau dont l'ouverture est située dans la zone basse de l'étang (à environ 50 cm du fond de l'étang) et qui remonte le long de la digue puis la traverse, au niveau du plan d'eau souhaité, pour rejoindre la rivière. Le diamètre du tuyau choisi doit correspondre au débit habituel observé en période d'étiage estival, (voir schéma en page suivante).

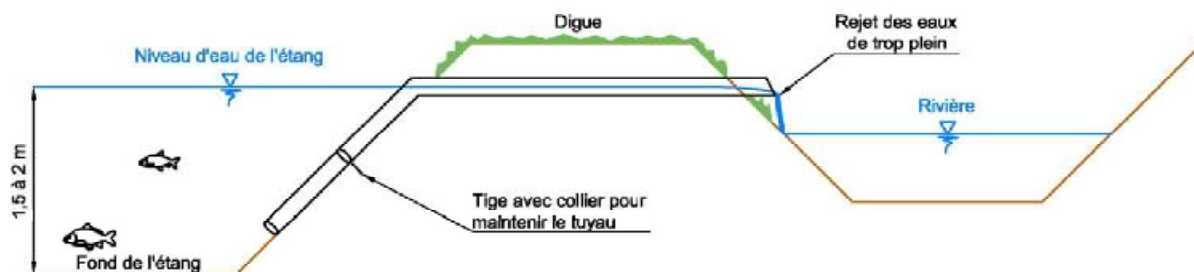
Le trop plein est également muni d'une **grille fixe au vide de maille inférieur ou égal à 1 cm**.

Remarque : Des gradients thermiques apparaissent pour des étangs de plus de 1,50 à 2,00 m de profondeur (GONAY et LAFFORGUE, 1997). L'étude réalisée par CADIEU, G., (2002) présente des étangs du Jura possédant des températures d'eau de surface de 25 à 26°C et de fond de 18 à 20°C au mois d'août. Notons que les gradients thermiques peuvent être influencés par certains paramètres météorologiques (vent) et d'autres propres à l'étang.

L'installation d'un trop plein avec écoulement par le fond de l'étang s'avère efficace pour les plans d'eau possédant une **profondeur minimale de 1,50 à 2,00 m**.

Il est essentiellement préconisé lorsque les eaux se rejettent directement dans la rivière.

§ Schéma de principe



§ Avantages

Cet aménagement présente l'avantage de **limiter l'impact thermique sur le cours d'eau**.

En effet, lorsque les eaux de trop plein proviennent des eaux de surface de l'étang, une augmentation de la température de l'eau à l'aval du rejet de trop plein peut être observée dans la rivière. C'est par exemple le cas du Grumbach au niveau de l'étang G7 (+ 0,5°C) ou du Largitzenbach au niveau de l'étang L11A (+1,4°C).

§ Inconvénients

Le risque de cet aménagement est d'entraîner des eaux **chargées en matières en suspension** et **appauvries en oxygène** dans la rivière. Le calage de ce type d'aménagement doit donc être précis.

§ Estimations financières

L'installation d'un trop plein avec évacuation des eaux du fond est estimée à environ **1 900 € H.T.** (pour une buse de 4 m de longueur).

L'estimation ne tient pas compte de l'état de la digue qui devra potentiellement être restaurée pour permettre l'installation de cet aménagement.

Fiche G : Installation d'une Cascade

§ Définition

Une **cascade ou chute d'eau** se caractérise par un dénivelé important et une chute quasi verticale du flot.

L'installation d'une chute d'eau au niveau du rejet de l'étang (trop plein et/ou vidange) en amont de la confluence avec la rivière, participe à la préservation de la qualité de l'eau de cette dernière.

En effet, une cascade permet d'augmenter le temps d'échange air-eau, ce qui accroît la teneur en oxygène dissous de l'eau. Elle participe également à diminuer la température de l'eau.

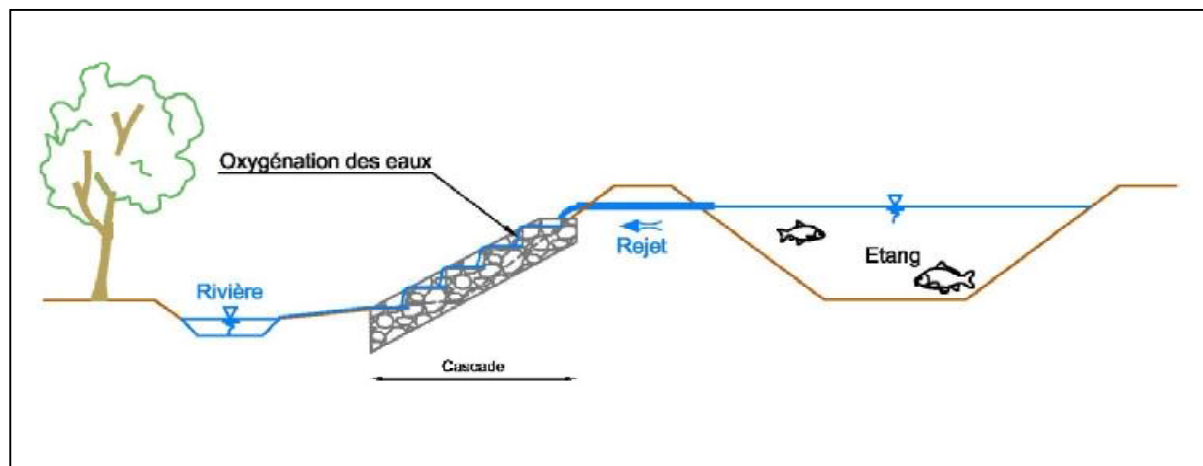
La mise en œuvre d'une cascade peut donc être préconisée lorsqu'une diminution notable de la teneur en oxygène dissous de l'eau du cours d'eau a été observée à l'aval direct d'un étang.

Notons qu'une cascade de l'ordre de **1,40 m de chute** est nécessaire pour noter une augmentation de la teneur en oxygène dissous de l'eau. Elle peut éventuellement être fractionnée en plusieurs petites chutes.

L'aménagement peut consister à installer des rangées de blocs (enrochement libre) de manière à créer une cascade de hauteur suffisante. Un bloc de grande dimension placé sous l'arrivée d'eau permettra d'éclater le flux d'arrivée. L'eau sera alors dispersée en différents écoulements le long des blocs.

Remarque : La cascade n'est, en aucun cas, à créer dans la rivière.

§ Schémas de principe



§ Aspect réglementaire

Conformément à l'article 8 de l'arrêté du 27 août 1999, « les ouvrages ou installations doivent être régulièrement entretenus de manière à garantir le bon fonctionnement des dispositifs destinés à la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques ».

§ Avantages

L'installation d'une cascade favorise :

- L'augmentation de la **teneur en oxygène dissous** de l'eau
- La diminution de la **température** de l'eau

La cascade limite également toute possibilité de remontée du poisson de la rivière dans l'étang (chute d'eau trop importante).

§ Inconvénients

L'installation d'une cascade nécessite un **entretien régulier**, conformément à la réglementation en vigueur.

D'autre part, le site doit présenter une **pente suffisamment importante** pour permettre sa mise en œuvre.

Enfin, la cascade peut constituer une « **perte en eau** » supplémentaire avec des gouttelettes qui se dispersent, s'infiltrant sur le terrain avoisinant et ne rejoignent pas la rivière.

§ Estimations financières

L'estimation financière de la mise en œuvre d'une cascade dépend de la dimension de cette dernière et des particularités du site (facilité d'accès notamment).

Pour une cascade constituée d'une rampe en enrochements d'une hauteur d'environ 1 m, le coût peut être estimé à **500 €. H.T** environ (forfait).

Fiche H : Créations d'Ilots et de Zones de Hauts Fonds

§ Définition

Un **îlot** peut être défini comme une île de petite superficie.

Une **zone de haut fond** est une zone faible profondeur, à granulométrie variable, favorable au développement des macrophytes aquatiques.

Les îlots en pentes douces et zones de hauts fonds permettent **d'augmenter la biodiversité** du site (oiseaux, batraciens, poissons, insectes). En effet, ils constituent des zones propices au développement de la faune (zones de caches, abris, et de reproduction) et de la flore.

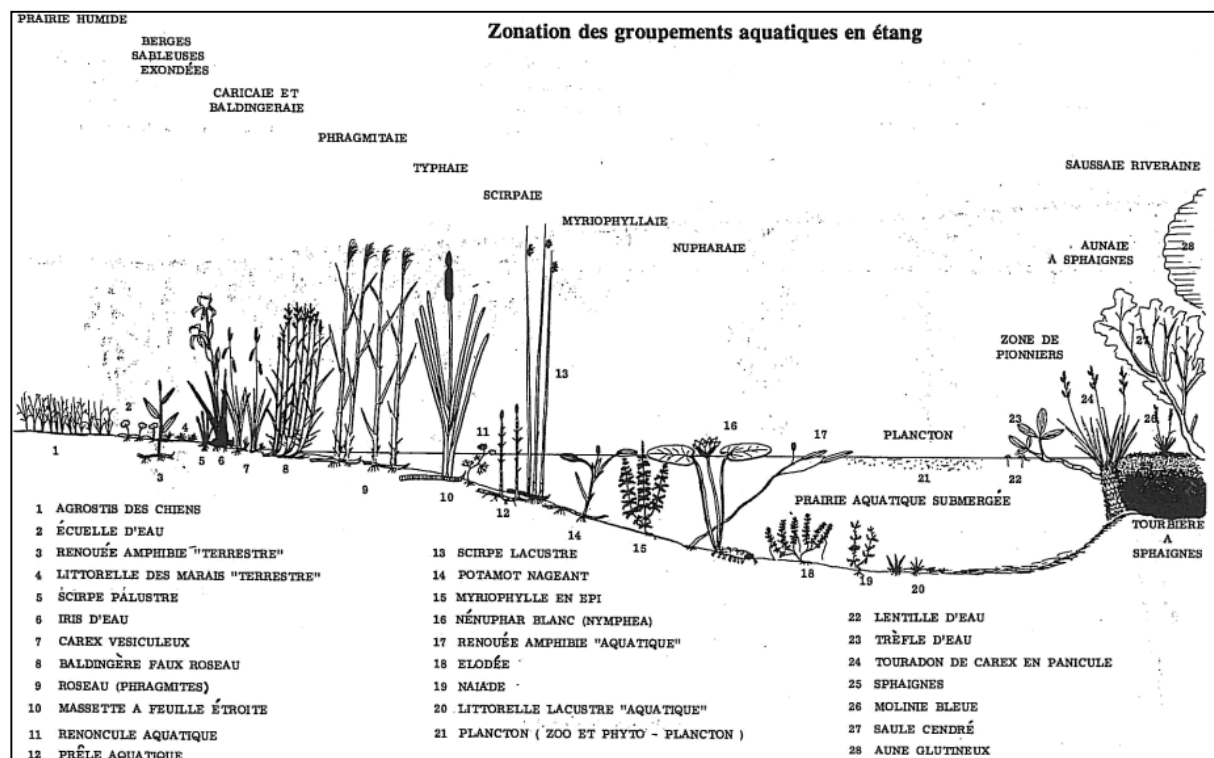
Leur création constitue également de nouveaux corridors écologiques et « réserves » facilement accessibles aux espèces mobiles (espèces migratrices notamment).

De plus, les îlots présentent une végétation arbustive, voire arborée, qui permet de créer de **l'ombre** et d'ainsi **diminuer la température de l'eau au rejet**.

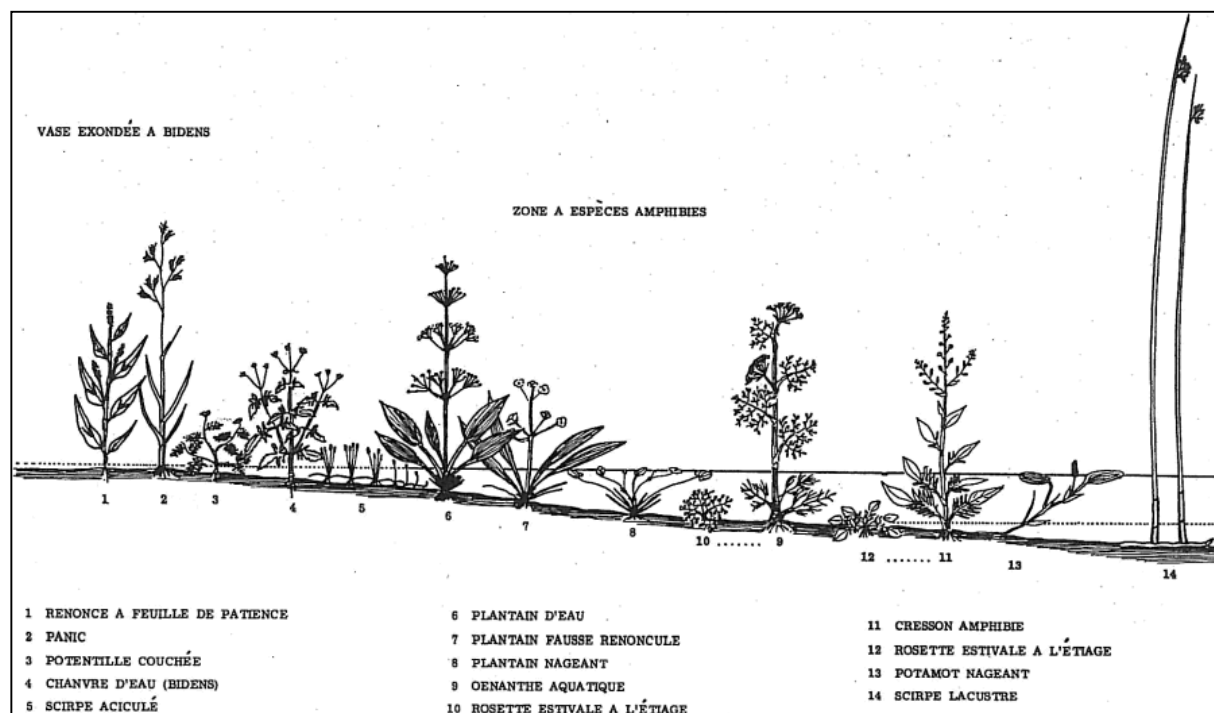
Les zones de hauts fonds et îlots peuvent être aménagées lors d'une vidange, en construisant une pente douce et régulière à partir des terres et boues excédentaires.

L'aménagement de zones de hauts fonds et d'îlots en pente douce, permet l'installation d'un cordon végétal favorable à l'ensemble de l'écosystème étang :

La zonation des groupements aquatiques en étang est la suivante (BARBE *et al.*, 1984) :

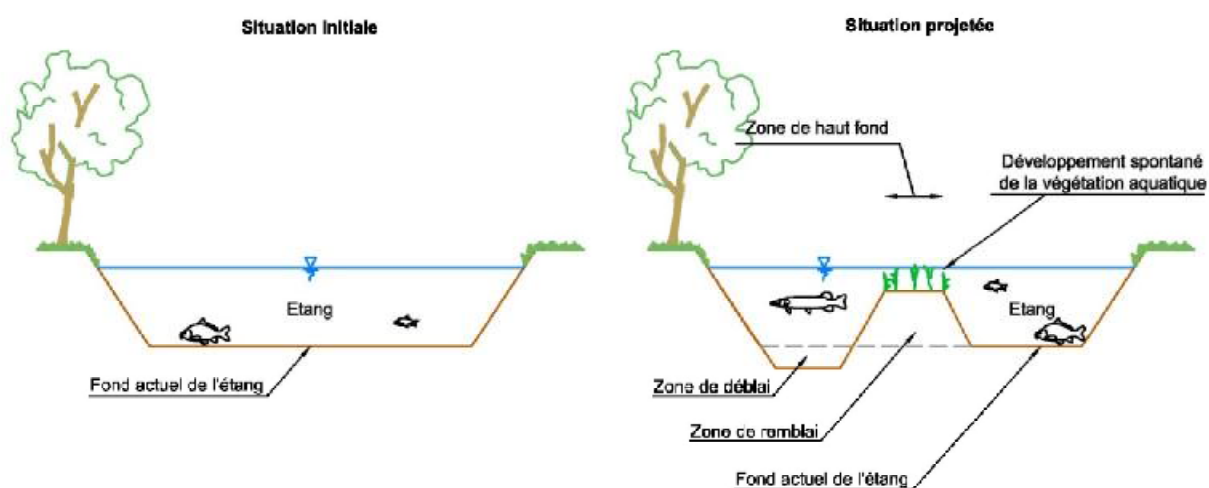


La zonation des groupements aquatiques en étang à fond plat (zones de hauts fonds) est la suivante (BARBE *et al.*, 1984) :

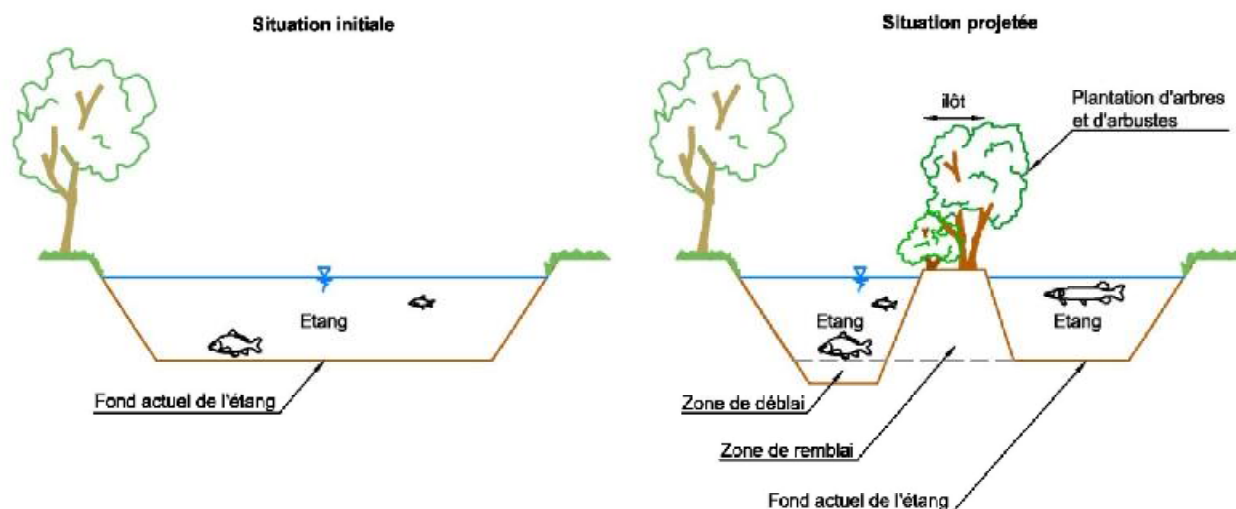


§ Schémas de principe

Création d'une zone de haut fond :



Création d'un îlot arboré :



§ Aspect réglementaire

Conformément à l'article 8 de l'arrêté du 27 août 1999, « les ouvrages ou installations doivent être régulièrement entretenus de manière à garantir le bon fonctionnement des dispositifs destinés à la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques ».

§ Avantages

Les îlots et zones de hauts fonds augmentent la **biodiversité** du site (création de nouveaux habitats disponibles pour la faune et la flore, en particulier pour les poissons (zones de ponte, de repos, de reproduction, de nurserie...))

Les îlots arborés participent à **limiter l'impact thermique** sur la rivière à l'aval de l'étang par la création d'ombrage. D'une manière générale, la végétation des îlots et des zones de hauts fonds permet d'améliorer la qualité du milieu aquatique (épuration naturelle).

§ Inconvénients

La création d'un îlot et d'une zone de haut fond, nécessite un étang d'une **superficie relativement importante**.

§ *Estimations financières*

La réalisation d'îlots et de zones de hauts fonds est spécifique à chacun des sites potentiels.

L'estimation financière dépend de nombreux facteurs :

- Surface de l'étang
- Masse volumique de vases dans l'étang
- Stabilité du fond de l'étang
- Facilité d'accès à l'étang
- Pente des berges de l'étang

Elle est donc spécifique à chacun des étangs.

De manière générale :

La **création d'un îlot** d'une superficie de 100m² dans un étang de 1 m de profondeur pourvu de boutures de saules protégées d'un dispositif anti ragondin, avec des conditions de terrain optimales (fond stable, quantité de vase suffisante dans l'étang pour la réalisation de l'îlot...), peut être estimée à **2200 €. H.T.** Lors de mauvaises conditions, elle peut être estimée à environ **3 000 €. H.T.**

De la même manière, pour la **création d'une zone de haut fond** d'une superficie de 100 m² dans un étang de 1 m de profondeur, le coût global peut être estimé à environ **560 €. H.T.** dans de bonnes conditions et à **840 €. H.T.** dans de mauvaises conditions. Cette estimation ne prévoit aucune plantation d'hélophytes. Ces dernières se développeront naturellement sur la zone de haut fond.

Toutefois, si l'on souhaite amorcer le développement des hélophytes avec l'installation de quelques pieds, il est possible d'estimer un coût supplémentaire de **300 €. H.T.** pour une surface plantée de 10 m² (avec environ 6 pieds par mètre carré).

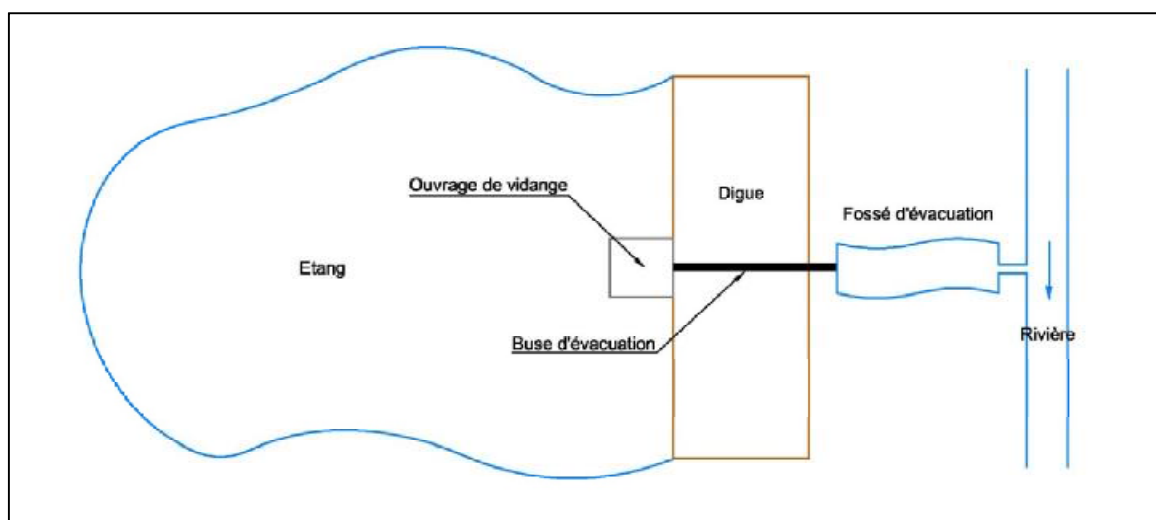
Fiche I : Installation d'un Fossé d'Evacuation végétalisé

§ Définition

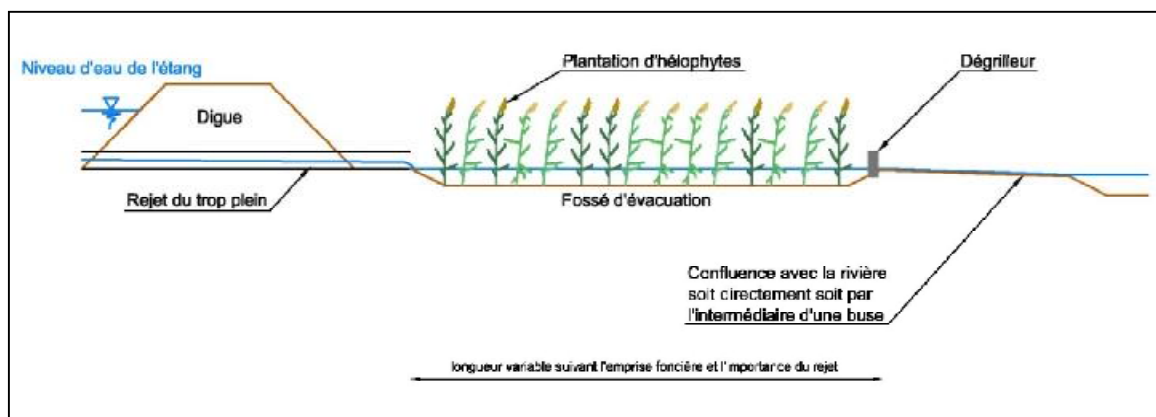
Le **fossé d'évacuation végétalisé** permet l'évacuation de l'eau de l'étang (trop plein et vidange) vers le milieu récepteur. Ses parois et son fond peuvent présenter quelques sinuosités des berges, un fond relativement rectiligne (pour un écoulement sans encombre) et une pente régulière de manière à ce qu'aucune eau ne soit retenue lorsque le débit de rejet est nul. Aucune vie piscicole n'est donc possible à l'inverse du cours d'eau, (qu'il soit temporaire ou pérenne), (Source : SMIDAP).

§ Schémas de principe

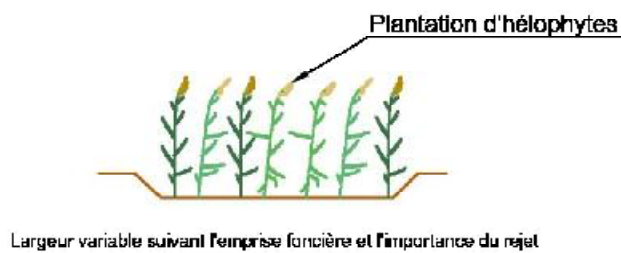
Fossé d'évacuation végétalisé (vue en plan) :



Fossé d'évacuation végétalisé (vue transversale) :



Fossé d'évacuation végétalisé (coupe transversale) :



§ Aspect réglementaire

Conformément à l'article 8 de l'arrêté du 27 août 1999, « les ouvrages ou installations doivent être régulièrement entretenus de manière à garantir le bon fonctionnement des dispositifs destinés à la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques ».

Le SAGE Vallée de la Largue indique dans l'article 1.3.4. Gestion des étangs « proscrire le rejet direct en rivière : privilégier les fossés intermédiaires à ciel ouvert avec décanteur (proportionnel au volume de la retenue d'eau) pour les nouveaux étangs.

§ Avantages

Le fossé d'évacuation végétalisé des eaux de vidange et de trop plein **limite l'augmentation des fortes teneurs en Matières en Suspension** à l'aval du rejet dans la rivière. Il permet également, lorsqu'il est bien végétalisé, de **filtrer une part des teneurs en azote (N) et phosphore (P)**.

Le fossé constitue également un **frein à la fuite de poissons** de l'étang (présence de grilles).

§ Inconvénients

L'installation d'un fossé d'évacuation végétalisé nécessite un **entretien régulier** :

- enlever les gros obstacles à l'écoulement des eaux
- entretenir la végétation

Il faut également veiller à ce que le fossé soit **suffisamment dimensionner** :

- Pour limiter tout risque d'inondation** lors de vidange et de phénomènes météorologiques particuliers (orages)
- Pour obtenir une filtration efficace** (rétention de Matières en Suspension notamment)

L'eau qui s'écoulera à travers le fossé d'évacuation (trop plein et vidange) circulera par un **chemin préférentiel ce qui diminuera l'efficacité de la filtration** (azote, phosphore et rétention des matières en suspension).

Le dimensionnement du fossé d'évacuation végétalisé est propre à chacun des sites potentiels et nécessite une étude approfondie qui pourra avoir lieu lors de la phase de maîtrise d'œuvre.

§ *Estimations financières*

L'estimation financière de la mise en œuvre d'un fossé d'évacuation dépend de la dimension de ce dernier et des particularités du site (terrain en pente/plat, facilité d'accès).

Pour un fossé dimensionné comme suit (voir ci-dessous) sur un terrain relativement plat, le coût peut être estimé à **7 500 €. H.T** environ.

Exemple de dimensions d'un fossé :

Longueur : 50 m

Largeur : 2 m

Profondeur : 0,50 m

L'aménagement consiste à terrasser puis évacuer environ 50 m³ de matériaux terreux, planter des hélophytes (type roseaux) et arbustes (saules arbustifs), et installer un dégrilleur pour éviter la dispersion de roseaux en décomposition dans la rivière en aval du rejet.

L'installation d'un dégrilleur nécessitera un entretien régulier (une à deux fois par an) pour limiter tout risque de colmatage et de débordement (notamment en période de vidange).

Fiche J : Création de Zones Humides de Décantation et de Filtration

§ Définition

Au sens juridique, la loi sur l'eau (1992) définit les **zones humides** comme les terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, la végétation quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année.

La convention de Ramsar (1971, 1986), définit les **zones humides** « d'étendues, de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas 6 m ».

Dans le cas présent, les **zones humides de décantation et de filtration** envisagées sont de type « **roselières** ».

Elles permettent de **filtrer les eaux** (azote, phosphore) et de **décanter les matières** (rétention des matières en suspension).

Elles peuvent être mises en œuvre :

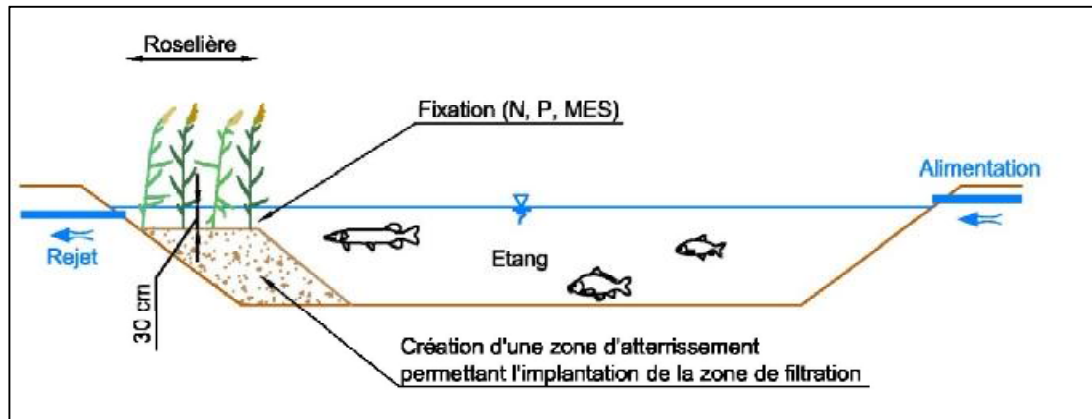
- Dans l'étang au niveau de l'arrivée de la prise d'eau (pour filtrer les eaux avant qu'elles ne gagnent l'étang)
- Dans l'étang au niveau du rejet de trop plein (pour filtrer les eaux avant qu'elles ne rejoignent la rivière).
- A l'aval de l'étang lorsque la surface est suffisamment vaste (pour filtrer les eaux de trop plein et de rejet, avant qu'elles ne gagnent la rivière). La zone humide doit alors résulter de la création de milieu et non pas d'une zone humide existante « naturelle ».

Remarque : Une roselière ou phragmitaie est une zone humide naturelle où poussent principalement des roseaux (phragmites). Les roselières jouent un rôle important en participant à la propreté de son milieu en filtrant les matières et permettant la décantation. Les roseaux assimilent dans leurs tissus des polluants (nitrates, métaux lourds, hydrocarbures notamment). En outre, les roselières constituent des milieux propices à la faune (ex : Rousserolles, Busard des roseaux).

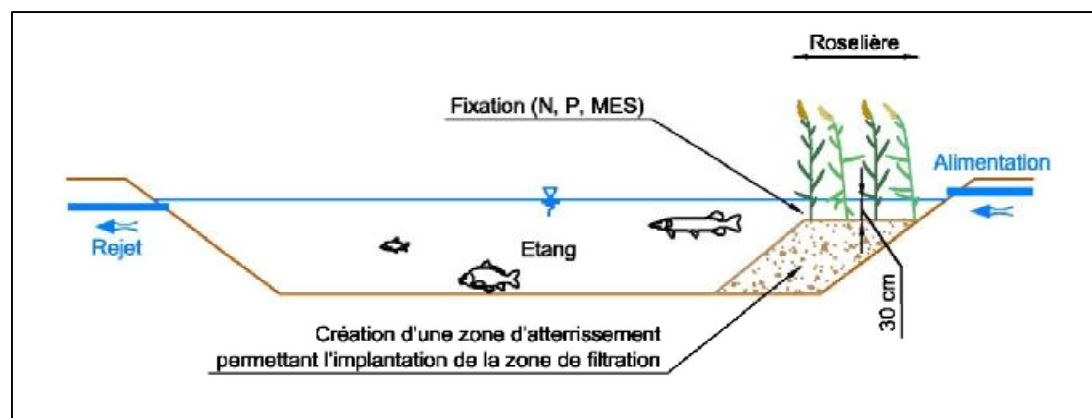
Une zone humide de décantation et de filtration représentant environ 10% de la surface en eau de l'étang semble satisfaisante d'un point de vue biologique. De manière générale, il est préférable de ne pas dépasser 30% de recouvrement végétal dans un plan d'eau.

§ Schémas de principe

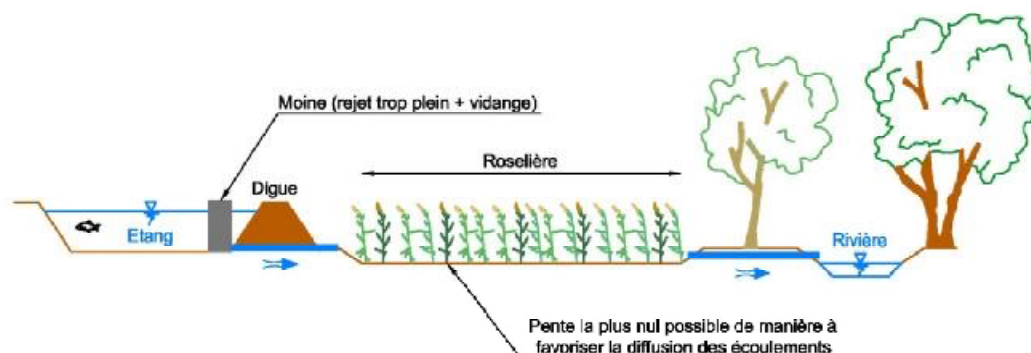
Zone humide de décantation et de filtration dans l'étang au niveau du rejet de trop plein :



Zone humide de décantation et de filtration dans l'étang au niveau de l'arrivée d'eau :



Zone humide de décantation et de filtration à l'aval de l'étang :



§ Aspect réglementaire

Conformément à l'article 8 de l'arrêté du 27 août 1999, « les ouvrages ou installations doivent être régulièrement entretenus de manière à garantir le bon fonctionnement des dispositifs destinés à la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques ».

L'installation d'une zone humide de décantation et de filtration doit donc être régulièrement entretenue, conformément à la réglementation en vigueur.

§ Avantages

Les zones humides de décantation et de filtration de type roselière, permettent de filtrer les eaux (azote, phosphore) et de décanter les matières (matières en suspension notamment), elles participent ainsi au bon état et au bon équilibre de l'étang.

Ces roselières permettent également d'augmenter la biodiversité du site. Elles constituent en effet des zones propices pour la faune (oiseaux, batraciens, poissons, insectes : libellules).

§ Inconvénients

Les zones humides de filtration doivent avoir une dimension relativement vaste pour être efficace en termes de filtration et de décantation. Une petite zone humide conserve cependant un rôle écologique important (hotspot, zone de haute biodiversité).

§ Estimations financières

La création de zones humides de décantation et de filtration est spécifique à chacun des sites potentiels.

De manière globale, la réalisation d'une zone humide de décantation et de filtration (au niveau de l'arrivée ou du rejet d'eau), d'une surface de 10 m² (pour un étang de 0,01 Ha, soit 10% de la surface en eau de l'étang) dans un étang de 1 m de profondeur, peut être estimée à **600 € H.T.**

Les hélophytes sont munies d'un dispositif anti-ragondin dans l'estimation.

La création d'une zone humide de décantation et de filtration en aval de l'étang, d'une surface de 10 m², peut être estimée à **700 € H.T.** Les hélophytes sont munies d'un dispositif anti-ragondin dans l'estimation.

Fiche K : Evolution de l'étang en Zone humide

§ Définition

Un **étang** est une étendue d'eau fermée, d'une surface comprise entre 0,5 et 200 Ha dont la profondeur moyenne est généralement inférieure à 5 m (mais pouvant atteindre parfois 8 m). Ils peuvent être colonisés sur toute leur étendue par la flore littorale. La zone pélagique (profonde) est réduite voire absente. L'étang ne présente pas de stratification.

En l'absence d'entretien, l'étang, tout comme n'importe quel plan d'eau a pour vocation de se combler. Certains étangs de l'étude sont en situation d'abandon (phase de comblement). Les ouvrages attenants (buses de prise d'eau, de rejet, ouvrage de vidange) sont en mauvais état et présentent des **dysfonctionnements** importants (percés, grippés).

L'entretien nécessaire à la remise en état de l'étang et conformément à la réglementation en vigueur, peut nécessiter des coûts financiers importants. L'évolution de l'étang en zone humide peut alors être privilégiée face aux difficultés d'entretien et aux contraintes de sécurité.

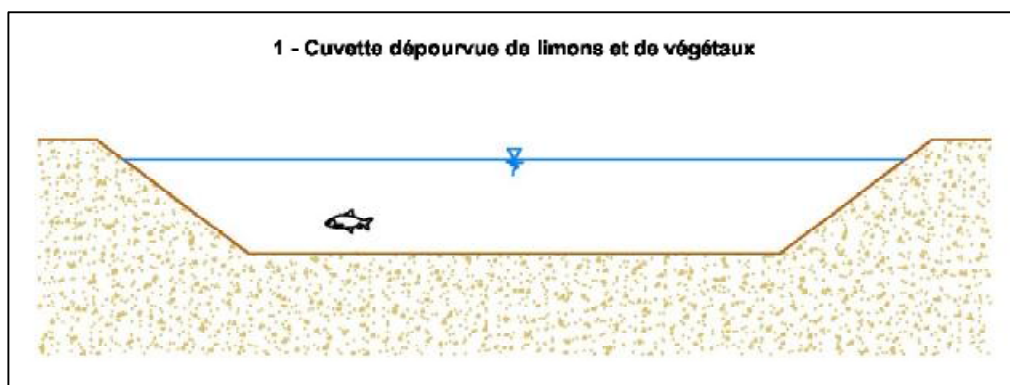
Au sens juridique, la loi sur l'eau (1992) définit les **zones humides** comme les terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire. La végétation quand elle existe, est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année.

Dans le cadre de cette étude, les étangs identifiés comme étant à l'abandon sont les suivants :
Sur le Grumbach : G16 ; Sur le Largitzenbach : L2B, L10 et L19

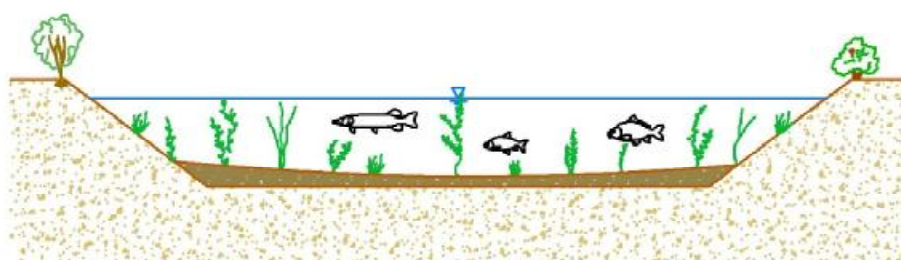
§ Schéma de principe

Sans intervention de l'Homme, l'étang évolue, comme n'importe quel plan d'eau, vers le stade forêt (évolution climacique). Cette évolution s'effectue sur environ 120 ans, (les stades marais et forêts étant les plus longs).

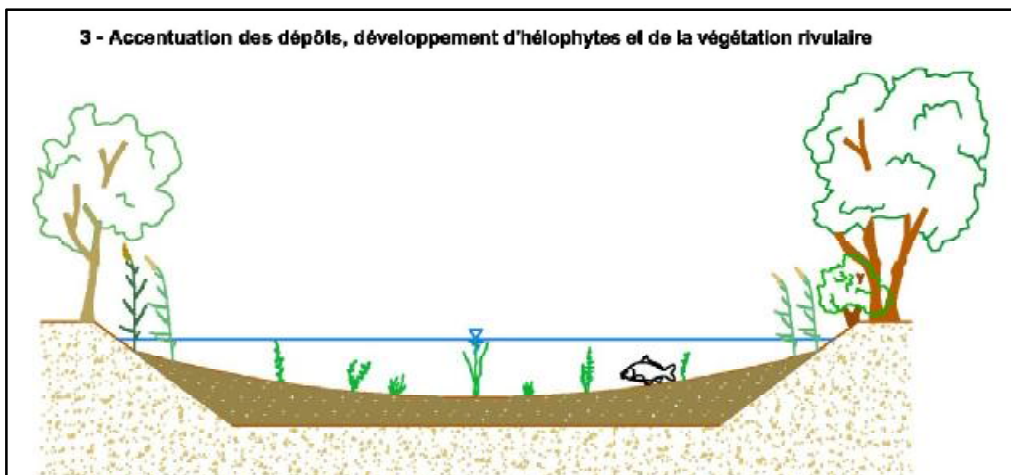
Evolution climacique en plan d'eau :



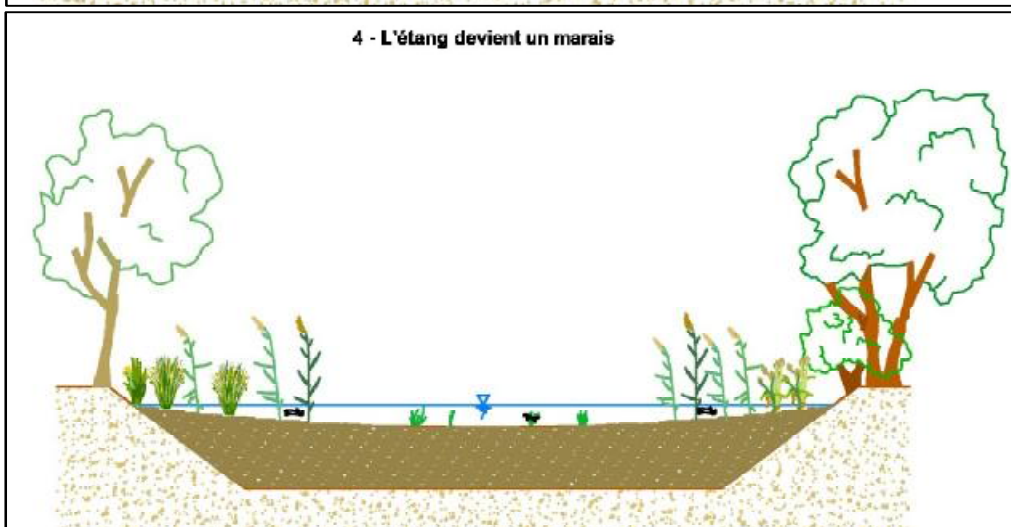
2 - Les hydrophytes immergés, s'installent, puis dans un second temps la végétation rivulaire



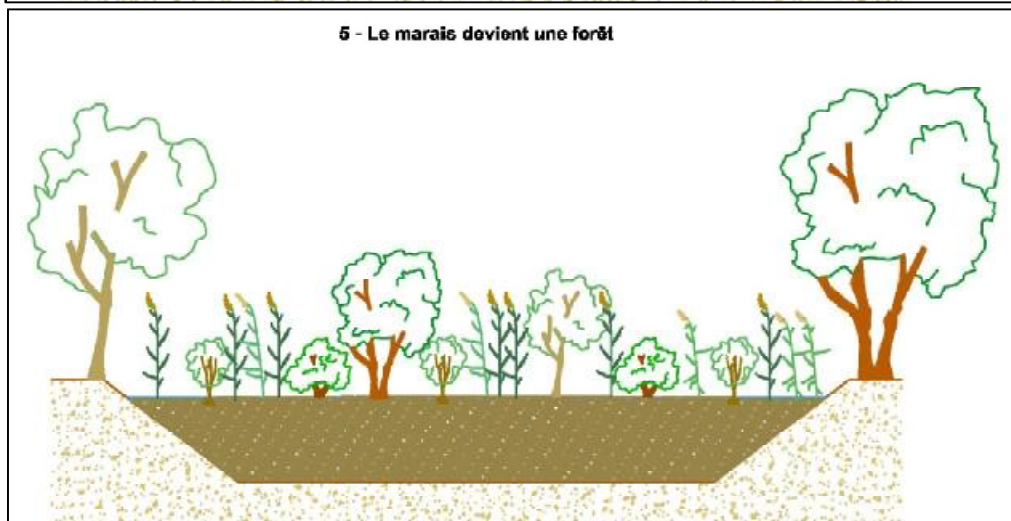
3 - Accentuation des dépôts, développement d'hélophytes et de la végétation rivulaire



4 - L'étang devient un marais



5 - Le marais devient une forêt



§ Aspect réglementaire

Conformément à l'article 8 de l'arrêté du 27 août 1999, « les ouvrages ou installations doivent être régulièrement entretenus de manière à garantir le bon fonctionnement des dispositifs destinés à la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques ».

Les vidanges doivent être réalisées régulièrement, selon les obligations de l'arrêté du 27 août 1999 et de la rubrique 3.2.4.0 du tableau annexé à l'article R214-1 du code de l'environnement.

Les propriétaires des étangs à l'abandon sont donc « en infraction » vis-à-vis de la réglementation en vigueur.

§ Avantages

L'évolution de l'étang en zone humide permet de **diversifier les habitats du bassin versant** de la Largue. Elle permet également de **se détacher des contraintes financières d'entretien et de sécurité** de l'étang. L'effacement de l'étang **limite la dégradation de la qualité de l'eau de la rivière liée à l'étang** (rejets de trop plein, vidange)

§ Inconvénients

L'écosystème étang disparaît avec l'ensemble de la biodiversité qu'il constituait. Toutefois, une toute autre biodiversité s'installe, ce qui n'est pas préjudiciable, à l'échelle du bassin versant.

Dans le cas présent et pour diversifier les habitats du bassin versant de la Largue, il est proposé de laisser évoluer l'étang au stade zone humide (marais). Pour cela, il faudra veiller à ne pas laisser les arbres et arbustes se développer fortement afin de ne pas parvenir au stade ultime « forêt » (climax).

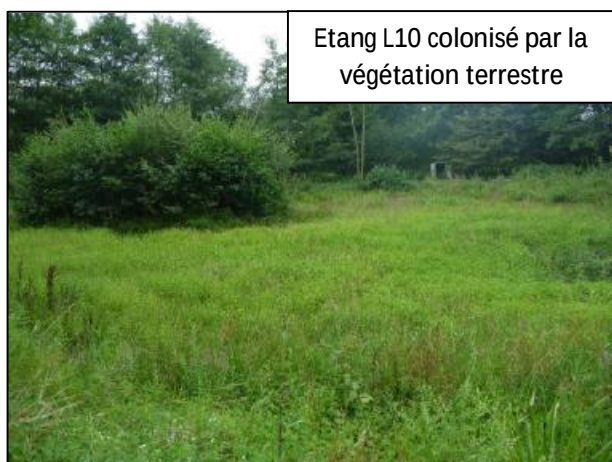
Par exemple pour les étangs G16, L2B, L10, L19 identifiés comme abandonnés, il est proposé de laisser le milieu évoluer en zone humide, comme c'est le cas actuellement, et de retirer les ouvrages attenants à l'étang (prise d'eau, ouvrage de vidange, trop pleins). Le site sera naturellement colonisé par des hélophytes et autres espèces hygrophiles. Il n'y a pas besoin de prévoir de plantations.



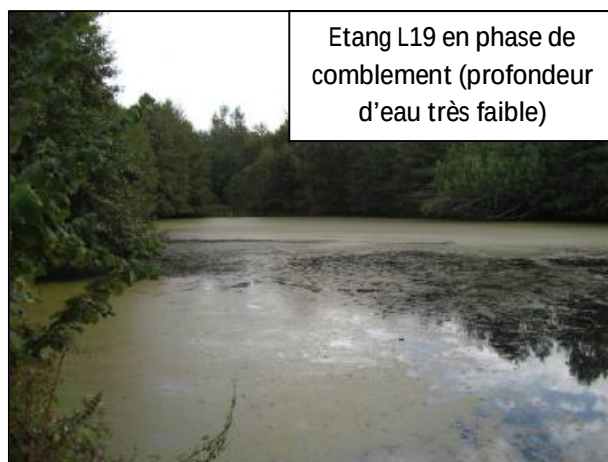
Etang G16 colonisé
par une vaste typhaie



Etang L2B colonisé par
une vaste roselière



Etang L10 colonisé par la
végétation terrestre



Etang L19 en phase de
comblement (profondeur
d'eau très faible)

§ *Estimations financières*

L'évolution de l'étang en zone humide est estimée entre **500 et 1 000 € H.T.** (forfait pour le retrait des ouvrages attenants à l'étang).

Cette estimation ne tient pas compte de l'éventuel achat du terrain au propriétaire.

Fiche L : Solutions contre l'artificialisation et l'érosion des berges des étangs

§ Définition

En géomorphologie, **l'érosion** est le processus de dégradation et de transformation du relief qui est causé par tout agent externe.

L'érosion des berges des étangs, dans le cadre de l'étude, est liée à différents éléments :

- Une pente raide qui limite la végétalisation des berges et les rend plus favorable à l'érosion
- Les galeries créées par les ragondins qui fragilisent les berges provoquant des phénomènes d'érosion et d'effondrement
- Un phénomène de marnage au niveau de l'étang, qui combiné à une pente raide, fragilise les berges

Certains étangs de l'étude présentent un **enrochement** du pied de berge d'une part ou de l'ensemble du périmètre de l'étang. Cet aménagement a été mis en place pour lutter contre les ragondins qui creusent des galeries et limiter l'érosion des berges.

L'enrochement de l'étang, généralement associé à un entretien soutenu (tonte, fauchage), empêche l'installation des hélophytes et donc de l'ensemble des avantages qu'elles présentent pour le milieu aquatique de l'étang et donc indirectement pour la rivière en relation.

Ex : Etang G12, sous bassin du Grumbach



Pour limiter l'érosion des berges des étangs et favoriser le développement de la végétation au niveau des étangs « enrochés » différents aménagements peuvent être mis en œuvre :

Aménagement des étangs enrochés : Il s'agit de placer un géotextile biodégradable en fibre de coco, puis de déposer de la terre végétale et enfin de procéder à un ensemencement. Pour favoriser le développement de la végétation herbacée rivulaire, quelques pieds d'hélophytes peuvent être plantés en complément de l'ensemencement.

Aménagement des étangs en pente douce sans enrochement : de la même manière que précédemment, il s'agit de placer un géotextile biodégradable en fibre de coco, puis de déposer de la terre végétale et enfin de procéder à un ensemencement. Pour favoriser le développement de la

végétation herbacée rivulaire, quelques pieds d'hélophytes peuvent être plantés en complément de l'ensemencement.

Aménagement des étangs en pente raide : il s'agit de remodeler le fond de l'étang de manière à créer une pente douce : **voir Fiche P : Remodelage des berges de l'étang**

Création de fascines d'hélophytes : La fascine d'hélophytes est un ouvrage de protection/végétalisation de pied de berge, réalisée via la confection d'un boudin de géotextile biodégradable lesté de matériaux terreux, végétalisé de mottes de différentes essences d'hélophytes et maintenu au substrat par deux rangées de pieux.

La fascine d'hélophytes est particulièrement adaptée pour la stabilisation du pied de berges d'eaux calmes. Elle est particulièrement bien adaptée face à des contraintes de batillage. Toutefois, sa mise en œuvre nécessite une faible pente avec une hauteur d'eau maximale d'environ 30 cm.

Création de matelas gabions : Les gabions matelas sont principalement utilisés pour la réalisation de protection de berges. Grâce à des revêtements appropriés, ils peuvent être employés même dans le cas d'eaux particulièrement polluées ou agressives. Le gabion matelas sera constitué d'un grillage métallique double torsion de 2,2 à 3,2 mm d'épaisseur, remplis de deux tiers de blocs (type galets de 10 cm) et d'un tiers de terre végétale, puis refermé sur lui-même. En dessous du matelas, un géotextile synthétique permettant de stabiliser le talus et d'empêcher tout drainage, sera mis en place. Un feutre biodégradable sera également installé entre la couche de terre végétale et le dessus du grillage métallique pour retenir les matériaux terreux (dispersion éventuelle par le batillage). L'ensemencement accompagnant l'ouvrage sera réalisé sur la couche de terre végétale, en dessous du feutre biodégradable. Préalablement à l'installation du matelas gabion il sera nécessaire de retaluter la berge.

Remarque : Ce type d'aménagement présente l'avantage d'allier les techniques minérales et végétales. Il est résistant au ragondin et présente un intérêt écologique et paysager du fait du développement de végétaux (dont hélophytes). En revanche, il reste relativement coûteux et sera donc uniquement proposé pour les étangs les plus vastes (plan d'eau de Courtavon : 15 Ha).

Dans le cas du Plan d'Eau de Courtavon, le retalutage de la berge s'accompagnera d'un retrait et déplacement plus en amont des enrochements. Ces derniers serviront alors à diversifier les habitats.

Ragondins et phénomène d'érosion :

Quelques propriétaires ont signalé la **présence de ragondins** qui creusent des galeries ce qui fragilise la berge et favorise le phénomène d'érosion voire d'effondrement de berge.

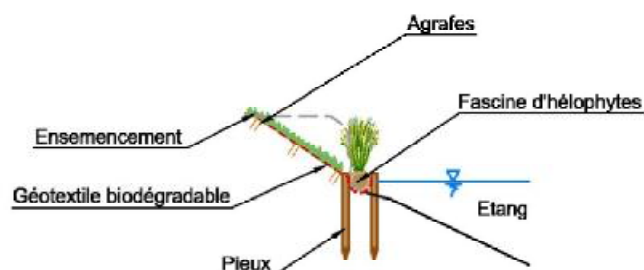
Pour lutter contre cette espèce proliférante, il est proposé de procéder à un **piégeage sélectif réalisé par un piégeur agréé**. L'ONCFS indique que le propriétaire peut faire directement appel à un piégeur du lot de chasse référent des environs.

Il est également possible, d'installer un **grillage métallique anti ragondin** sur la berge (diamètre supérieur à 2 mm, triple torsion, maille 35 mm) de manière à protéger les éventuelles plantations (hélophytes) et limiter les galeries, (voir photographie ci à droite). Le développement végétal s'effectue au dessus du grillage (pas d'impact paysager). Ce type d'aménagement reste toutefois onéreux.

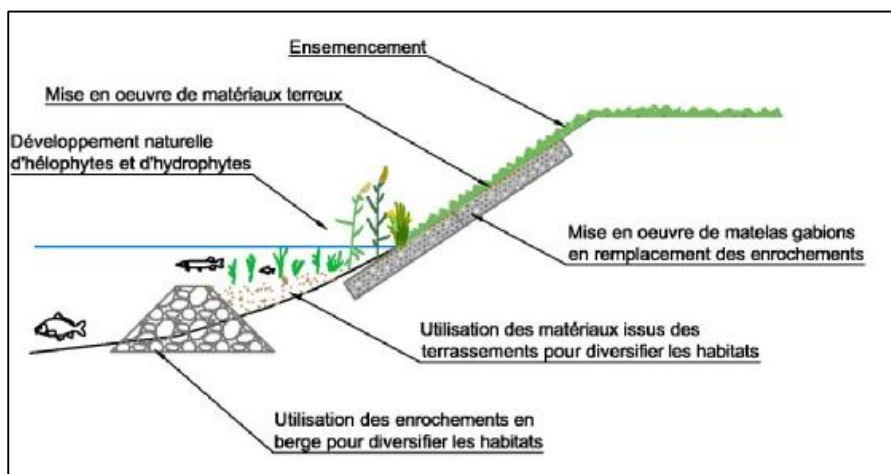


§ Schémas de principe

Coupe type d'une fascine d'hélophytes :



Représentation schématique d'un matelas gabion :



§ Avantages

Favoriser le développement de la végétation des berges par des techniques de génie végétal permettra non seulement de **lutter contre le phénomène d'érosion**, mais également **d'augmenter la productivité piscicole, d'augmenter la biodiversité du site**. En effet, le cordon végétal bordant l'étang abrite une flore et une faune diversifiée (insectes, batraciens, oiseaux, poissons) et constitue des habitats favorables au développement des poissons.

La ceinture végétale possède également d'autres fonctions telles que la **filtration des eaux de ruissellement**. Ainsi, elle **améliore la qualité de l'eau de l'étang (autoépuration des eaux)** et de l'étang dans sa globalité.

§ Inconvénients

La présence d'une ceinture végétale peut gêner le pêcheur (pêche à la ligne). Il est toutefois possible de laisser la végétation se développer tout en conservant des stations pour pêcher. Un développement végétal même local, apportera à l'écosystème un bénéfice écologique. Certains aménagements peuvent être coûteux suivants les linéaires d'érosion observé (cas des banquettes d'hélophytes notamment).

§ Estimations financières

La mise en œuvre de l'un ou l'autre de ces aménagements dépend de chacun des sites concernés. Il en est de même considérant l'estimation financière (fonction de l'accès à l'étang par exemple).

De manière générale :

L'aménagement des étangs enrochés (geotextile biodégradable, terre végétale, ensemencement et plantation de quelques hélophytes) est estimée à entre **18,5 et 37 €. H.T par mètre carré**.

Ainsi, pour un étang enroché sur environ 20 m de longueur et 1 m de largeur, l'aménagement est estimé entre **370 et 740 €. H.T.**

L'aménagement des étangs en pente douce sans enrochement, consiste à réaliser le même type de travaux que pour les étangs enrochés. Ainsi, les estimations sont identiques, (voir ci-dessus).

L'installation de **fascines d'hélophytes** (fourniture et mise en œuvre) est estimée entre **50 et 100 €.H.T. par mètre linéaire**.

Ainsi, pour une érosion de berge de l'ordre de 20 m de longueur, l'aménagement de fascines d'hélophytes est estimé entre **1000 et 2000 €. H.T.**

L'installation de matelas gabion est estimée approximativement entre **150 et 200 €. H.T. par mètre linéaire** (avec une épaisseur d'enrochement initiale de 50 cm, une largeur de berge de 3 m, et un volume de matériaux pour la fabrication du gabion estimé à 1 m³ par mètre linéaire de berge).

La restauration de la berge par la technique des matelas gabions sur environ 20 mètre linéaire peut être estimée entre **3 000 et 4 000 €. H.T.**

Cas du plan d'eau de Courtavon : Pour un linéaire de zone enrochée (digue) d'environ 240 m, le coût peut avoisiner les 36 000 à 48 000 €. H.T.

L'estimation financière du **piégeage sélectif des ragondins** dépend essentiellement des conditions du piégeur. L'ONCFS indique qu'il peut être indemnisé (indemnisation de nuisibles) aux alentours de **2 €.H.T. la queue de ragondin**. Notons que le piégeage requiert une autorisation au niveau des services de la mairie et de la préfecture.

Le **grillage anti ragondin** (fourniture et mise en œuvre) est estimé à environ **67 €. H.T. / m²**. Ainsi, pour un linéaire de 20 m², le coût est estimé à **1 340 €. H.T.**

§ Illustrations

Réalisation de Fascines d'hélophytes en pied de berge

(Photographies : Fabien KAMBER, aménagements réalisés à Saasenheim)



Réalisation de Matelas gabions

à Cas d'un aménagement au fond du lit

(Photographies : Guillaume STINNER, aménagements réalisés à Courcelles sur Le Pré Laius)



Fiche M : Remodelage des berges des étangs

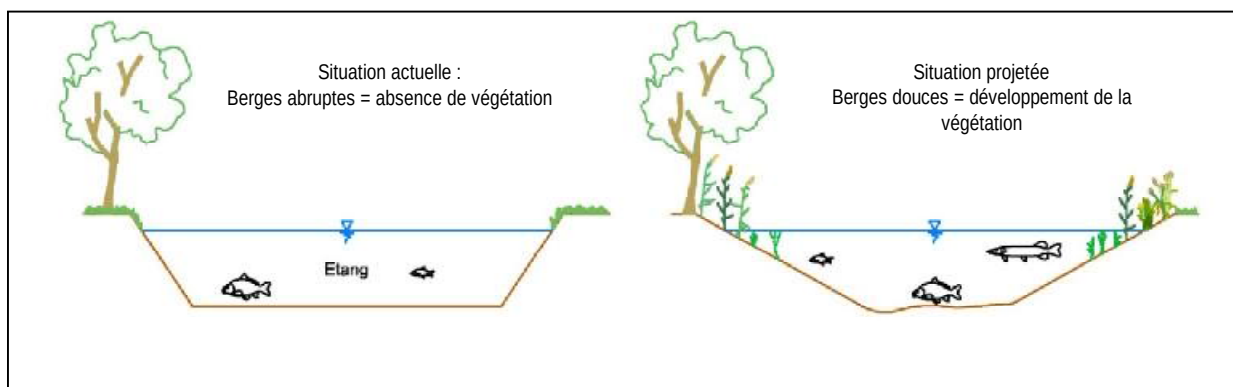
§ Définition

Certains étangs de l'étude présentent une absence de végétation aquatique des berges et un phénomène d'érosion. Ces faits résultent de la forme de la cuvette en pentes raides.

Le remodelage des berges des étangs consiste à modifier la cuvette de manière à rendre les berges initialement en pentes raides vers des berges en pentes douces. Cette action peut être couplée à la diversification des fonds (fond de différentes profondeurs).

§ Schémas de principe

Aménagement d'un étang en pente raide vers un étang en pente douce :



§ Avantages

Aménager les étangs en pente douce permettra :

- De lutter contre le phénomène d'érosion
- De Favoriser le développement de la végétation des berges
- D'augmenter la biodiversité du site
- D'augmenter la productivité piscicole.

Le développement de la ceinture végétale participera également à filtrer les **eaux de ruissellement**. **Cette dernière améliore la qualité de l'eau de l'étang (autoépuration des eaux) et la qualité de l'étang dans sa globalité.**

§ Inconvénients

La présence d'une ceinture végétale peut gêner le pêcheur (pêche à la ligne). Il est toutefois possible de laisser la végétation se développer tout en conservant des stations pour pêcher. Un développement végétal même local, apportera à l'écosystème un bénéfice écologique.

§ Estimations financières

L'aménagement des étangs en pente raide vers des étangs en pente douce (remodelage de l'étang de manière à créer une pente douce, géotextile biodégradable, ensemencement et plantation de quelques hélophytes), est estimé entre **1050 et 1730 €H.T. pour un étang de 100 m²** (largeur 10 m, longueur 10 m, 40 cm de sédiments dans le fond de l'étang).

Fiche N : L'étang une usine biochimique, Le phénomène d'Eutrophisation accélérée, Comment y remédier ?

§ Définition

L'eutrophisation naturelle d'un plan d'eau est défini comme le passage de ce dernier de l'état oligotrophe à mésotrophe puis eutrophe, en s'appuyant sur les incontestables modifications morphologiques et qualitatives qu'entraîne le comblement de la cuvette. L'eutrophisation est donc un processus naturel mais très lent (centaines à milliers d'années).

L'eutrophisation accélérée ou dystrophie est un phénomène qui se développe sur un temps très court de quelques années à quelques dizaines d'années suite à un apport excessif d'éléments nutritifs (azote, phosphore), liée aux activités humaines.

Ce phénomène conduit à un déséquilibre du milieu aquatique avec dégradation de la qualité de l'eau de l'étang. Cela peut engendrer des mortalités piscicoles.

Les principales sources de nutriments sont :

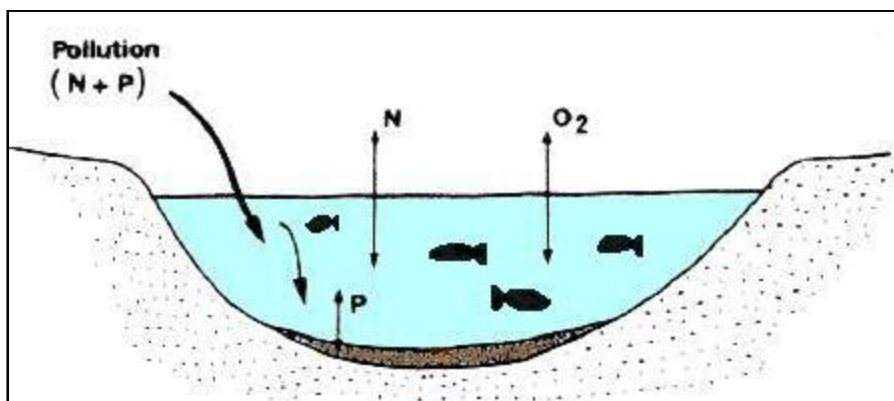
- Engrais domestiques (pour pelouses, plate-bande)
- Engrais agricoles (engrais chimiques, lisiers)
- Eaux usées (domestiques, municipales)
- Détergents, lessives et savons
- Erosion des rives
- Rejets de sites d'enfouissement et rejets industriels
- Dépôts végétaux (dans une moindre mesure)

Les **principales phases de l'eutrophisation** d'un plan d'eau sont les suivantes (RAMADE, 1981) :

- Pollution croissante
- Prolifération des algues
- Décomposition anaérobie
- Dégradation extrême du milieu

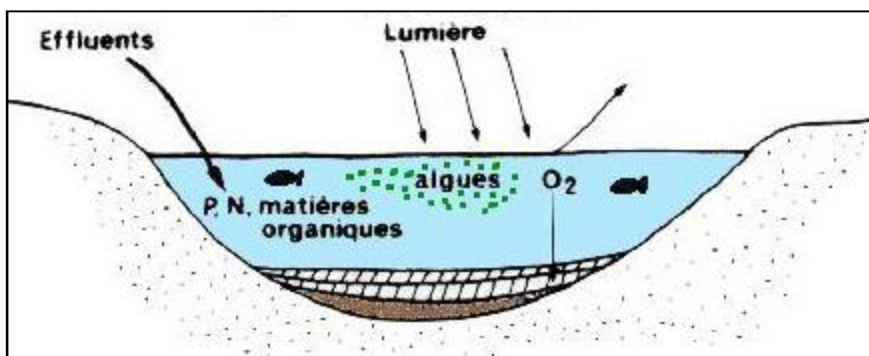
1 – Pollution croissante

Une pollution apporte des nutriments dans l'étang. Au départ, la teneur en oxygène est favorable à la vie aquatique sur toute la colonne d'eau. Le poisson n'est pas affecté.



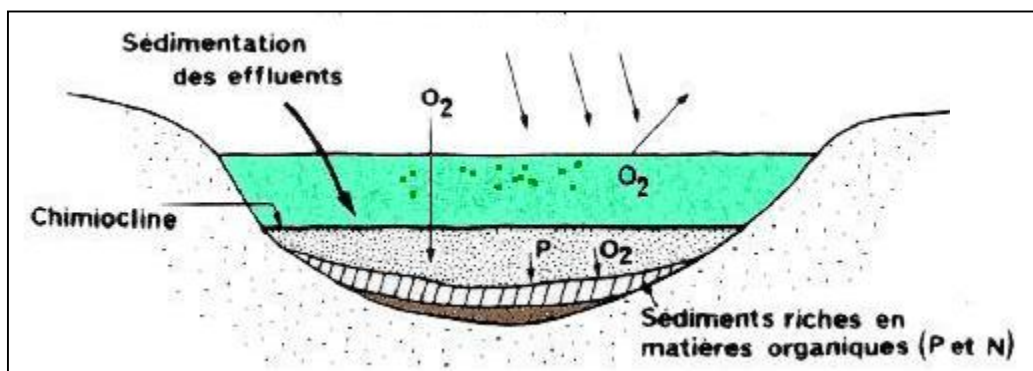
2 – Prolifération des algues

Suite à l'apport d'azote, de phosphore et d'une lumière intense (période estivale), les algues (phytoplancton) se multiplient et l'eau devient de plus en plus turbide. Des sédiments riches en matières organiques s'accumulent au fond de l'étang. La teneur en oxygène dissous augmente dans les eaux de surface (photosynthèse très active liée au fort développement de phytoplancton), et diminuent fortement dans le fond de l'étang. Du point de vue piscicole, le développement du phytoplancton est favorable au développement du zooplancton et donc à certaines espèces piscicoles. En revanche, d'autres espèces (chasseurs à vue comme le brochet) sont défavorisées (eaux turbides). Ainsi, une partie de la faune disparaît au profit d'organismes dits « inférieurs ».



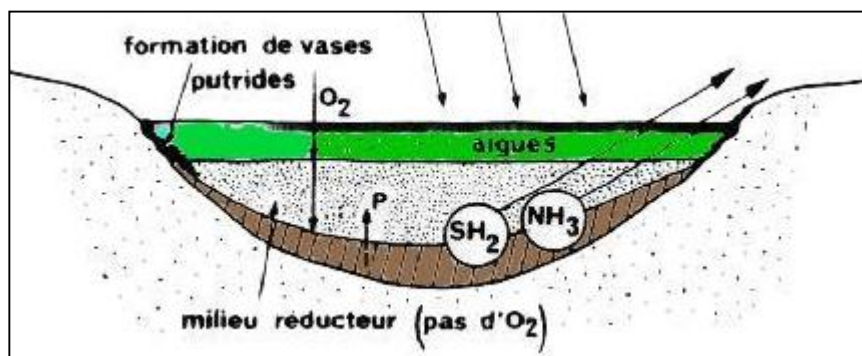
3 – Décomposition anaérobie

Les algues prolifèrent dans l'étang. Des sédiments riches en matières organiques s'accumulent davantage. Des bactéries aérobies se développent pour dégrader cette matière organique excessive et consomment de l'oxygène. La teneur en oxygène s'affaiblit fortement sur l'ensemble de la colonne d'eau. A ce stade, les poissons se rassemblent dans les eaux de surface où la teneur en oxygène est encore suffisante à leur survie. Le manque d'oxygène au fond de l'étang, entraîne un phénomène de décomposition anaérobie.



4 – Dégradation extrême du milieu : stade dystrophe

La teneur en oxygène dans l'étang (ensemble de la colonne) a fortement chuté. Il existe un risque de relargage du phosphore contenu dans les sédiments lorsque la teneur en oxygène dissous est inférieure à 1,5 mg/L ; 2,0 mg/L au fond de l'étang. De ce fait, le rapport Azote/Phosphore diminue et des cyanobactéries (fixatrices d'azote atmosphérique) se développent. Parallèlement, le milieu devenu réducteur (quasi absence d'oxygène) est favorable à la formation d'acide sulfurique et d'ammoniac dans l'étang, ce qui entraîne de fortes mortalités piscicoles. Il existe également un risque sanitaire pour la faune et pour l'Homme (abreuvement, contact avec l'eau) car certaines cyanobactéries émettent des toxines (dermatotoxines, neurotoxines, hépatotoxines).



§ Comment déceler un déséquilibre de l'étang ?

Tout d'abord, il est nécessaire de savoir qu'un étang est généralement eutrophe, c'est-à-dire riche en nutriments (azote et phosphore).

Cela ne présente aucun danger pour la faune piscicole, les espèces adaptées peuvent s'y développer et s'y reproduire.

Le déséquilibre d'un l'étang, souvent lié à un phénomène de dystrophie (eutrophisation accélérée), peut se manifester par :

- Un développement excessif d'herbiers aquatiques (dans les premiers stades)
- Une faible teneur en oxygène dissous et un faible pourcentage de saturation des eaux de l'étang
- Des signes comportementaux des poissons (ils remontent à la surface)
- L'apparition d'efflorescences cyanobactériennes (mousse en surface qui ne colle pas aux doigts lorsque l'on passe la main dans l'efflorescence. Il n'y a pas de filaments).

§ Comment remédier au déséquilibre de l'étang ?

En étang, contrairement aux plans d'eau non vidangeables (type lac), plusieurs solutions existent pour remédier au déséquilibre (phénomène d'eutrophisation).

Les premiers stades d'un phénomène d'eutrophisation peuvent se présenter sous la forme d'une prolifération végétale (hydrophytes), (un fort ensoleillement corrélé à un apport d'éléments nutritifs favorise leur développement). Plusieurs propositions tiendront compte de ce fait.

Les solutions envisageables pour remédier au déséquilibre de l'étang sont les suivantes :

- **Vidanger l'étang en réalisant un assec prolongé** (quelques mois à une année, afin d'assécher les rhizomes et graines de certaines espèces pouvant avoir un caractère proliférant. Ex : Cas du Myriophylle en épis dans l'étang G14A)
- **Diminuer la densité en poissons** peut limiter la faible teneur en oxygène et ainsi diminuer le risque de relargage du phosphore provoquant des effets nuisibles sur la faune (SCHLUMBERGER, O., 2002)
- Lorsque la vidange ne suffit pas, il est possible de **curer les vases et boues de l'étang**. Le curage étant coûteux, cette méthode est conseillée lorsqu'une forte décomposition végétale (ligneux et rhizomes) règne dans l'étang. Notons également que d'après l'article L.214-1 à 6 du Code de l'Environnement « avant curage, des analyses des boues doivent être produites avant dépôts sur les sols. Si l'analyse révèle leur toxicité (hydrocarbures, métaux lourds), la destination des boues de curage doit être précisée et en aucun cas elles ne pourront être mises sur une zone inondable ».

- **Surélever la chaussée de manière à augmenter la hauteur d'eau.** En effet, les plantes aquatiques immergées (hydrophytes) se développent excessivement lorsque la lumière atteint le fond de l'étang et que l'apport en azote et phosphore est important. Augmenter la profondeur, avec une forte turbidité, limite l'installation des hydrophytes qui ne peuvent alors plus s'ancrer dans le sol (pas de lumière au fond)
- **Planter des arbres, arbustes** afin de créer de l'ombre et d'ainsi limiter le développement des hydrophytes
- **Laisser le semis d'hélophytes, d'arbres et d'arbustes (cordon végétal) se développer** de manière à filtrer les eaux de ruissellement (azote, phosphore) avant qu'elles ne rejoignent l'étang
- **Créer une zone humide de filtration de type roselière** permettant de filtrer les eaux (azote, phosphore, rétention de matières en suspension) ce qui participe à diminuer la charge en nutriments dans l'eau de l'étang. La zone humide peut être réalisée, au niveau de l'arrivée d'eau, avant le rejet de trop plein, ou dans l'étang (filtration azote, phosphore et rétention de matières en suspension)

Remarque : Les mécanismes de la photosynthèse (qui est intense dans les premiers stades de l'eutrophisation, avec un développement végétal important), engendrent une augmentation de pH.

Le principal danger de trop grandes valeurs de pH (pH supérieur à 9) vient d'une modification de la forme d'azote ammoniacale vers la forme non ionisée c'est-à-dire ammoniac NH_3 . Cette forme est toxique pour les poissons (BREMONT et VUICHARD, 1973 ; POIREL *et al.*, 1994 ; BELAUD, 1996) notamment pour des valeurs inférieures à 0,02 mg/L (la Truite fario surtout). L'augmentation du pH est aggravée par une augmentation de la température et une faible teneur en oxygène dissous.

Pour rétablir un pH, les solutions envisageables sont les suivantes :

- Diminuer la densité en poissons (SCHLUMBERGER O, 2002)
- (Apport d'amendement calcique)
- Planter des arbres pour créer de l'ombre et diminuer la température de l'eau de l'étang

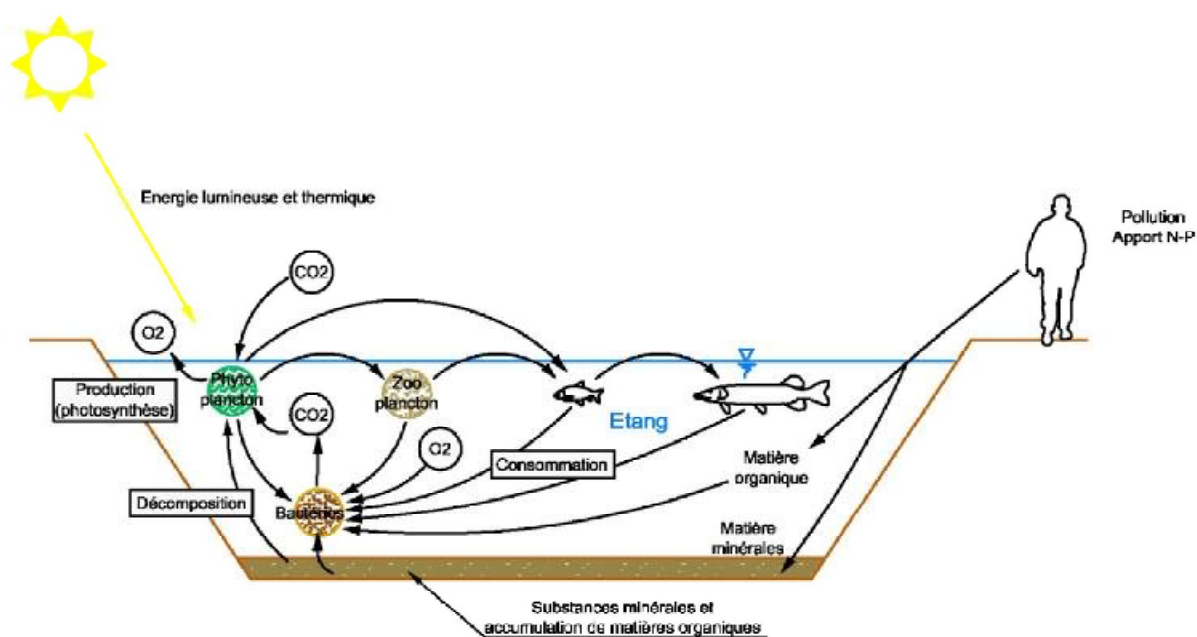
Une bonne gestion de l'étang participe à limiter tout déséquilibre de l'écosystème. Il s'agit donc de vidanger régulièrement tous les 2 à 5 ans l'étang et de laisser un cordon végétal (hélophytes, arbres et arbustes) se développer (entretien raisonné).

Un entretien soutenu des berges de l'étang (coupe rase des hélophytes, absence d'arbres et d'arbustes) peut favoriser l'installation d'espèces invasives et le déséquilibre de l'étang.

§ Schéma de principe d'un réseau trophique : l'étang une usine biochimique

En présence d'un apport important en nutriments, l'ensemble du réseau est modifié :

- La production primaire est exacerbée (forte augmentation de la densité en phytoplancton)
- L'édifice trophique est simplifié : les poissons carnassiers disparaissent au profit des poissons planctonophages, (le fort développement du phytoplancton augmente la turbidité de l'eau ce qui limite le développement des carnassiers qui sont des chasseurs à vue).
- Le processus de décomposition est dominant (bactéries, accumulation de matières organiques).



Fiche O : Espèces invasives

§ Définition

Une **espèce invasive ou espèce envahissante exogène** est une espèce vivante **exotique** qui devient un agent de perturbation nuisible à la biodiversité autochtone des écosystèmes naturels ou semi naturel parmi lesquels elle s'est établie. Les phénomènes d'invasion biologique sont aujourd'hui considérés par l'ONU comme une des grandes causes de régression de la biodiversité.

D'ordre général, sur 1000 espèces introduites sur un territoire donné, 100 parviennent à se développer et 1 devient invasive. Le caractère invasif d'une espèce peut se révéler plusieurs dizaines voire centaines d'années après son installation.

Certaines espèces introduites devenues très invasives ont des impacts considérables sur la biodiversité :

- Concurrence avec les plantes locales pour l'espace
- Production de substances écotoxiques ou inhibitrices qui défavorise le développement d'espèces autochtones
- Elles sont inconsommables par les animaux autochtones,
- Pollution génétique par hybridation ou par épidémie (zoonoses, parasitoses)

§ Quelques espèces invasives susceptibles d'être rencontrées

Plusieurs espèces invasives végétales et animales, sont susceptibles d'être rencontrées au niveau des étangs du bassin versant de la Largue.

Quelques espèces végétales :

- La Renouée du Japon, *Fallopia japonica*, (en bordure d'étang)
- La Balsamine de l'Himalaya, *Impatiens glandulifera*, (en bordure d'étang)
- La Jussie, *Ludwigia grandiflora*, (dans l'étang)
- L'Elodée du Canada, *Elodea canadensis*, (dans l'étang)
- L'Elodée de Nuttall, *Elodea nuttallii* (dans l'étang)
- Le Myriophylle du Brésil, *Myriophyllum aquaticum*, (dans l'étang), attention de ne pas le confondre avec le Myriophylle en épis (espèces autochtone)



La Renouée du Japon
Source : Mairie de Vetheuil



La Balsamine
Source : <http://jeantosti.com/fleurs?balsamine.htm>



La Jussie
Source : isaisons.free.fr/jussie.htm



L'Elodée du Canada
Source : ac-grenoble.fr/jussie.htm



L'Elodée de Nuttall
Source : http://www.ruhr-uni-bochum.de/booa/html/Elodea_nuttallii



Le Myriophylle du Brésil
Source : Eric L HOTE

Quelques espèces animales :

- L'Ecrevisse américaine, *Orconectes limosus*
- L'Ecrevisse signal ou « du pacifique », *Pacifastacus leniusculus*
- L'Ecrevisse rouge de Louisiane, *Procambarus clarkii*
- Le Pseudorasbora, *Pseudorasbora parva*
- Le Poisson chat, *Ictalurus melas*
- La Perche soleil, *Lepomis gibbosus*



L'écrevisse américaine
Source : www.pescofi.com



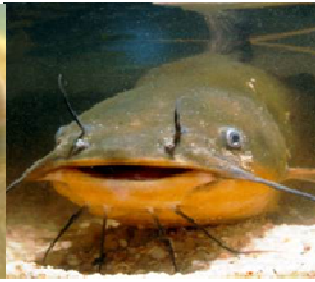
L'écrevisse du Pacifique
Source : Rémi MASSON



L'écrevisse rouge de Louisiane
Source : <http://www.parc-naturel-hrenne.fr/>



Le pseudorasbora
Source : www.ribe-hrvske.com/



Le Poisson chat
Source : www.pescofi.com



La Perche soleil
Source : Massimo Lorenzoni

§ Aspect réglementaire concernant les espèces invasives

D'après la **Loi Barnier** (article L411.3 du Code de l'environnement) : « Afin de ne porter préjudice ni aux milieux naturels ni à la faune et à la flore sauvages, est interdite l'introduction dans le milieu naturel, volontaire, par négligence ou par imprudence :

- Tout spécimen d'une espèce animale à la fois non indigène au territoire d'introduction et non domestique
- Tout spécimen d'une espèce végétale à la fois non indigène au territoire d'introduction et non cultivée
- Tout spécimen de l'une des espèces animales ou végétales désignées par l'autorité administrative.

Dès qu'une infraction est constatée, l'autorité administrative peut procéder ou faire procéder à la destruction des spécimens de l'espèce introduite [...] et le tribunal peut mettre à la charge d'une personne, condamnée pour infraction à ces dispositions sur les introductions, les frais rendus nécessaires par cette destruction.

L'article L.432-10 puni d'une amende de 9 000 euros le fait :

- D'introduire dans les eaux mentionnées par le présent titre des poissons appartenant à des espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques, et dont la liste est fixée par décret (article R. 432-5 du Code de l'Environnement)
- D'introduire sans autorisation dans les eaux mentionnées par le présent titre des poissons qui n'y sont pas représentés (liste : arrêté du 17/12/1985)
- D'introduire dans les eaux de première catégorie, les espèces suivantes : brochet, perche, sandre et black bass (disposition non applicable aux lacs Léman, d'Annecy et du Bourget).

§ Comment lutter contre les espèces invasives ?

A chaque espèce invasive est attribué une propre méthode de lutte, fonction des spécificités et capacités de l'espèce.

Il convient de se rapprocher d'organismes spécialisés (ONEMA, Agence de l'eau, Fédérations de pêche) si une espèce invasive est présente sur un terrain donné, de manière à utiliser la méthode de lutte la plus adéquate possible pour l'éradiquer sans malencontreusement favoriser sa propagation (suivant le mode de reproduction d'espèces végétales par exemple).

Chaque espèce précédemment citée doit faire l'objet d'une élimination systématique.

EXEMPLE : LA RENOUÉE DU JAPON

Généralités : La **Renouée du Japon** ou *Fallopia japonica*, originaire d'Asie orientale, a été introduite comme plante ornementale, fourragère, et fixatrice en Europe (Pays Bas) au milieu du XIXème siècle. Naturalisée en Europe à la fin du XIXème siècle, elle est devenue l'une des principales espèces invasives (colonisation exponentielle à partir du milieu du XXème siècle). Elle est inscrite à la liste de l'Union internationale pour la conservation de la nature des 100 espèces les plus préoccupantes.

Reproduction et dissémination : Espèces généralement stérile en Europe (floraison en septembre, octobre, production de graines viables rare). La dissémination de la Renouée se fait essentiellement par multiplication végétative à partir de fragments de rhizomes et de boutures des tiges.

Milieux de vie : Du fait de son mode de propagation par transport de fragments de rhizomes, la Renouée est fréquente sur des sols remaniés, des milieux dégradés et pauvres en biodiversité. Elle se répand essentiellement sur les terrains travaillés, remblayés ou érodés, le long des axes routiers, des voies ferrées et surtout en bordure de fossés et de cours d'eau. La Renouée affectionne les milieux humides, les sols riches en éléments nutritifs (azote, phosphore) et un bon ensoleillement.

Aire de répartition : Originaire des régions méridionales et océaniques d'Asie orientale, la Renouée est actuellement répandue en Amérique du nord, en Nouvelle Zélande ainsi que sur toute l'Europe occidentale et centrale, (ensemble du territoire français notamment).

Impact sur la biodiversité : Dépouvue de prédateurs locaux et de compétiteurs, la Renouée s'avère très invasive et donc défavorable à la biodiversité : sa progression se fait au détriment de la flore locale mais aussi de la diversité en vertébrés et surtout d'invertébrés. En effet, l'abondance totale des invertébrés chute en moyenne d'environ 40% sur les cours d'eau inventoriés, tandis que le nombre de leurs groupes (taxons) chute lui de 20 à 30%. Ceci expliquerait que comme d'autres plantes invasives, la Renouée fasse reculer les populations d'amphibiens, reptiles, et oiseaux ainsi que de nombreux mammifères des habitats ripicoles, car ces derniers dépendent directement ou indirectement des espèces herbacées autochtones et/ou des invertébrés associés pour leur survie.

Comment lutter contre la Renouée ?

La Renouée du Japon a été observée sur le pourtour de l'étang S17A (voir photo ci-dessous), étang proche du Steingelbach, affluent du Soultzbach. Il s'agit de l'unique station décelée sur le site d'étude.



Au niveau de cet étang, un des objectifs majeurs est d'éradiquer la station de Renouée pour limiter son expansion sur le Steingelbach.

Deux méthodes de lutte contre la Renouée sont possibles et efficaces : la méthode de bâchage et plantations, la méthode couchage et plantations de baliveaux.
Rappelons qu'un simple fauchage, voire même l'utilisation d'herbicides sont inefficaces.

- **La méthode bâchage puis plantations**

Il s'agit de **bâcher les sites contaminés pendant 3 ans** pour affaiblir et étouffer la plante. Des **ligneux locaux** à croissance rapide (Saule, Aulne) sont ensuite plantés (bouturage massif). Ils créeront de l'ombre au sol et prendront la place de la Renouée.
Cette méthode requiert un suivi régulier (toutes les 3 semaines en période de végétation (avril à octobre) pour garantir le succès de l'intervention.

- **La méthode couchage puis plantations de baliveaux**

Il s'agit tout d'abord de **coucher les plants de Renouée** et de les **laisser sécher sur place** (ou de les faucher et de les stocker en tas jusqu'à ce qu'ils soient secs).
Puis des **baliveaux** (arbres et arbustes de l'ordre de 2 m de hauteur) sont plantés pour concurrencer la Renouée par la création d'ombrage qui limite son développement.
Le site devra être régulièrement entretenu avec un couchage des plants (ou fauchage) 2 à 3 fois par an, jusqu'à ce que les plantations aient pris le dessus.
Notons qu'il est également possible d'effectuer du bouturage dense de saules arbustifs à la place des baliveaux. Le suivi devra alors être d'autant plus régulier.

Rappelons que des milieux aquatiques de qualité, avec une végétation de berge dense et variée sont les seuls garants d'une protection efficace contre l'arrivée de la Renouée.

Estimations financières

- **Méthode bâchage puis plantations**

La fourniture et la mise en œuvre nécessaire au bâchage et aux plantations est estimé à **21 €/m²**.

Ce chiffrage ne tient pas compte du suivi de l'état du bâchage et de l'évolution du site, pour lequel il faut compter environ 14 visites par an, avec une fréquence de passage importante en période de végétation (avril à octobre).

Ainsi pour une station de Renouée du Japon de l'ordre de 50 m², le traitement de la tâche est estimé à environ **1 050 €. H.T.**

- **Méthode couchage puis plantations de baliveaux**

Le coût estimé pour la fourniture et la mise en œuvre nécessaire au couchage des plants de Renouée et à la plantation de baliveaux est de l'ordre de **50 €/m²**.

Ainsi, pour une station de Renouée du Japon de l'ordre de 50 m², le traitement de la tâche est estimé à environ **2 500 €. H.T.**

EXEMPLE : LA PERCHE SOLEIL

Généralités : La **Perche soleil**, **Lepomis gibbosus**, originaire d'Amérique du Nord a été introduite en Europe occidentale vers 1880. Elle a une durée de vie de l'ordre de 6 à 9 ans aux Etats Unis (un peu moins en France).

Description : Espèce mesurant 16 cm pour un poids de 110 g en moyenne (maximum observé : 20 cm et 130 g). Elle se caractérise par un dos élevé, un ventre arrondi, une petite bouche oblique et des joues sans écailles. La nageoire dorsale longue est munie de rayons épineux. Ses couleurs très vives la distingue des autres poissons (bleu vert sur le dos et jaune orangé sur les flancs). Les mâles se distinguent par une tache rouge à l'extrémité de l'opercule.

La Perche soleil (source : APPMA Choisy Le Roi) :



Reproduction et dissémination : La ponte se déroule de mai à juin mais peut différer d'une région à l'autre. Le nid, construit par le mâle, se situe en eau peu profonde (15 à 30 cm) dans un endroit protégé par la végétation. La femelle pond entre 1500 et 3000 œufs. Ils éclosent 3 jours après la ponte. Le mâle protège les œufs et les alevins. Un mâle peut se reproduire plusieurs fois dans le même nid dans une même saison avec une ou plusieurs femelles (successivement ou en même temps). Les mâles sont matures sexuellement vers 3 ans voire 2 ans et les femelles un an après.

Milieu de vie : La Perche soleil fréquente les rivières de plaine aux eaux calmes, les eaux stagnantes des étangs et des ballastières. Ce poisson est sédentaire et grégaire.

Aire de répartition : Carte des pays d'Europe où la Perche soleil a été introduite et a établi des populations (d'après COPP et FOX) :



Impact sur la biodiversité : Carnivore, la Perche soleil consomme volontiers les œufs, alevins de poissons, microcrustacés (copépodes, cladocères, ostracodes) macrozoobenthos et mollusques. Elle est responsable de la disparition de certaines espèces de poissons dans les milieux où elle prolifère. Elle est souvent observée dans les zones à brèmes.

Comment lutter contre la Perche soleil ?

La méthode actuelle de lutte contre la Perche soleil consiste à ne pas remettre dans l'eau tout individu prélevé, conformément à la réglementation en vigueur.

Fiche P : Solutions contre l'érosion des berges des cours d'eau à proximité des étangs

§ Définition

En géomorphologie, **l'érosion** est le processus de dégradation et de transformation du relief qui est causé par tout agent externe. Le phénomène d'érosion est indispensable au bon fonctionnement de la rivière lorsqu'il n'est pas aggravé par le piétinement du bétail ou tout autre facteur extérieur à la dynamique du système.

L'érosion des berges des cours d'eau, dans le cadre de l'étude, est essentiellement liée à la dynamique de la rivière.

Elle réside occasionnellement de l'abreuvement de bovins directement dans la rivière (cas de l'étang G9A, voir photo ci-dessous).



Lorsqu'il existe un enjeu important (risque de déstabilisation de la digue de l'étang) ou lorsque l'érosion résulte d'un piétinement bovin, il semble important de mettre en œuvre des aménagements de lutte contre l'érosion des berges des cours d'eau.

Diverses techniques permettent de stabiliser la berge et de favoriser le développement de végétaux. Les techniques les mieux adaptées suite aux observations de terrain sont les suivantes :

Le tressage de saules en pied : Le tressage est une protection de pied de berge réalisée avec des branches de saules vivantes, entrelacées autour de pieux (morts et/ou vivants) battus mécaniquement. Cette protection, de par son effet mécanique, est capable de résister à des sollicitations relativement importantes dès sa mise en œuvre. Le tressage est donc un ouvrage vivant de protection de pied de berge. De ce fait, si sa hauteur est supérieure à 30 - 40 cm ou si son positionnement est trop éloigné du niveau moyen des eaux, les branches qui le constituent connaissent des problèmes de dessèchement et donc de reprise.

La fascine de saules : Le fascinage est une technique de protection de pied de berge réalisée par la mise en place de branches vivantes de saules (fascinés), en alternance avec des matériaux terreux

compactés, entre deux rangées de pieux battus mécaniquement. Une fascine de saules constitue une méthode efficace dès sa mise en place, c'est-à-dire avant même la reprise des végétaux, pour stabiliser le pied de berges ou de sites fortement sollicités hydromécaniquement (fort batillage).

Retalutage et bouturage dense : Une bouture est un segment de branche (diamètre 2 à 4 cm, longueur 80 cm) d'espèce ligneuse ayant une forte capacité de rejets (saules) que l'on plante, dans le cas présent, en groupe (5 à 6 boutures/m²). Les sections mises en terre sont alors appelées, par reproduction végétative, à former un réseau racinaire et de nouvelles branches. De chaque bouture, naît un nouveau buisson/arbuste ou un nouvel arbre en fonction de l'espèce choisie. Les saules, par leur caractère pionnier et leur aptitude à se multiplier végétativement, demeurent les espèces privilégiées des opérations de bouturage.

Notons que ce type d'aménagement nécessite un ensoleillement suffisant. Il sera par conséquent nécessaire sur certains secteurs de procéder à un éclaircissement local de la ripisylve.

La banquette peigne rustique : Une banquette peigne est un ouvrage vivant constitué d'un amas de branches et ramilles enchevêtrées en mélange avec des matériaux gravelo-terreux ; l'ensemble de la structure nécessitant d'être compacté et solidement lié par du fil de fer galvanisé fixés à des pieux de maintien (espacés tous les 50 cm). Une couche de terre végétale est ensuite déposée sur le dessus pour favoriser la reprise de la végétation.

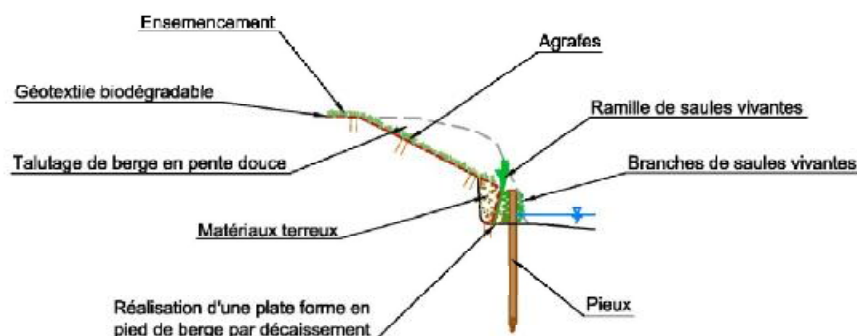
La banquette assure un phénomène de sédimentation et de reprise de la végétation en pied de berge. Elle constitue également des abris et des caches pour la faune aquatique, diversifiant ainsi les habitats du cours d'eau. La reprise végétale est alors soit directe et spontanée par la présence de branches vivantes capables de rejeter (saules) dans l'ouvrage, soit indirecte suite à l'apport par le cours d'eau en crue de semences, éclats de racines ou branches.

L'aménagement des pieux peut être mis en place de manière à donner une certaine sinuosité au cours d'eau.

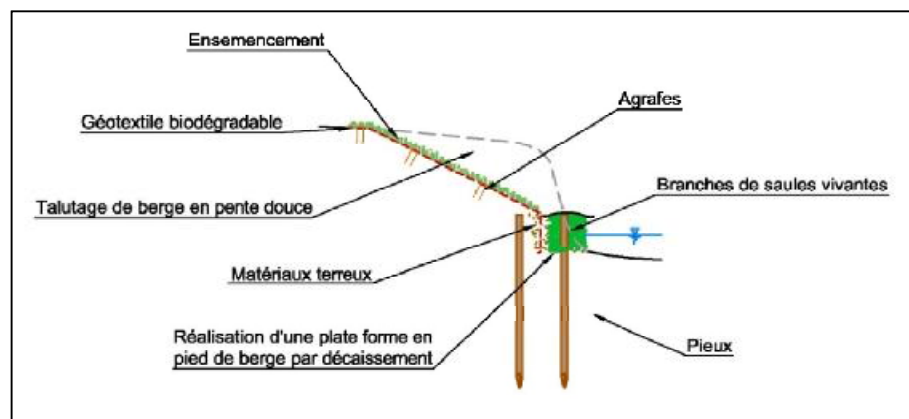
Aménager un abreuvoir : Localement, les bovins s'abreuvent directement dans la rivière, piétinent la berge ce qui crée de l'érosion. Pour lutter contre cette érosion, la solution proposée consiste à aménager un abreuvoir. L'opération consiste à décaisser légèrement la zone actuelle érodée par les bovins, installer un géotextile synthétique et de gros blocs sur 50 cm de profondeur. Il sera ensuite nécessaire de remanier la clôture de manière à restreindre l'accès des bovins au niveau de la zone d'abreuvement empierrée.

§ Schémas de principe

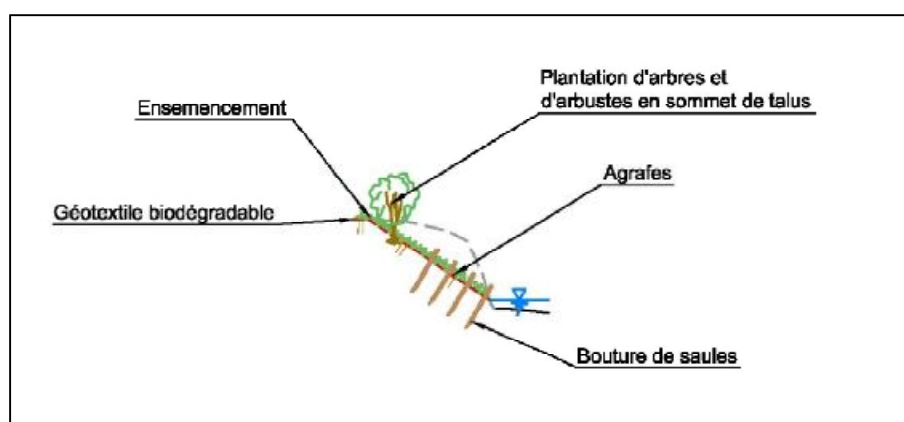
Tressage de saules :



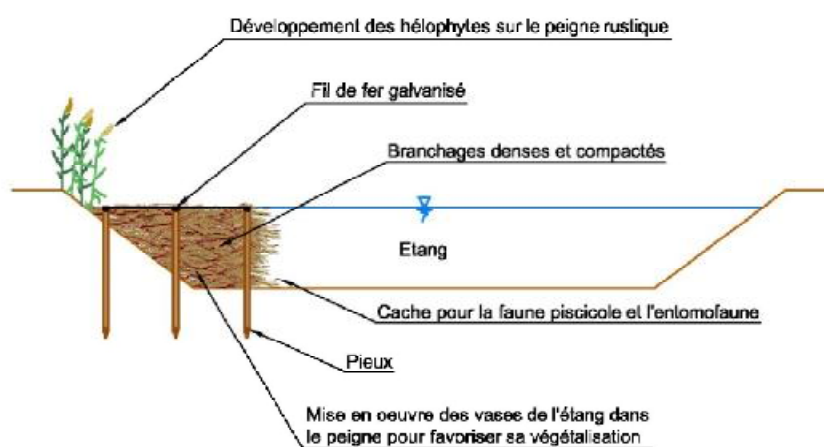
Fascine de saules :



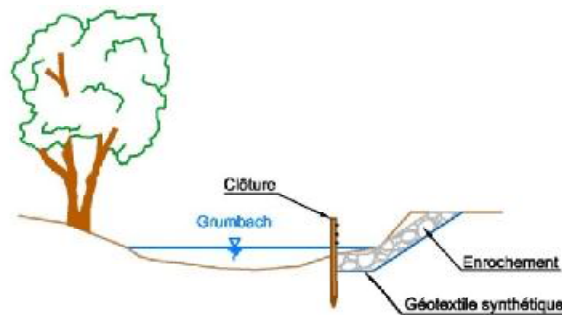
Bouturage dense :



Banquette peigne :



Aménagement d'un abreuvoir :



§ Aspect réglementaire

D'après l'article L215 -14 du Code de l'environnement le riverain possède des droits relatifs à sa propriété mais aussi des devoirs en ce qui concerne l'entretien et l'aménagement des cours d'eau.

Sur les cours d'eau domaniaux, l'Etat, propriétaire du lit, est tenu de faire les travaux nécessaires au seul maintien de la capacité naturelle d'écoulement des eaux. L'entretien des berges et leur protection reste de la compétence du propriétaire riverain.

Sur les cours d'eau non-domaniaux, le riverain est propriétaire jusqu'au milieu du lit du cours d'eau et a obligation d'entretenir les berges et le lit et de s'assurer du libre écoulement des eaux sur les parcelles lui appartenant. La protection des berges est de la responsabilité du propriétaire riverain conformément aux dispositions des règlements et des autorisations émanant de l'Administration de l'Etat.

§ Avantages

Les méthodes de lutte contre l'érosion des berges des cours d'eau à proximité des étangs sont des techniques naturelles qui conservent à la rivière un aspect paysager authentique. Dans certains cas, elles permettent également de diminuer le risque ultime de connexion physique de l'étang avec la rivière (excepté en période de crue).

§ Inconvénients

Dans certains cas, l'utilisation de méthodes de lutte contre l'érosion des berges empêche le cours d'eau de retrouver un aspect sinueux naturel.

L'étude du contexte et des enjeux locaux est donc nécessaire avant de mettre en œuvre ces techniques végétales.

§ Estimations financières

La mise en œuvre de l'un ou l'autre de ces aménagements dépend de chacun des sites concernés. Il en est de même considérant l'estimation (fonction de l'accès à l'étang par exemple). Les coûts énoncés ci-dessous sont donc fournis à simple titre indicatif.

De manière générale :

Le **tressage de saules en pieds** peut être estimé entre **60 et 80 € H.T. par mètre linéaire**.

Ainsi pour une érosion de berge de l'ordre de 20 m de longueur, l'aménagement d'un tressage de saules en pieds en estimée entre **1 200 et 1 600 € H.T.**

La **fascine de saule** est estimée approximativement entre **60 et 80 € H.T. par mètre linéaire**.

Ainsi pour une érosion de berge de l'ordre de 20 m de longueur, l'aménagement de fascines de saule est estimé entre **1 200 et 1 600 € H.T.**

La bouture est estimée entre 1 et 3 €. H.T. Un **bouturage dense** consiste à planter 5 à 6 boutures par mètre carré. Suivant le contexte, le bouturage est accompagné d'un **retalutage des berges** et d'un aménagement de stabilisation du pied de berge type **tressage de saules**. De ce fait, l'ensemble des travaux avec bouturage dense pour 1 mètre linéaire de berge peut être estimé entre **80 et 100 € H.T par mètre linéaire de berge** (avec une estimation pour le volume de terrassement compris entre 0,5 à 1 m³ pour 1 mètre linéaire de berge).

Soit, pour une érosion de berge de l'ordre de 20 m de longueur, l'ensemble des aménagements nécessaire avec un bouturage dense peut être estimée entre **1 600 et 2 000 € H.T.**

La **création d'une banquette peigne rustique** de 20 m de longueur et 2,0 m de largeur est estimée entre **1300 et 1850 € H.T.** suivant les besoins en rémanents végétaux (l'estimation a été réalisée avec un volume compris entre 0,5 à 1 m³ de rémanents pour 1 mètre linéaire de berge).

L'aménagement d'un abreuvoir de 20 m² avec décaissement de la berge au niveau de la zone érodée, installation de géotextile synthétique, de gros blocs ancrés sur 50 cm de profondeur et prolongement de la clôture peut être estimée à un forfait de l'ordre de **1000 à 1500 € H.T** (au niveau de l'étang G9).

§ Illustrations

Réalisation de Tressage de Saules en pied

4 premières photographies : Fabien KAMBER, aménagements réalisés sur la Fave

2 dernières photographies : Christelle SOULAS, aménagements réalisés sur le Montvaux



Réalisation de Bouturage dense

Photographies : Fabien KAMBER, aménagements réalisés sur la Fave



Réalisation de Banquettes peignes

Photographies : Fabien KAMBER, aménagements réalisés sur la CUS



Fiche Q : Régularisation et mise en conformité des prises d'eau

§ Définition

La **prise d'eau** est l'ouvrage qui permet de prélever de l'eau d'un milieu (rivière) pour alimenter l'étang. Elle permet également de renouveler l'eau de l'étang.

Il existe 3 principaux types d'ouvrages de prise d'eau :

- Par tuyau (buse à travers la digue), comme c'est le cas des prises d'eau observées au niveau des étangs de la zone d'étude
- Par gouttière
- Par canal

Le volume d'eau prélevé dans les cours d'eau est toujours supérieur au volume rejeté (trop plein), car il doit compenser les pertes liées à l'évaporation, aux infiltrations et aux fuites. Ainsi, un étang d'1 Ha effectue un prélèvement moyen dans le réseau hydrographique superficiel de l'ordre de 45 m³/j (source : DDT de Haute Saône).

D'après BRETON *et al.*, 2001, le fonctionnement normal d'un étang demande un apport minime d'eau pour maintenir le niveau d'eau estimé entre 0,5 et 3 L/s/ha (somme des eaux de pluie, de ruissellement et prélevées dans une rivière).

Conformément à la réglementation en vigueur, la prise d'eau doit être **munie d'une grille fixe de diamètre inférieur ou égal à 1 cm de diamètre**, empêchant aux poissons de la rivière de remonter jusqu'à l'étang. Dans le cas contraire, le propriétaire de l'étang est contraint de cotiser à la CPMA (Cotisation Pour les Milieux Aquatiques).

§ Aspect réglementaire

Le dispositif de prélèvement doit permettre la **régulation des apports**. Ce dispositif devra également maintenir dans le cours d'eau le débit minimal (débit réservé) permettant le maintien de la vie piscicole, qui ne peut être inférieur au dixième du module du cours d'eau correspondant au débit moyen interannuel en aval immédiat ou au droit de l'ouvrage (article L. 214-18 du Code de l'Environnement).

Les dispositifs d'alimentation des étangs ou des plans d'eau doivent être pourvus de **moyens d'évaluation des débits** conformément à l'article L.214-8 du Code de l'Environnement. Le SAGE Vallée de la Largue précise dans l'article 1.3.4 « imposer la mise en place d'un repère inamovible de débit pour faciliter le contrôle des prélèvements d'eau, y compris sur les étangs existants ».

Sont soumis à autorisation :

- Les prélèvements d'eau supérieurs ou égaux à 1000 m³/h
- Les prélèvements d'eau supérieurs ou égaux à 5% du QMNA5 (débit d'étiage quinquenal) du cours d'eau

Sont soumis à déclaration :

- Les prélèvements d'eau compris entre 400 et 100 m³/h
- Les prélèvements d'eau compris entre 2 et 5% du QMNA5 du cours d'eau

Pour les **étangs en queue de bassin versant**, les valeurs suivantes peuvent être considérées :

D'après l'étude réalisée par TEMCIS (1995), les valeurs du débit mensuel minimal telles qu'elles ne se produisent qu'une année sur cinq (QMNA5) sont :

- Pour le Largitzenbach : QMNA5 = 1,3 L/s/km² avec un bassin de 21 km² soit QMNA5 = 27,3 L/s
- Pour le Soultzbach : QMNA5 = 0,6 L/s/km² avec un bassin de 44 km² soit QMNA5 = 26,4 L/s
- Pour le Grumbach, aucune donnée n'est disponible.

Ainsi, un prélèvement d'eau inférieur à 2% du QMNA5 qui entre dans le cadre d'un régime de déclaration, est estimé à :

- Pour le Largitzenbach : $Q < 0,55$ L/s
- Pour le Soultzbach : $Q < 0,53$ L/s

On peut supposer que le prélèvement d'eau pour le Grumbach est du même ordre de grandeur.

Un prélèvement d'eau inférieur à 2% du QMNA5 respecte largement le débit réservé. En effet, les débits réservés des rivières Largitzenbach, Soultzbach sont respectivement estimées à 2,73 L/s et 2,64 L/s. De la même manière que précédemment, on peut supposer que le débit réservé du Grumbach est du même ordre de grandeur que celui observé pour le Largitzenbach ou le Soultzbach.

Notons toutefois qu'il est nécessaire de réaliser un calcul précis rapportant la situation géographique de l'étang par rapport au bassin versant pour estimer précisément le débit pouvant être prélevé pour chacun des étangs concernés.

L'aménagement de prises d'eau conformes répondant aux exigences de la réglementation en vigueur est fonction de la situation géographique de chacun des sites sur le bassin versant et nécessite une étude approfondie. Cette dernière pourra être réalisée lors de la phase de maîtrise d'œuvre.

De manière générale, il est nécessaire d'inciter les propriétaires des étangs à se rapprocher des services de la Direction Départementale des Territoires du Haut-Rhin afin de régulariser la situation de leurs étangs (attribution d'une fiche signalétique de l'étang).

D'autre part, la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (2006) réforme le classement des cours d'eau. D'après l'article L. 214-17-1 (1° et 2°) du Code de l'Environnement, certains cours d'eau vont être classés en fonction de 2 listes qui répondent aux objectifs suivants :

Liste 1 « pour les cours d'eau inscrits dans la liste 1, tout nouvel ouvrage faisant obstacle à la continuité écologique ne peut être autorisé ou concédé »

Liste 2 « la liste 2 est établie pour les cours d'eau pour lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs (amphihalins ou non).

Ainsi, il sera nécessaire à terme, d'aménager les prises d'eau et seuils attenants afin de rétablir la continuité écologique, conformément à la réglementation qui est entrain d'entrer en vigueur.

§ Les prises d'eau de la zone d'étude : ce qu'il faut savoir

Exigences requises pour une prise d'eau dite « conforme » :

De manière globale, au niveau des rivières Grumbach, Largitzenbach, Soultzbach, et Largue, toute prise d'eau doit répondre aux exigences suivantes :

- Etre **approuvée réglementairement** par les services de la Direction Départementale des Territoires du Haut Rhin (**suppression éventuelle dans le cas contraire**)
- Etre équipée d'une **grille fixe au vide de maille inférieur ou égal à 1 cm de diamètre**
- Etre munie d'un **repère inamovible de débit** pour faciliter le contrôle des prélèvements d'eau
- Le prélèvement maximal souhaitable pour préserver au mieux les rivières et satisfaire aux besoins des étangs doit être approximativement de l'ordre de **0,50 L/s pour les rivières Grumbach, Largitzenbach et Soultzbach** (étang de moins de 1 Ha). Le débit exact (fonction de la situation géographique de l'étang par rapport au bassin versant) pourra être estimé lors de la phase de maîtrise d'œuvre.

La prise d'eau peut également être équipée d'un système de planches permettant de fermer l'entrée d'eau lors d'épisodes pluvieux et d'orages, et d'ainsi limiter l'apport de vases et matières en suspension dans l'étang.

Situation des étangs possédant une prise d'eau dans la zone d'étude :

- Sur le Grumbach

G13A : Parmi les prescriptions relatives à la régularisation d'autorisation de création d'étang du 18/03/1999 « les prélèvements d'eau dans le Grumbach pour alimenter l'étang sont interdits ».

G14B : Présence d'une fiche signalétique ne précisant aucune prise d'eau (pas d'interdiction ni d'autorisation).

G15B : Aucun document ne référence l'étang au niveau des services de la DDT du Haut Rhin (ni fiche signalétique, ni autorisation). L'étang est alimenté via la même buse de prise d'eau que pour l'étang G14B (via un système souterrain).

- Sur le Largitzenbach

L9 : Parmi les prescriptions relatives à l'autorisation de création d'étang du 15/03/1993 « aucun ouvrage de prélèvement d'eau, quel qu'en soit le mode, ne devra être réalisé dans le Largitzenbach ».

L10 : Parmi les prescriptions relatives à la régularisation d'autorisation de création d'étang du 03/07/1993 « autorisation d'un prélèvement d'eau du Largitzenbach durant 4 jours par an ». Notons que l'étang est actuellement en phase de comblement.

- Sur le Soultzbach

S8A : Parmi les prescriptions relatives à la régularisation d'autorisation de création d'étang du 29/03/1972 « établir un partiteur dans le lit du ruisseau afin de limiter le débit prélevé à la moitié du débit total du cours d'eau ».

§ Avantages

L'aménagement des prises d'eau permet :

- De maintenir un débit réservé dans le cours d'eau
- De conserver un transport sédimentaire
- De limiter l'évaporation liée au réchauffement de l'eau (source : AERM, 2008)

§ Inconvénients

Les prises d'eau contribuent à l'assèchement des cours d'eau lorsqu'elles sont nombreuses.
Toute prise d'eau nécessite un entretien régulier notamment de la grille pour éviter tout colmatage.

§ Estimations financières

L'estimation financière d'une prise d'eau conforme pour chacun des étangs concernés **est fonction de chacun des sites.**

Par exemple, **l'adaptation de la prise d'eau de l'étang S8A** est estimée entre **500 à 1000 € H.T.**

Il s'agit ici de redimensionner la prise d'eau bétonnée afin de la rendre conforme à la réglementation actuelle. Une échancrure permettant de placer une planche sera également réalisée (au niveau de la prise d'eau). Cette dernière aura pour fonction de fermer la prise d'eau lors de conditions météorologiques défavorables (orages) et d'ainsi limiter l'apport d'eaux chargées en matières en suspension dans l'étang.

Fiche R : Seuils et restauration de la Continuité écologique

§ Définition

La **continuité écologique** des milieux aquatiques se définit par les possibilités de déplacements des organismes vivants ainsi que par le transport des sédiments. Assurer la continuité écologique des milieux aquatiques est essentielle pour l'atteinte des objectifs de la DCE, (Source, AERM).

La continuité écologique est assurée par :

- Le rétablissement des possibilités de circulation (montaison, dévalaison) des organismes aquatiques (**franchissement piscicole**) à des échelles spatiales compatibles avec leur cycle de développement et de survie durable dans l'écosystème ;
- Le rétablissement du **transport sédimentaire**, nécessaire au maintien ou au recouvrement des conditions d'habitat des communautés correspondant au bon état.

Les étangs en dérivation de l'étude présentent des **seuils** pour faciliter la prise d'eau, qui entravent la libre circulation piscicole ainsi que le transport sédimentaire.

Le rétablissement de la continuité écologique passe par différents moyens :

- **Installation d'aménagements adaptés** permettant de maintenir la prise d'eau (seuils en enrochement avec échancrures)
- **Arasement des seuils** lorsque les prises d'eau ne sont pas réglementées

§ Aspect réglementaire

La notion de **continuité écologique** de la rivière est introduit dans l'annexe V de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, comme un élément de qualité pour la classification de l'état écologique des cours d'eau.

Elle est reprise dans la circulaire DCE 2005/12 relative à la définition du « bon état » et à la constitution des référentiels pour les eaux douces de surface.

Tout obstacle à la continuité écologique est soumis :

- **A autorisation** s'il entraîne une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation
- **A déclaration** s'il entraîne une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation.

§ Avantages

L'arasement de seuils ou l'installation d'aménagements adaptés permet de **rétablir la continuité écologique de la rivière** (franchissement piscicole et transport sédimentaire) et participe à **l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau**.

§ Inconvénients

La présence de tout aménagement même adapté participe au **prélèvement d'eau dans la rivière**. De plus, les prises d'eau contribuent à l'assèchement des cours d'eau lorsqu'elles sont nombreuses.

§ Illustrations, schéma et propositions d'aménagements

Au niveau de la zone d'étude, les étangs présentant un seuil au niveau de la rivière pour faciliter la prise d'eau sont les suivants :

- Sur le Grumbach : G13A
- Sur le Largitzenbach : L9
- Sur le Soultzbach : S8A

Ces 3 ouvrages constituent des obstacles à la continuité écologique.

Seuil sur le Grumbach (étang G13A)



Propositions d'aménagements :

- Création d'une échancrure dans le seuil en enrochement (peut coûteuse et réalisable facilement)
- Arasement du seuil (la prise d'eau n'est pas réglementée : « parmi les prescriptions relatives à la régulation d'autorisation de création d'étang : les prélèvements d'eau dans le Grumbach pour alimenter l'étang sont interdits »).

Seuil sur le Largitzenbach (étang L9)



Propositions d'aménagements :

- Installation d'un seuil en enrochement liaisonné avec échancrure (aménagement coûteux)
 - Arasement du seuil (la prise d'eau n'est pas réglementée : « parmi les prescriptions relatives à l'autorisation de création d'étang : aucun ouvrage de prélèvement d'eau, quel qu'en soit le mode, ne devra être réalisé dans le Largitzenbach »).
- D'autre part le propriétaire signale que la prise d'eau est fermée volontairement. L'étang est préférentiellement alimenté par les eaux de ruissellement et la prise d'eau n'est utilisée qu'occasionnellement

Seuil sur le Soultzbach (étang S8A)



Propositions d'aménagements :

- Installation d'un seuil en enrochement liaisonné avec échancrure
- La prise d'eau est réglementée : « parmi les prescriptions relatives à la régularisation d'autorisation de création d'étang : établir un partiteur dans le lit du ruisseau afin de limiter le débit prélevé à la moitié du débit total du cours d'eau ».
- Bien que réglementée, la prise d'eau nécessite d'être aménagée de manière à devenir conforme avec la législation actuelle.

Création d'un seuil en enrochement liaisonné avec échancrure

L'aménagement consiste à :

- Démanteler le système de vannage avec prise d'eau actuel (cas de l'étang S8A)
- Installer un à plusieurs seuils en enrochement avec échancrure (fractionnement éventuel de la chute initiale suivant son importance)

Le seuil en enrochements liaisonnés avec échancrure permet de restaurer le franchissement piscicole y compris pour l'anguille.

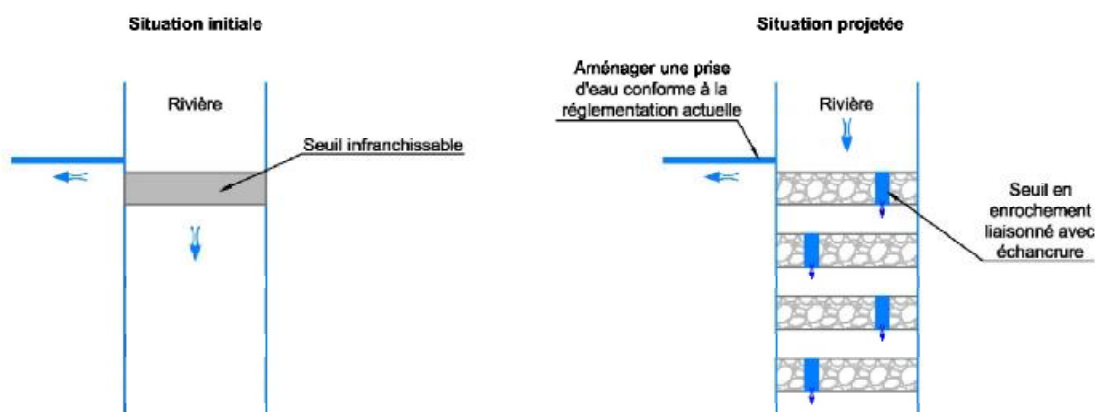
Considérant les faibles débits du Grumbach, du Largitzenbach et du Soultzbach, notamment en période estivale, il est préférable de prévoir un seuil en enrochement liaisonné (et non libre). En effet, le seuil en enrochement liaisonné présente l'avantage de limiter les infiltrations d'eau à travers les blocs ce qui est, dans le cas présent, nécessaire pour garantir le franchissement piscicole.

Ex : Seuil en enrochement liaisonné réalisé sur la Seine dans la traversée de Châtillon-sur-Seine (Maître d'Ouvrage : Syndicat Intercommunal Hydraulique de la Haute Seine, mission SINBIO)



Par exemple, pour l'étang S8A, l'aménagement du seuil existant pourrait nécessiter l'installation de 4 petits seuils en enrochement avec échancrure de manière à assurer le franchissement (voir schéma de principe ci-dessous) :

Situation initiale et situation projetée pour l'aménagement du seuil de l'étang S8A :



§ Estimations financières

L'arasement d'un seuil est estimé entre 0 et 500 €. H.T. (considérant la dimension des seuils observés dans le cadre de l'étude).

L'estimation financière pour l'installation d'un seuil en enrochement liaisonné avec échancrure est fonction de chacun des sites potentiels.

Cela nécessite une étude spécifique qui pourrait avoir lieu lors de la phase de maîtrise d'œuvre.

Globalement, pour l'aménagement du seuil de l'étang S8A, le coût peut être estimé à environ **8 700 €. H.T.** avec l'installation de 4 petits seuils en enrochement liaisonné avec échancrure de manière à fractionner la chute initiale et favoriser le franchissement piscicole.

Fiche S : Etangs en barrage (au fil de l'eau) et Restauration de la Continuité écologique

§ Définition

La **continuité écologique** des milieux aquatiques se définit par les possibilités de déplacements des organismes vivants ainsi que par le transport des sédiments. Assurer la continuité écologique des milieux aquatiques est essentielle pour l'atteinte des objectifs de la DCE, (Source, AERM).

La continuité écologique est assurée par :

- Le rétablissement des possibilités de circulation (montaison, dévalaison) des organismes aquatiques (**franchissement piscicole**) à des échelles spatiales compatibles avec leur cycle de développement et de survie durable dans l'écosystème ;
- Le rétablissement du **transport sédimentaire**, nécessaire au maintien ou au recouvrement des conditions d'habitat des communautés correspondant au bon état.

Les étangs dits « **en barrage ou au fil de l'eau** » se situent sur le tracé de la rivière. Le temps de séjour de l'eau est donc relativement court (cela dépend également de la surface de l'étang) et l'eau est renouvelée en permanence. L'impact sur la qualité de l'eau est important et il y a **gène à la libre circulation piscicole**. En effet, les grilles mises en place pour ne pas libérer d'espèces non indigènes et exotiques dans la rivière, entravent également la libre circulation des poissons d'amont en aval.

Dans le cadre de l'étude, les étangs dits « en barrage, au fil de l'eau » sont les suivants :

L1 sur le Largitzenbach

S1 sur un affluent du Soultzbach

Afin de rétablir la continuité écologique de la rivière, deux solutions peuvent être proposées :

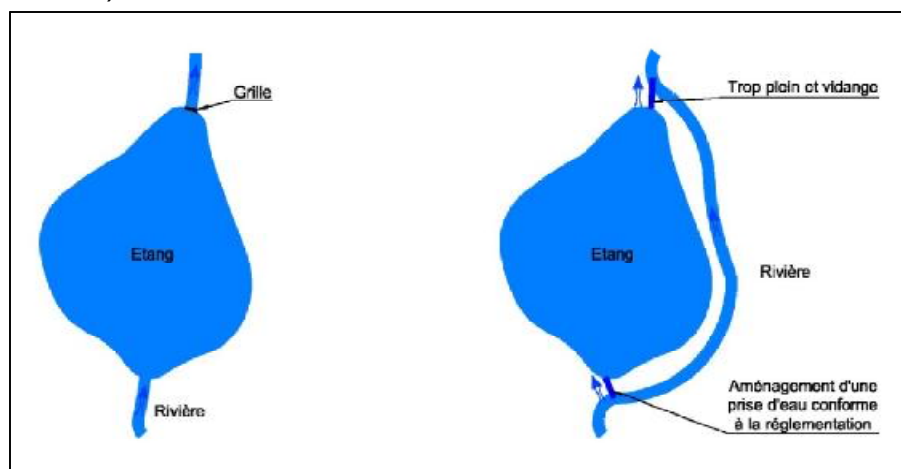
- **Placer l'étang initialement en barrage, en dérivation** par la reconstitution du cours d'eau en parallèle de l'étang
- **Créer un merlon dans l'étang**

Les **étangs dits « en dérivation »** se situent en parallèle de la rivière. Une prise d'eau dans la rivière alimente l'étang en eau et le trop plein de ce dernier se rejette à la rivière. L'eau est quasiment en permanence renouvelée (excepté à l'étiage, lorsque la prise d'eau est au dessus du niveau d'eau de la rivière). En revanche, le temps de séjour est souvent plus long que pour des étangs dits en barrage (cela dépend également de la taille du plan d'eau).

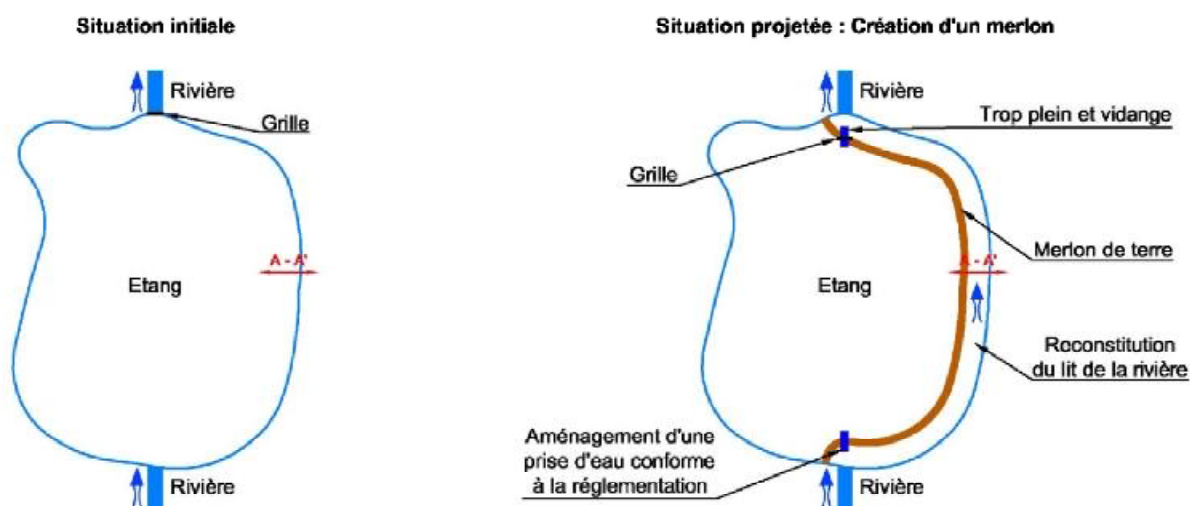
L'opération consiste à créer un merlon (voir schéma de principe en page suivante) dans l'étang de manière à reconstituer le lit de la rivière et ainsi restaurer la continuité écologique. La prise d'eau et le rejet doivent être aménagés de manière à respecter la réglementation (débit de prélèvement par exemple).

§ Schémas de principe

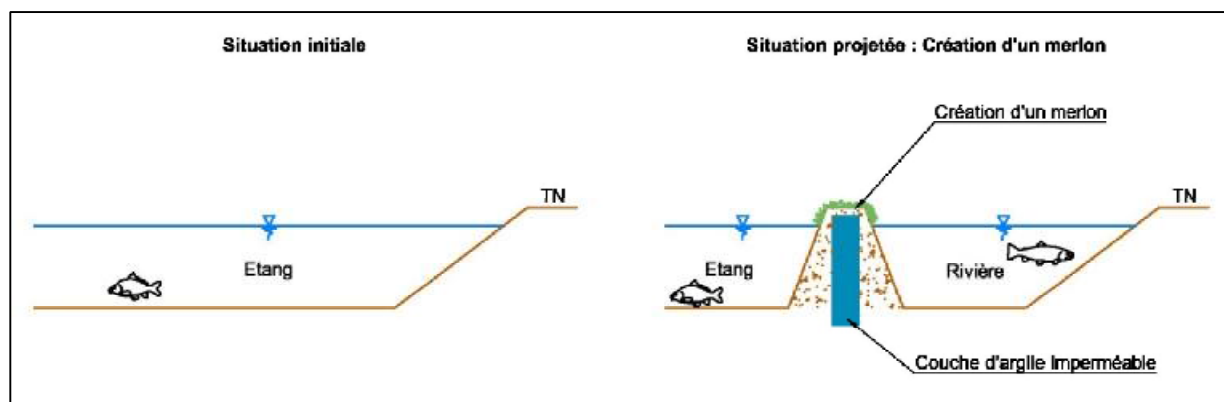
Du barrage (fil de l'eau) à la dérivation :



Création d'un merlon dans l'étang :



Vue transversale d'un merlon dans l'étang (coupe A-A') :



§ Aspect réglementaire

La notion de continuité écologique de la rivière est introduit dans l'annexe V de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, comme un élément de qualité pour la classification de l'état écologique des cours d'eau.

Elle est reprise dans la circulaire DCE 2005/12 relative à la définition du « bon état » et à la constitution des référentiels pour les eaux douces de surface.

Conformément à l'article 8 de l'arrêté du 27 août 1999, « les ouvrages ou installations doivent être régulièrement entretenus de manière à garantir le bon fonctionnement des dispositifs destinés à la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques ».

Ainsi, si un étang au fil de l'eau est aménagé de manière à devenir en dérivation, les ouvrages devront être entretenus, conformément à la réglementation.

D'autre part, la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (2006) réforme le classement des cours d'eau. D'après l'article L. 214-17-1 (1° et 2°) du Code de l'Environnement, certains cours d'eau vont être classés en fonction de 2 listes qui répondent aux objectifs suivants :

Liste 1 « pour les cours d'eau inscrits dans la liste 1, tout nouvel ouvrage faisant obstacle à la continuité écologique ne peut être autorisé ou concédé »

Liste 2 « la liste 2 est établie pour les cours d'eau pour lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs (amphihalins ou non).

Ainsi, il sera nécessaire à terme, d'aménager les étangs en barrage afin de rétablir la continuité écologique, conformément à la réglementation qui est entrain d'entrer en vigueur.

§ Avantages

Aménager un étang « en barrage » soit en le plaçant en dérivation soit en créant un merlon permet de restaurer une certaine **continuité écologique** et de participer à **l'atteinte du bon état écologique** des masses d'eau

L'avantage du merlon réside dans le fait qu'il ne **nécessite pas d'emprise foncière supplémentaire**, puisqu'il est crée dans l'étang.

En outre, la restauration de la libre continuité écologique permet :

- De **lutter contre l'augmentation de la température** de l'eau de la rivière à l'aval du rejet de trop plein
- De **restaurer des habitats d'eaux courantes** (lotiques)

§ Inconvénients

Aménager un étang « en barrage » soit en le plaçant en dérivation soit en créant un merlon consiste à réaliser des **travaux importants et onéreux**. Dans les deux propositions, il est nécessaire de reconstituer le lit de la rivière.

D'autre part, un prélèvement d'eau est conservé dans le but d'alimenter l'étang. Hors les prises d'eau contribuent à l'assèchement des cours d'eau lorsqu'elles sont nombreuses.

§ *Estimations financières*

La réalisation de tels aménagements est spécifique à chacun des sites potentiels (L1 et S1). L'estimation financière nécessite d'effectuer des études complémentaires spécifiques que ce soit pour la création d'un merlon ou pour placer un étang en dérivation.

Pourquoi l'étang présente un fort développement en hydrophytes (végétaux aquatiques) et comment y remédier ?

Une forte densité en hydrophytes s'observe lorsque l'eau de l'étang présente une concentration en azote et phosphore importante corrélée à un fort ensoleillement. Il s'agit d'un prémice du phénomène d'eutrophisation accélérée (cf. fiche Q).

Pour limiter l'envahissement de l'étang par l'hydrophyte, il est nécessaire de procéder à une vidange avec assec prolongé (gèle des graines). Un curage des boues peut éventuellement avoir lieu. Des arbres (création d'ombre) et héliophytes (filtration des eaux de ruissellement potentiellement chargées en azote et phosphore) contribuent également à limiter ce phénomène. Il est également possible d'augmenter la profondeur de l'étang de manière à ce que la lumière ne pénètre pas au fond de la cuvette, empêchant les hydrophytes de se développer.

Pourquoi ne pas utiliser d'algicide lors d'un envahissement par des hydrophytes et/ou des algues ?

Les algicides sont en général constitués de sulfates de cuivre. Il s'agit d'un produit toxique, nocif en cas d'ingestion, irritant pour les yeux et la peau, très toxique pour les organismes aquatiques (il s'accumule dans les viscères des poissons).

D'autre part, il n'est pas biodégradable et s'accumule dans les sols, boues, notamment en pied de pente. Le curage des boues d'un étang nécessite une analyse en métaux lourds avant dépôt sur les sols. L'utilisation d'algicide aura pour effet de charger les boues de l'étang en cuivre. Dans ce cas, il sera interdit d'épandre les boues sur une zone inondable, ces dernières devront être évacuées (surcoût). D'autre part, le sulfate de cuivre utilisé dans l'étang se répandra dans la rivière en relation, provoquant des effets néfastes sur la vie aquatique.

Pourquoi ne pas utiliser de fertilisants/engrais en bordure d'étang ?

Les engrais (riches en azote et phosphore) utilisés en bordure d'étang, contribuent au phénomène d'eutrophisation accélérée et au développement (envahissement) d'hydrophytes dans l'étang. Les eaux de ruissellement qui gagnent l'étang se chargent au cours de leur parcours en azote et phosphore. Une ceinture d'héliophytes en bordure d'étang limite ce phénomène en filtrant les eaux de ruissellement.

Pourquoi ne pas enlever les herbiers présents dans l'étang ?

Tant qu'ils n'envahissent pas l'ensemble de l'étang, les herbiers constituent des habitats propices à la vie piscicole (zones de cache, de reproduction, de ponte) et favorisent la productivité piscicole. Ils augmentent également la biodiversité du site (insectes, batraciens, oiseaux). Ils participent à la filtration des eaux de l'étang (azote, phosphore) et retiennent une part des matières en suspension qui sédimentent. Ils font partie intégrante de l'écosystème étang.

Pourquoi ne pas enrocher l'ensemble des berges de l'étang ?

L'enrochement de l'ensemble d'un étang limite le développement des héliophytes et des bénéfiques qu'elles apportent à l'écosystème étang. Elles ne parviennent pas à s'ancrer dans le sol.

Est-ce que les fleurs d'eau observées sur l'étang sont d'origine cyanobactériennes ?

Les cyanobactéries forment des efflorescences le plus souvent non filamenteuses. Il est probable d'être en présence de cyanobactéries si, lorsque l'on passe la main dans l'efflorescence, des petits morceaux (non filamenteux) restent collés aux doigts. Notons que ce test reste très approximatif. Le meilleur moyen consiste à analyser l'efflorescence au microscope, afin d'en déterminer les espèces.

Certaines cyanobactéries pouvant produire des toxines, il est fortement conseillé de se laver les mains à l'eau chaude et au savon après le test.

Qu'est ce qu'une eau dure ? Comment savoir si l'eau de l'étang est dure ?

Une eau dure est une eau qui contient beaucoup de sels dissous (ions calcium, ions magnésium). Cela résulte le plus souvent de la nature du sol. En effet, l'eau, dans son parcours naturel, traverse différents types de sols de nature géologique variée, et se charge alors en sels minéraux et oligo-éléments. Une eau dure ne présente aucun danger sanitaire.

Pour savoir si une eau est dure, un test simple consiste à faire mousser un savon. Plus l'eau est dure, plus le savon aura du mal à mousser.

Que sont les hélophytes et quelles espèces peuvent être plantées en bordure d'étang ?

Les hélophytes sont des plantes aquatiques possédant un système racinaire immergé et des tiges, feuilles et fleurs émergées (partie aérienne). De tels végétaux prospèrent dans les zones humides.

Quelques essences d'hélophytes pouvant être observées et plantées en bordure d'étang :

Laîche des marais : *Carex acutiformis*

Laîche paniculée : *Carex paniculata*

Laîche faux-souchet : *Carex pseudocyperus*

Laîche des rives : *Carex riparia*

Epilobe hérissée : *Epilobium hirsutum*

Grande glycérie : *Glyceria maxima*

Iris des marais : *Iris Pseudacorus*

Lycpe d'europe : *Lycopus europaeus*

Lysimaque commune : *Lysimachia vulgaris*

Salicaire : *Lythrum salicaria*

Baldingère faux-roseau : *Phalaris arundinacea*

Comment savoir s'il existe une fuite au niveau de l'étang ? Comment y remédier ?

Il est important de contrôler régulièrement la digue et le fond pour limiter les fuites et infiltrations car les intempéries peuvent dégrader les sommets et les côtés d'un étang.

Pour repérer une fuite, bien que cela soit délicat, il est conseillé de baisser progressivement le niveau d'eau de l'étang (lors d'une vidange) jusqu'à ce que la fuite s'arrête puis de chercher l'infiltration à cette hauteur.

En cas de fuite, cette dernière peut être comblée par l'utilisation de bentonite (argile à fort pouvoir gonflant), qui peut être mélangée à un peu de terre fine.

Des travaux plus conséquents doivent être entrepris en cas d'échec.

Glossaire

Algue macrophyte : Algue observable à l'œil nu.

Bactérie aérobie : Se dit des bactéries qui ont besoin de la présence d'oxygène pour vivre.

Bentonite : Argile gonflante également nommée Terrétanche, Nette de Bentomat. Cet argile gonfle au contact de l'eau de l'ordre de 15 à 20 fois son volume sec. Elle possède également un fort pouvoir collant.

Climax : En écologie, le climax correspond au stade ultime que peut atteindre un milieu, (état d'équilibre entre les facteurs édaphiques (facteurs liés au sol) et climatiques du milieu).

Conductivité : La conductivité ou les matières solides dissoutes totales (TDS=Total dissolved solids) est définie comme la quantité de matières dissoutes dans l'eau, et dépend principalement de la solubilité des sédiments qui sont en contact avec l'eau.

Cyanobactérie : Les cyanobactéries aussi appelées cyanophycées ou algues bleues, sont une sous-classe de bactéries (procaryotes). Elles réalisent la photosynthèse et peuvent donc transformer l'énergie lumineuse en énergie chimique. Elles sont capables de transformer l'azote atmosphérique en ammonium ou en nitrates assimilables par les plantes. Certaines cyanobactéries émettent des endotoxines potentiellement dangereuses pour l'Homme et les animaux.

Dermatotoxine : Toxine agissant sur le derme (peau).

Disque de Secchi : Dispositif permettant de mesurer la transparence d'une étendue d'eau. Il consiste en un disque d'une vingtaine de centimètres, noir et blanc. Le disque est fixé au bout d'une corde et lesté, qu'on laisse descendre jusqu'à disparition puis on note la longueur de la corde.

Espèce invasive : Espèce vivante exotique qui devient un agent de perturbation nuisible à la biodiversité autochtone des écosystèmes naturels ou semi naturels parmi lesquels elle s'est établie. Les phénomènes d'invasion biologique sont aujourd'hui considérés par l'ONU comme une des grandes causes de régression de la biodiversité.

Epilimnion : Couche supérieure d'une masse d'eau stable, en contact avec l'atmosphère et empruntant les caractéristiques thermiques.

Etang : Un étang est une étendue d'eau stagnante, peu profonde, de surface relativement petite (jusqu'à quelques dizaines d'hectares), résultant de l'imperméabilité du sol.

Eutrophisation : Détérioration d'un écosystème aquatique par la prolifération de certains végétaux, en particulier des algues planctoniques. La cause peut être d'origine anthropique via le rejet de nitrates (engrais azotés par exemple), de phosphates (lessives par exemples) et de matières organiques. Les conséquences sont variables et nombreuses : prolifération des algues planctoniques et de certains types de zooplancton, modification des caractéristiques physiques et chimiques de l'eau, disparition ou forte réduction du nombre d'animaux et de certains végétaux, réduction de la teneur en oxygène.

Hélophyte : Une plante est hélophyte lorsqu'elle est enracinée sous l'eau et que les tiges, feuilles et fleurs sont aériennes. De tels végétaux prospèrent dans les zones humides.

Hydrophyte : Plante vivant dans l'eau, entièrement immergée.

Hépatotoxines : Toxines destructrices de cellules hépatiques (foie).

Lit filtrant : Système composé de planches, de grilles, et de graviers permettant de filtrer l'eau en sortie d'étang et d'éviter la fuite des poissons.

Macrophyte aquatique : Plante aquatique observable à l'œil nu

Matières en Suspension : Particules fines en suspension dans l'eau, soit d'origine naturelle, en liaison avec les précipitations, soit produites par les rejets urbains et industriels. Leur effet néfaste est mécanique, par formation de sédiments et d'un écran empêchant la bonne pénétration de la lumière d'une part (réduction de la photosynthèse), ainsi que par colmatage des branchies des poissons d'autre part. Leur effet est par ailleurs chimique par constitution d'une réserve de pollution potentielle dans les sédiments.

Matière Organique : Matière carbonée produite en général par des êtres vivants, végétaux, animaux ou micro-organismes. Il s'agit par exemple des glucides, protides et lipides. A la différence de la matière minérale, la matière organique est souvent biodégradable.

Moine : Ouvrage permettant d'évacuer les eaux de fond qui sont plus froides et de réguler facilement les niveaux. Toutes les eaux de rejet doivent passer par le moine.

Neurotoxine : Cellule agissant sur le système nerveux, spécifiquement sur les tissus nerveux.

Nyctémère : Espace de temps d'un jour et d'une nuit correspondant à un cycle biologique.

Oxygène dissous : La teneur en oxygène moléculaire dissous est un paramètre important qui gouverne la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques.

Photosynthèse : Processus biochimique qui permet aux plantes, aux algues et à certains micro organismes grâce à l'énergie apportée par les rayonnements du soleil de transformer l'eau et le dioxyde de carbone en matière organique (hydrates de carbone). La réaction est une oxydation du dioxyde de carbone par l'eau.

Phragmite : Variété de roseau.

Pourcentage de saturation en oxygène : Exprime le rapport entre la teneur effectivement présente dans l'eau analysée et la teneur théorique correspondant à la solubilité maximum, dans les conditions de pression, de température et de salinité d'analyse.

Phytoplancton : Partie du plancton composée d'organismes photosynthétiques (partie végétale du plancton). Le phytoplancton est constitué de végétaux minuscules en suspension dans l'eau.

QMNA5 : Le QMNA 5 ans est la valeur du débit mensuel minimal telle qu'elle ne se produit qu'une année sur 5, soit vingt années par siècle.

Sa définition exacte est « débit mensuel minimal ayant la probabilité 1/5 de ne pas être dépassé une année donnée ».

Roselière : Zone humide (marécage) où poussent des roseaux.

Séléniteuse : Eau dure, chargée en sulfates de calcium.

Système by-pass : système de contournement

Transport solide : Notion de déplacement de matériaux emportés par les eaux d'une rivière, se trouvant en suspension ou de en saltation, ou bien étant charriés.

Turbidité : La turbidité désigne la teneur d'un liquide en matières qui le troublent. Dans un cours d'eau elle est généralement causée par des particules colloïdales qui absorbent, diffusent et/ou réfléchissent la lumière. Dans les eaux eutrophes, il peut aussi s'agit de bactéries et de micro-algues.

Sigles

AERM : Agence de l'Eau Rhin Meuse

Cond : Conductivité

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

MES : Matières En Suspension

MO : Matière Organique

N : Azote

NH₄⁺ : Azote ammoniacal

O₂ : Oxygène dissous

P : Phosphore

PO₄³⁻ : Phosphates

% Sat : Pourcentage de Saturation en Oxygène

SEQ Eau : Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau

T°: Température

Bibliographie

DOCOB Document d'Objectifs « Vallée de la Largue », (2010)

SAGE « Vallée de la Largue », (1999)

« Impacts des étangs à gestion piscicole sur l'environnement – Etude de synthèse bibliographique » (TRINTIGNAC et KERLEO, 2004)

<http://observatoire-eau.vendee.fr/datas/documents/136/%C3%A9tangs%20piscicoles%20impacts.pdf>

« Guide de bonnes pratiques pour la gestion piscicole des étangs dans les Pays de la Loire », (Syndicat Mixte pour le Développement de l'Aquaculture et de la Pêche des Pays de la Loire, 2005/2007)

<http://smidap.pagesperso-orange.fr/>

« Comment comprendre et gérer son étang : Petit guide à l'usage du citoyen, du propriétaire et du gestionnaire » (Hoyoux, Contrat rivière)

http://www.simm48.be/CRH/img_perso/GuideEtang.pdf

Zones Humides Infos Publication trimestrielle du groupe d'experts "zones humides" réunis par le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement ; Edition société nationale de protection de la nature ; ISSN 1165 - 452X.

« Impact des étangs sur les têtes de bassin »

<http://www.image.eaufrance.fr/poisson/cours/p-ce-d2.htm>

« La suppression ou la dérivation d'étangs sur cours d'eau », (ONEMA 2010)

« Réduction de l'impact de 3 étangs sur cours d'eau dans le bassin du Cousin », (ONEMA 2010)

« Effacement d'un chapelet de cinq étangs sur le ruisseau du Val des Choues », (ONEMA, mai 2010)

« Effacement du plan d'eau de Coupeau sur le Vicoin et réaménagement du lit mineur », (ONEMA, mai 2010)

« Effacement d'un plan d'eau de Loisirs sur la Zinsel du Sud » (ONEMA, 2010)

<http://www.zones-humides.eaufrance.fr/?q=node/1117>

« Gestion des étangs : l'effacement, une solution à envisager » (Etablissement Public du Bassin de la Vienne, avril 2010)

[http://www.basedocumentaire-](http://www.basedocumentaire-loirenature.com:81/Record.htm?idlist=1&record=19106746124919249289)

[loirenature.com:81/Record.htm?idlist=1&record=19106746124919249289](http://www.basedocumentaire-loirenature.com:81/Record.htm?idlist=1&record=19106746124919249289)

« Doctrine relative à l'instruction des dossiers de déclaration de création de plans d'eau », (Préfecture de Haute Saône, juin 2007)

« Restauration, entretien des cours d'eau et préservation des zones humides », (MISE, 68)

[http://www.haut-](http://www.haut-rhin.pref.gouv.fr/sections/les_services_de_l_et/ddi_territoires/env/env_doc_atelecharger/doctrine_eau_atelech/note_doctrine_eau/downloadFile/file/env_004.pdf?nocache=1150264622.21)

[rhin.pref.gouv.fr/sections/les_services_de_l_et/ddi_territoires/env/env_doc_atelecharger/doctrine_eau_atelech/note_doctrine_eau/downloadFile/file/env_004.pdf?nocache=1150264622.21](http://www.haut-rhin.pref.gouv.fr/sections/les_services_de_l_et/ddi_territoires/env/env_doc_atelecharger/doctrine_eau_atelech/note_doctrine_eau/downloadFile/file/env_004.pdf?nocache=1150264622.21)

« La vidange d'étangs : Quels gestes pour en limiter les impacts sur les milieux aquatiques », (MISE, 18).

http://www.cher.equipement-agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/MISE_plaquette_vidange_cle7bc597.pdf

« Les impacts des vidanges sur le milieu aquatique »

http://www.correze.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/impacts_vidanges_cle142a18.pdf

« La gestion des plans d'eau, fiche 19 du Guide juridique et pratique sur la gestion des milieux aquatiques et humides » (Agence de l'Eau Seine Normandie, décembre 2009).

« Les plans d'eau et la Loi sur l'Eau, guide de constitution des dossiers de déclaration et d'autorisation » (Préfecture de l'Allier, octobre 2007)

« Plan d'eau : création, gestion, exploitation » (Préfecture de l'Oise, avril 2008)/

« Rapport du Comité Myriophylle (RAL) » (BELANGER, LACHAINE, MERCIER, 2004)

Mars 2011

Dossier réalisé par Hélène FEVE et Guillaume STINNER, chargés d'études

Cartes, plans, schémas réalisés par Fabien KAMBER, technicien projeteur



5 rue des Tulipes

67600 MUTTERSHOLTZ

Tél. : 03 88 85 17 94 / Fax : 03 88 85 19 50

Site Internet : www.sinbio.fr / E-mail : contact@sinbio.fr