

RAPPORT 2015

Etude permettant de définir le Potentiel Ecologique Maximal (PEM) et le Bon Potentiel Ecologique (BPE) du lac de barrage de l'Our au Luxembourg



Table des matières

1. Introduction	3
2. Matériel et méthodes	4
2.1 Définition de l'état écologique du lac de barrage de l'Our.....	4
2.1.1 Eléments hydromorphologiques, utilisation du protocole Alber pour la caractérisation des altérations de berges.....	4
2.1.2 Protocole WISER pour l'étude des macrophytes en lac et calcul l'Indice Macrophytique d'Ellenberg.....	7
2.1.3 L'indice MMIF des macroinvertébrés en lac	10
2.2. Définition du Potentiel Ecologique Maximal (PEM) et du Bon Potentiel Ecologique (BPE) de la masse d'eau fortement modifiée du lac de barrage de l'Our.....	11
3. Résultats.....	13
3.1 Définition du Très Bon Etat Ecologique (TBEE) du lac de barrage de l'Our 13	
3.1.1 Définition du Très Bon Potentiel Ecologique (TBEE) du lac de barrage de l'Our au niveau des macrophytes	13
3.1.2 Définition du Très Bon Potentiel Ecologique (TBEE) du lac de barrage de l'Our au niveau des macroinvertébrés.....	14
3.1.3 Caractérisation des altérations de berge autour du lac de barrage de l'Our	14
3.1.4 Evaluation du marnage lié aux prélèvements d'eau et au turbinage dans le lac.....	15
3.2 Définition du Potentiel Ecologique Maximal (PEM) et du Bon Potentiel Ecologique (BPE) du lac de barrage de l'Our au Luxembourg.....	18
3.2.1 Définition du Potentiel Ecologique Maximal (PEM) et du Bon Potentiel Ecologique (BPE) du lac de barrage de l'Our au niveau des macrophytes.....	18
3.2.2 Définition du Potentiel Ecologique Maximal (PEM) et du Bon Potentiel Ecologique (BPE) du lac de barrage de l'Our au niveau des macroinvertébrés	19
4. Conclusions	19
5. Bibliographie	20
6. Remerciements	22

1. Introduction

Le rapport rédigé par les Commissions Internationales pour la Protection de la Moselle et de la Sarre (CIPMS) pour le district international du Rhin (secteur de travail international « Moselle-Sarre »), propose 88 masses d'eau dont 11 masses d'eau considérées comme fortement modifiées (MEFM) pour le Grand-Duché de Luxembourg. L'objectif du réseau de monitoring consiste à évaluer de manière cohérente et détaillée le statut écologique de chaque bassin hydrographique et doit permettre la classification de chacune des masses d'eau dans l'une des cinq classes de qualité proposées par la Directive-cadre sur l'eau, à savoir le très bon état écologique, le bon état écologique, l'état écologique moyen, l'état écologique insuffisant et l'état écologique mauvais.

De ce point de vue, les définitions du Potentiel Ecologique Maximal (PEM) et du Bon Potentiel Ecologique (BPE) ne sont pas toujours clairement définies pour toutes les masses d'eau fortement modifiées. Les limites du bon potentiel au potentiel maximal et surtout celles du bon potentiel au potentiel moyen doivent être définies par les Etats membres. Pour la détermination du bon potentiel écologique et l'évaluation du potentiel des onze masses d'eau fortement modifiées, il faudra établir des programmes de monitoring spécialement adaptés. La Commission européenne exige des Etats membres de choisir des méthodologies d'évaluation biologique sensibles aux altérations hydromorphologiques qui sont conformes aux exigences de la Directive cadre sur l'eau.

Les onze masses d'eau retenues au Luxembourg sont :

- I-1 Moselle (voir les données allemandes)
- II-4.2 Ernz Noire
- III-2.2.1 Lac de barrage de la Haute Sûre
- V-1.2 Lac de barrage de l'Our**
- VI-2.2 Kaasselterbaach
- VI-3 Alzette au Centre-Ville
- VI - 4.2 Alzette à Esch/Alzette
- VI-4.3 Diddelengerbaach
- VI - 4.4 Kaylbaach
- VI-13.1 Pétrusse
- VII-1.1 Chiers

Le présent rapport traite de la masse d'eau fortement modifiée du lac de barrage de l'Our.

Les méthodologies sensibles aux altérations hydromorphologiques utilisées pour ces masses d'eau fortement modifiées sont la flore aquatique (algues, bryophytes, phanérogames) via l'Indice de Ellenberg de composition taxonomique (IE) et les macroinvertébrés avec l'indice MMIF (Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders) (Gabriels et al. 2010). Ces indices doivent permettre de déterminer l'état écologique de la masse d'eau fortement modifiée (MEFM).

Dans un premier temps, il s'agit de voir si des données sont disponibles pour ces différentes masses d'eau fortement modifiées, Ensuite, de compléter les données manquantes par de nouvelles données à récolter. Ensuite, de terminer à partir de ces indices biologiques l'état écologique des masses d'eau, ce qui doit permettre de déterminer le Bon Potentiel Ecologique (BPE) ainsi que le Potentiel Ecologique Maximal (PEM) de la masse d'eau en question.

Le potentiel écologique d'un lac se définit de la manière suivante :

Le potentiel écologique d'une masse d'eau artificielle ou fortement modifiée est défini par rapport à la référence du type de masse d'eau de surface le plus comparable. Par rapport aux valeurs des éléments de qualité pour le type de masse d'eau de surface le plus comparable, les valeurs du bon potentiel tiennent compte des caractéristiques artificielles ou fortement modifiées de la masse d'eau. Le potentiel écologique comporte en principe 5 classes à savoir : maximal, bon (potentiel à atteindre en 2015), moyen, médiocre et mauvais.

2. Matériel et méthodes

2.1 Définition de l'état écologique du lac de barrage de l'Our

Dans le cadre de la directive européenne établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (2000/60/CE), la commission européenne demande aux états membres de définir l'état écologique des différentes masses d'eau non seulement pour les cours d'eau mais aussi pour les eaux classées comme Heavily Modified Water Bodies (HMWB) (masse d'eau de surface artificielle ou fortement modifiée), ce qui est le cas du lac de barrage de l'Our. Dans un premier temps, il s'agit donc de définir l'«état écologique» de la masse d'eau fortement modifiée ou artificielle du lac de barrage de l'Our.

2.1.1 Éléments hydromorphologiques, utilisation du protocole Alber pour la caractérisation des altérations de berges

Le protocole Alber (ONEMA, 2012) se base sur une photo-interprétation du relief des berges associée à des relevés de terrain. Elle consiste à réaliser une cartographie fine des modifications sur l'ensemble du pourtour du lac de barrage. La modification se définit pour cet exercice comme un changement d'état de la berge d'origine anthropique.

Trois phases sont nécessaires pour mettre en œuvre ce protocole :

- La préparation des fonds de carte,
- Des observations de terrain,
- Une cartographie sur SIG.

Ces étapes permettent par la suite le calcul des métriques qui serviront pour les analyses.

Préparation des fonds de carte

Cette étape consiste en la création de fonds de cartes basées sur des photos aériennes géo-référencées correspondant au plan d'eau étudié. Les ortho photos plans issus de l'administration du cadastre et de la topographie constituent les documents de référence.

Les cartes du lac sont imprimées en couleur et servent de support pour les relevés de terrain :

- Une photo de vue d'ensemble du plan d'eau, pour un repérage global (échelle au 1/25.000).
- Des photos plus détaillées du lac de barrage, servant de support pour noter les modifications présentes (échelle : 1/5.000).

Nous avons utilisé des feuilles transparentes qui ont été superposées sur les photos détaillées, ce qui a facilité la prise de note sur le terrain, tout en protégeant les documents.

Observations de terrain

Une fiche de terrain est associée au protocole afin de renseigner le contexte d'échantillonnage du lac de barrage. De plus, un bilan du temps utilisé et des modifications observées est proposé. Ces informations sont un aide-mémoire des codes utilisés et une source d'information pour l'opérateur qui va saisir les couches sur SIG.

L'observation se réalise en parcourant le pourtour du lac de barrage en bateau à une distance permettant une bonne vision de la berge. Nous avons utilisé un GPS de précision métrique pour nous positionner dans l'espace. La liste des types de modifications est donnée dans le Tableau 1.

RAPPORT 2015 Potentiel écologique du lac de barrage de l'Our

Les modifications se répartissent en 6 thématiques : les renforcements, les apports de matière, les extractions de matière, les compactages/érosions, les éléments hydrologiques et les équipements.

Les éléments de modification de la berge sont tracés par segments sur le transparent et codés selon le Tableau 1. Dans le cas où un même segment de rive comporte plusieurs modifications, les différents types sont notés.

Tableau 1 : Codification des altérations des berges Thématique	Code	Signification
RENFORCEMENT	RMa	Avec cavités
	RMs	Sans cavité
	E	Enrochement
APPORT DE MATIERE	ASa	Sable
	AGr	Gravats, Gravier
	DS	Décharge sauvage
EXTRACTION DE MATIERE	ESe	Sédiments, argiles
	ESa	Sable
	EGr	Gravier/Galet
	EB	Blocs
COMPACTAGE/ EROSION	Cm	Compactage
	ER	Erosion marquée
HYDROLOGIE	Pe	Prise d'eau
	Re	Restitution
	AMo	Afférent modifié
	Can	Canalisation
EQUIPEMENTS	Pt	Pont
	Ba	Barrage - Digue
	Po	Port
	J	Jetée - Ponton
	Mae	Mise à l'eau
AUTRE	Pla	Platelage
	Co	Coupe
	NA	Non accessible

Cartographie des modifications sur SIG

La BD TOPO contient une description vectorielle des éléments du territoire et de ses infrastructures, de précision métrique, exploitable à différentes échelles. Le contour est dérivé des surfaces d'eau issues du thème HYDROGRAPHIE. Dans cette couche, les plans d'eau sont renseignés par l'attribut REGIME hydrographique (*Permanent* ou *Intermittent*). Généralement, le contour de référence pour ce travail correspond au régime permanent. Dans le cas présent, il est nécessaire d'ajouter une partie en zone intermittente afin de matérialiser les variations du niveau de l'eau. Ce choix doit se faire dans le cas où le plan d'eau est strictement

intermittent ou selon l'aspect du plan d'eau au moment de l'échantillonnage. Ce choix étant fait, le contour ne doit pas être redessiné, ceci pour des raisons d'intégrité des données spatiales. Une partie du contour non pertinente peut éventuellement prendre la valeur NA.

Les modifications spatialisées sont incorporées dans un Système d'Information Géographique par digitalisation. Deux couches poly lignes sont générées : une couche [Campagne] qui renseigne sur la campagne de terrain et une couche [Alber] qui contient les modifications de berge.

Conclusion

La méthode Alber propose une prise en compte exhaustive des modifications de berges, c'est-à-dire que l'ensemble du pourtour du plan d'eau est décrit. Par conséquent les résultats sont fidèles à ce qui est observé sur le terrain et comparables d'un site à l'autre dès lors qu'ils sont ramenés à des unités de longueur.

Par la suite, les informations collectées sont agrégées en vue d'élaborer un diagnostic sur l'évaluation du risque. Lors de la constitution d'un tel indicateur d'altération, les différentes altérations observées sont pondérées selon les effets qu'elles produisent sur les biocénoses lacustres. Cette étape de pondération de l'information collectée en terme d'altération morphologique ou hydrologique (voire chimique lorsqu'il s'agit de rejets) est poursuivie soit par expertise, soit par analyse des relations entre les éléments de qualité biologique et ces paramètres d'altération hydromorphologique.

Cette approche permet non seulement de diagnostiquer globalement le niveau d'altération hydromorphologique des berges, mais également de localiser les zones plus sensibles à surveiller ou à protéger. Ces cartes fournissent un outil intéressant pour le gestionnaire du plan d'eau notamment dans l'objectif de restauration des hydrosystèmes.

2.1 .2 Protocole WISER pour l'étude des macrophytes en lac et calcul l'Indice Macrophytique d'Ellenberg

Le protocole WISER pour l'échantillonnage standardisé des macrophytes

Le protocole WISER d'échantillonnage harmonisé des macrophytes en lac (Kolada *et al*, 2009) a été mis au point par l'Institut pour la Protection de l'Environnement (IPE).

La méthodologie consiste à prendre six sites choisis de manière aléatoire autour du lac de barrage (voir annexe 1) et à réaliser 3 transects perpendiculaires à la berge sur chaque site (Figure 1). Chaque transect est distant de minimum 5 m et est divisé par zone de 1 m de profondeur jusqu'à une profondeur de maximum 5 m.

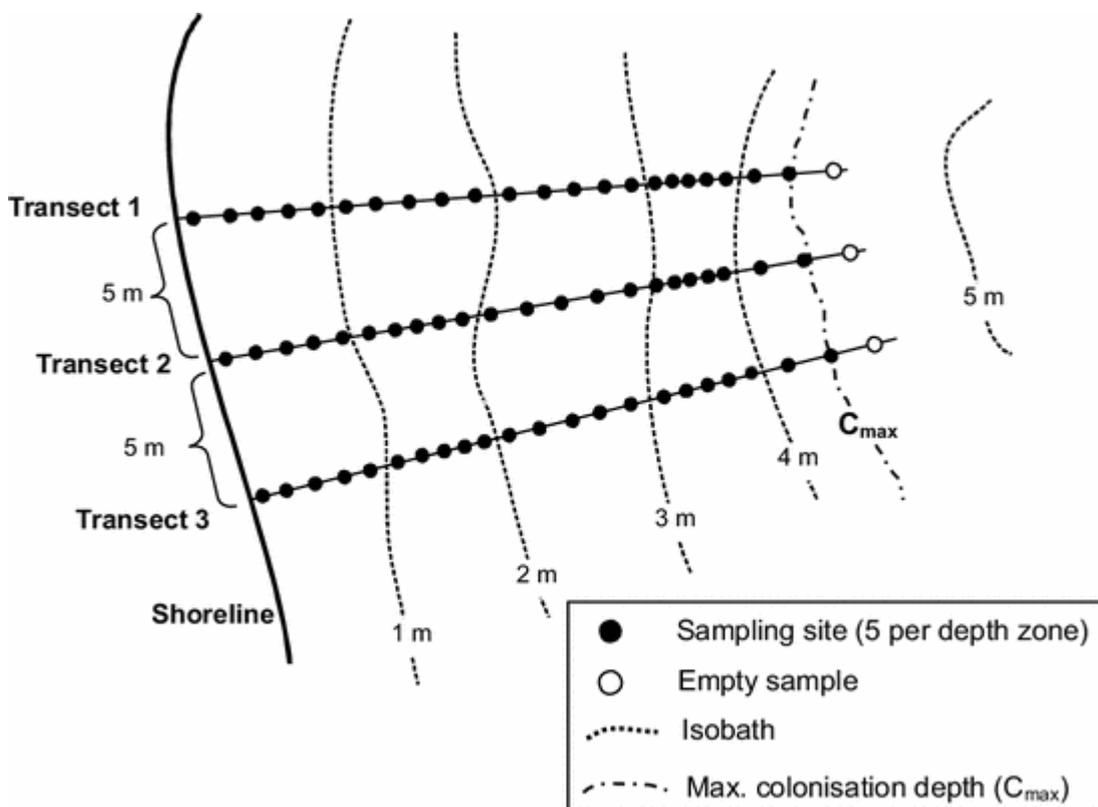


Figure 1. Schéma des transects pour le prélèvement des macrophytes sur un site d'échantillonnage (Dudley *et al*, 2012).

Le long du transect, on effectue 5 prélèvements de part et d'autre du transect soit 10 prélèvements par mètre, soit un total de 50 prélèvements par transect multiplié par 3.

RAPPORT 2015 Potentiel écologique du lac de barrage de l'Our

Le transect est matérialisé par une corde munie de bouées lestées afin d'éviter une dérive de cette dernière (Figure 2).

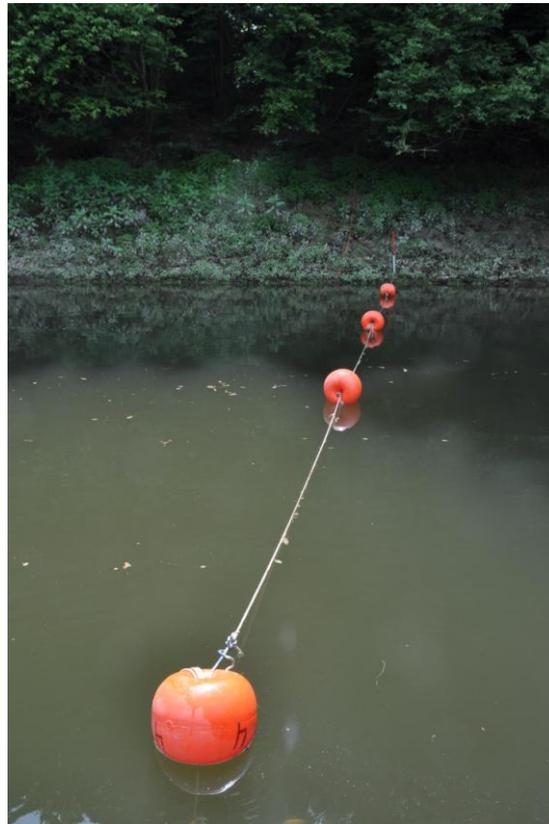


Figure 2. Vue du système de transect utilisé sur le lac de barrage de l'Our pour le prélèvement des macrophytes.

Pour chaque prélèvement, les individus récoltés sont déterminés si possible jusqu'à l'espèce et leur abondance (% de recouvrement) évaluée. Afin de pouvoir repérer les plantes aquatiques en profondeur, nous avons utilisé un bathyscope et des râtaux pour les prélèvements. Pour chaque prélèvement, la profondeur est mesurée.

La méthodologie prévoit de remplir un formulaire de terrain qui comporte un descriptif du lac, du site (coordonnées GPS, début et fin de l'opération), le type d'habitat rivulaire, un schéma de la rive avec localisation des transects, une description de la structure spatiale de la végétation le long des 3 transects, un descriptif de la qualité du sol, la liste des espèces, par transect et par zone de profondeur, des informations sur la qualité de l'habitat (qualité de l'eau dont turbidité (mesure au disque de Secchi), la couverture végétale rivulaire (15 m au-delà de la plage (arborescente, buissonnante, couverture du sol), la couverture végétale de la plage (entre le niveau de l'eau et avant les 15 m), les pressions liées à l'homme.

L'Indice Macrophytique d'Ellenberg

L'Indice d'Ellenberg (IE) permet de tester la réponse des macrophytes par rapport au degré d'eutrophisation du lac concerné liée essentiellement à la concentration en azote pour les plantes immergées. Dans le cadre de l'étude Wisser (2011) réalisée au niveau européen, la corrélation entre de l'Indice d'Ellenberg et le phosphore total montre une valeur linéaire relativement robuste ($R = 0,68$). Cette métrique du phosphore total est d'autant plus adaptée que le lac est faiblement alcalin et que l'on utilise les hélrophytes, ce qui est bien le cas dans la présente étude.

Il convient cependant de mentionner que l'indice d'Ellenberg est au départ mieux corrélé avec l'azote pris comme métrique. Cependant, l'indice d'Ellenberg présente une très bonne corrélation avec l'indice ICM LM (Intercalibration of Common Metric for Lake Macrophytes) qui est lui fortement corrélée avec le phosphore total. Cet indice est, cependant, utilisé uniquement pour les plantes immergées. Cette méthodologie ne convient donc pas pour notre approche, puisque nous n'avons trouvé aucune plante immergée. Cependant, ces deux indices ont une excellente corrélation ($R = 0,92$), ce qui permet donc d'utiliser valablement l'indice d'Ellenberg comme indice d'eutrophisation, tout en étant bien conscient qu'il s'agit au départ d'un indice d'évaluation de la composition taxonomique du milieu (WISER, 2011).

2.1.3 L'indice MMIF des macroinvertébrés en lac

L'indice MMIF (Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders) (Gabriels et al. 2010) a été mis au point récemment pour l'évaluation de la qualité des rivières et des lacs en Flandre. Il s'agit d'un indice multimétrique développé dans le but de mesurer toute dégradation environnementale causée par différents types de pressions, telles que la pollution de l'eau ou la dégradation de la qualité de l'habitat. Le calcul de l'indice est spécifique aux différents types de masse d'eau et repose sur l'évaluation de 5 métriques : richesse taxonomique, nombre de taxons appartenant aux ordres des Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères, le nombre de taxons sensibles, l'indice de diversité Shannon-Wiener et le score moyen de tolérance. La valeur finale de l'indice est exprimée sous forme d'EQR (Ecological Quality Ratio) de 0 (pour une très mauvaise qualité écologique) à 1 (très bonne qualité écologique)

D'un point de vue méthodologique, les macroinvertébrés ont été prélevés à l'aide d'un filet de type surber (surface : $0,20 \text{ m}^2$) de maille $500 \mu\text{m}$, au niveau des différents habitats aquatiques accessibles dans la partie littorale du lac. Un secteur d'environ 10-20 mètres ayant au préalable été défini au même endroit où ont été prélevées les macrophytes.

2.2 Définition du Potentiel Ecologique Maximal (PEM) et du Bon Potentiel Ecologique (BPE) de la masse d'eau fortement modifiée du lac de barrage de l'Our

En vue de définir ces deux potentiels écologiques (PEM et BPE) pour les masses d'eau fortement modifiées (MEFM) concernées, il nous fallait utiliser une méthode parfaitement validée, standardisée et extrapolable au Luxembourg.

Après avoir parcouru la littérature dans ce domaine, et plus spécialement le travail conséquent réalisé par le groupe de travail européen WISER (2009-2012), nous avons opté pour la méthode hollandaise qui concilie à la fois une approche « Prague-matique » qui se base sur un faisceau de mesures potentielles en fonction de la faisabilité technique ainsi que des restrictions liées aux usages.

Les Pays-Bas partent d'une analyse individuelle de chaque masse d'eau. L'effet des mesures est ensuite directement traduit en unités EQR (Ecological Quality Ratio) ou encore Ratio Ecologique de Qualité pour les indicateurs de qualité biologique suivants à savoir :

- les macrophytes,
- les macroinvertébrés,

Le Potentiel Ecologique Maximal (PEM) peut être défini comme la référence de la masse d'eau fortement modifiée (MEFM), c'est à dire le meilleur état qui pourrait être atteint par cette masse d'eau une fois que l'on aura mis en œuvre toutes les mesures techniquement possibles pour la restauration de la masse d'eau. Le PEM est donc basé sur le meilleur état de la masse d'eau fortement modifiée suite à la réalisation d'aménagements de restauration du milieu. Ce Potentiel Ecologique Maximal (PEM) est calculé à partir du Très Bon Etat Ecologique (TBEE) du lac de l'Our avec un EQR de 0.8 suivant la méthode mise au point aux Pays-Bas.

Le Bon Potentiel Ecologique (BPE) des masses d'eau fortement modifiées, qui constitue l'objectif à atteindre pour chaque masse d'eau fortement modifiée, est calculé à partir du Potentiel Ecologique Maximal (PEM) à l'aide d'un facteur de correction de 0,6 qui prend en compte les mesures d'aménagements possibles permettant de restaurer la masse d'eau concernée. Ce facteur de correction s'appuie sur des analyses statistiques ou sur des avis d'experts suivant les cas (petits ou grands cours d'eau). On obtient ainsi un Bon Potentiel Ecologique (BPE) « amoindri » par rapport au Potentiel Ecologique Maximal (PEM) de chaque masse d'eau fortement modifiée (Handreiking MEP/GEP, 2006).

A ces indices de qualité permettant de définir le TBEE, il convient de rajouter les éléments hydromorphologiques du lac de barrage de l'Our pour la caractérisation des altérations de berges qui constituent un élément complémentaire d'aide à la décision pour la mise en œuvre d'aménagements ainsi que l'évaluation du caractère plus ou moins artificiel de la masse d'eau fortement modifiée concernée.

3. Résultats

3.1 Définition du Très Bon Etat Ecologique (TBEE) du lac de barrage de l'Our

3.1.1 Définition du Très Bon Etat Ecologique (TBEE) du lac de barrage de l'Our au niveau des macrophytes

Sur le terrain, nous avons répertorié toutes les espèces rencontrées sur la berge et dans l'eau le long des différents transects. Si nous avons pu trouver différentes espèces sur la berge, par contre, il s'est avéré que la présence d'espèces en pleine eau était très faible voire inexistante sur la plupart des 6 stations. Le résultat de ces inventaires est repris à l'annexe 3. Il comprend la liste des espèces rencontrées par site ainsi que leur représentation en % d'occupation du sol au niveau de la berge inventoriée.

Le tableau des espèces de l'annexe 3, donne une valeur globale du recouvrement végétal de 35,69 %. Si l'on se réfère aux évaluations faites par la méthode hollandaise STOWA (2013), la métrique d'abondance (% de recouvrement des berges par la flore) prévue pour les lacs traversés par un cours d'eau donne une valeur insuffisante pour des pourcentages situés dans une fourchette de 20 à 40 % de recouvrement. On peut donc en déduire que l'état écologique du lac de barrage de l'Our peut être considéré comme insuffisant au niveau de la végétation rivulaire. Le très bon état écologique doit en principe être compris entre 80 et 100 % de recouvrement, la référence se situant à 90 % de recouvrement rivulaire.

A partir des données récoltées sur le terrain sur les 6 stations inventoriées de manière aléatoire autour du lac de barrage de l'Our, nous avons repris la liste d'espèces et leurs scores respectifs d'Ellenberg. Le calcul de l'indice d'Ellenberg se fait en sommant les différents scores et en divisant le total par le nombre d'espèces ayant obtenu un score pour l'azote dans le cas présent, soit 10 espèces (voir annexe 4). Nous avons également tenté d'appliquer l'indice LTR mis au point par Willby (Kolada et al, 2011). Cependant, vu le faible nombre d'espèces ayant obtenu un score (1), l'indice ne nous semble pas représentatif du milieu inventorié. L'indice d'Ellenberg avec 10 références obtient une valeur de 9,60 pour 3,81 au niveau de l'indice de Willby.

3.1.2 Définition du Très Bon Potentiel Ecologique (TBEE) du lac de barrage de l'Our au niveau des macroinvertébrés

Dans le cas du lac de l'Our, les substrats se sont avérés très homogènes et peu diversifiés (Figure 3). Ont été rencontrés un substrat de type « pierres et galets » (25mm – 250mm) au niveau de 5 des 6 sites échantillonnés ; un substrat de type « granulats grossiers » (2,5mm – 25mm) au niveau du site 4 ; un substrat de type « blocs » (> 250mm) au niveau du site 5 et enfin un substrat de type « dalles » recouvertes de bryophytes au niveau du site 6. Pour chaque type d'habitat inventorié, 3 répliques au filet surber ont été réalisées. Dans les tableaux de résultats (annexes 5 et 6), les moyennes de ces 3 répliques ont été reportées.

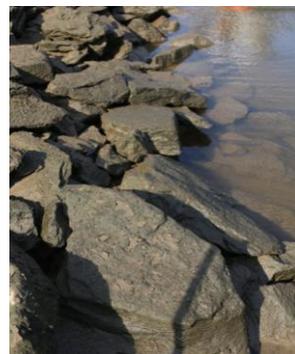


Figure 3. Illustration de l'homogénéité et du peu de diversité des substrats rencontrés le long des berges du lac de barrage de l'Our

A partir des données récoltées sur le terrain sur les 6 stations inventoriées de manière aléatoire autour du lac de barrage de l'Our, l'indice MMIF a été calculé en sommant les scores des 5 métriques et en divisant le résultat global par 20, de manière à obtenir un indice compris entre 0 et 1 (annexe 6). Les résultats indiquent une mauvaise qualité (scores compris entre 0 et 0.20) pour les sites 1, 2, 4 et 6 et une qualité médiocre (scores compris entre 0.20 et 0.40) pour les sites 3 et 5. Dans la publication de Gabriels et al. (2010), les valeurs seuils de 0.80 et 0.60 sont proposées pour le Très Bon Etat écologique (TBE) et le Bon Etat écologique (BE), respectivement. Il est à noter que ces valeurs ont été jugées insuffisantes lors du récent processus d'intercalibration des différentes méthodes d'évaluation de la qualité écologique des lacs à partir des macroinvertébrés (Poikane et al., 2016). Les nouvelles valeurs seuils proposées maintenant étant respectivement de 0.90 et 0.70 pour le Très Bon Etat écologique (TBE) et le Bon Etat écologique (BE). Quoiqu'il en soit, les scores du MMIF relevés au niveau des différentes stations du lac de l'Our n'atteignent ni le BE, ni le TBE.

3.1.4 Caractérisation des altérations de berge autour du lac de barrage de l'Our

Altérations de berges exprimées en %

Sur un périmètre de 17,302 km de berge, il y a 11,5 % de berge modifiée. Par comparaison, sur la Haute Sûre, il y a 3,71 % de berges modifiées (Tableau 1).

Lac de l'Our			Ensemble de modifications		
Type de modification	Longueur (m)	Ratio (%)	Longueur (m)	Ratio (%)	
Afférent modifié	671.7	3.9	Renforcement	1354.9	7.8
Barrage	202.8	1.2	Apport de matière	0.0	0.0
Canalisation	17.1	0.1	Extraction de matière	0.0	0.0
Enrochement	802.6	4.6	Compactage/Erosion	0.0	0.0
Mise à l'eau	201.3	1.2	Hydrologie	671.7	3.9
Port	68.0	0.4	Equipements	489.2	2.8
Renforcement sans cavité	552.3	3.2			
Périmètre Lac Our			Nombre de canalisation/km de rive		
	17,302.9	100.0			0.2
Berge modifiée			Nombre de Mise à l'eau/km de rive		
	1,986.8	11.5			0.6
Berge non modifiée					
	15,316.1	88.5			

Tableau 1. Résumé des divers types de modifications de berge observés autour du lac de barrage de l'Our (exprimé en % du linéaire de berge).

Les renforcements de berges, l'hydrologie et les équipements représentent les principales modifications de berge (14,5 %) que nous avons recensées autour du lac. Certaines modifications de berges se superposent, ce qui explique une différence entre le poste « Berge modifiée » avec 11,5 % et le total « Ensemble de modifications » des berges qui donne un montant de 14,5 %. En effet, il y a superposition entre certains aménagements (+/- 3 %).

Chaque modification de berge est géoréférencée et reprise sur une carte au 1/5.000 à l'annexe 2 du présent document.

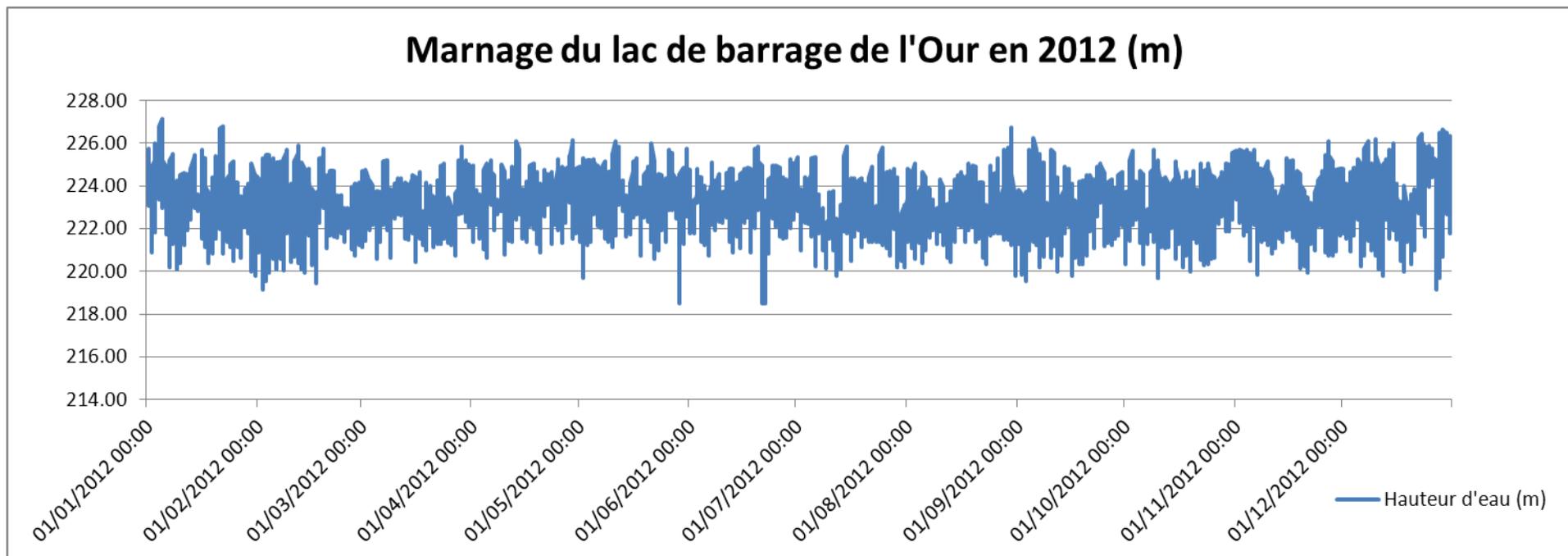
Elle doit permettre au gestionnaire de pouvoir localiser les aménagements de berge et de les adapter voire les modifier afin de minimiser leur impact sur la faune et la flore lacustre.

3.1.4 Evaluation du marnage lié aux prélèvements d'eau et au turbinage dans le lac

Nous avons repris les données de variation du niveau d'eau du lac de barrage de l'Our pour l'année 2012 (voir figure 4).

Ces variations sont importantes. Elles peuvent osciller au cours de l'année entre le niveau 218,5 (minimum) et le niveau 226,80 (maximum), soit une différence de 8,3 m. Les variations journalières vont de 2,8 à 4,5 m.

Figure 4. Variation journalière du niveau d'eau du lac de barrage de l'Our durant l'année 2012 (SEO, 2013).



Ceci indique clairement la difficulté pour les organismes aquatiques de se maintenir sur les berges en bordure du lac. Il y a donc un marnage important au niveau du lac de barrage de l'Our avec un niveau d'eau moyen de 223 m qui oscille en moyenne entre 220 et 226 m. Ces variations importantes du niveau de l'eau du lac ont inévitablement un impact négatif sur la flore et la faune.

Au niveau de la flore, le marnage ralentit voire empêche l'installation de grands herbiers ainsi que des héliophytes le long des berges (Houde-Fortin et Gibeault, 2007, Tomson et al, 2010).

Le marnage a aussi un impact négatif sur les communautés de macroinvertébrés qui ne trouvent pas ou peu du support ou de cache (érosion de berges et colmatage de celles-ci) vu le manque de macrophytes présents dans l'eau et sur la berge. Les variations rapides du niveau de l'eau constituent aussi un handicap pour la reproduction et le passage de l'état larvaire à celui d'adulte pour les macroinvertébrés (Houde-Fortin et Gibeault, 2007, Tomson et al, 2010).

La faune piscicole est également impactée par le marnage, car ce dernier peut mettre à nu des frayères et ainsi provoquer une dessiccation des œufs, voire l'impossibilité pour certaines espèces (brochets, ...) d'atteindre les frayères en période de reproduction, vu la baisse du niveau de l'eau (Houde-Fortin et Gibeault, 2007, Tomson et al, 2010).

Enfin, la forte pente des berges et le substrat constitué essentiellement d'éléments schisteux de calibre de type caillouteux avec peu d'éléments fins, est un handicap certain pour toute colonisation végétale du milieu.

3.2 Définition du Potentiel Ecologique Maximal (PEM) et du Bon Potentiel Ecologique (BPE) du lac de barrage de l'Our au Luxembourg

3.2.1 Définition du Potentiel Ecologique Maximal (PEM) et du Bon Potentiel Ecologique (BPE) du lac de barrage de l'Our au niveau des macrophytes

Le calcul du Potentiel Ecologique Maximal (PEM) donne dans le cas présent une valeur de 80 % de recouvrement, le BPE étant dans ce cas de 48 % de recouvrement ($80 \% * 0,6$). Le lac de barrage de l'Our

RAPPORT 2015 Potentiel écologique du lac de barrage de l'Our

n'atteint donc pas le bon potentiel écologique (valeur de l'état écologique de 35,69 % en 2013).

3.2.2 Définition du Potentiel Ecologique Maximal (PEM) et du Bon Potentiel Ecologique (BPE) du lac de barrage de l'Our au niveau des macroinvertébrés

En suivant le même principe que pour les macrophytes, le Potentiel Ecologique Maximal (PEM) serait donc pour les macroinvertébrés égal à 0.90. Le BPE serait alors de 0.54 (0.90×0.6) et ne serait pas atteint dans le cas du lac de l'Our.

4. Conclusions

En ce qui concerne le lac de barrage de l'Our, le Bon Potentiel Ecologique (BPE) n'est pas atteint de même que le Potentiel Ecologique Maximal (PEM) en ce qui concerne les indicateurs biologiques suivants : macrophytes et macroinvertébrés.

Gérard Schmidt
Alain Dohet
Lionel L'Hoste

5. Bibliographie

Agence de l'Eau Artois-Picardie, 2003. Guide pratique de détermination des plantes aquatiques à l'état végétatif du bassin Artois-Picardie. Agence de l'eau Artois-Picardie, 93 p.

Birk S., Korte T. & Hering D., 2006. Intercalibration of assessment methods for macrophytes in lowland streams: direct comparison and analysis of common metrics. *Hydrobiologia*, 566, 417-430.

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR), 2013. Synthèse méthodologique mise en œuvre pour définir le bon potentiel écologique (BPE) des MEFM/MEA dans le district hydrographique du Rhin. Rapport n (2) 13. 8 p.

Coudreuse J., Haury J., Bardat J. & Rebillard J.P., 2005. Les Bryophytes aquatiques et supra-aquatiques : clé d'identification pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière. Agence de l'eau Adour-Garonne, 133 p.

Gabriels W., Lock K., De Pauw N. & Goethals P.L.M., 2010. Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders (MMIF) for biological assessment of rivers and lakes in Flanders (Belgium). *Limnologica*, 40: 199-207.

Houde-Fortin M.A. & Gibeault F.C., 2007. Revue de littérature sur les composantes écologiques du lac Saint François – Impact du marnage. Ministère des ressources naturelles et de la faune, secteur faune, Québec. 35 p.

Kolada A., Hellsten S., Kanninen A., Søndergaard M, Dudley B., Nøges P., Ott I, Ecke F., Mjelde M., Bertrin V., Davidson T. & Duel P. H, 2009. Overview and comparison of macrophyte survey methods used in European countries and a proposal of harmonized common sampling protocol to be used for WISER uncertainty exercise including a relevant common species list. WISER deliverable collaborative Project, Institute of Environmental Protection, 31 p.

Kolada A., Hellsten S., Søndergaard M., Mjelde M., Dudley B., van Geest G., Goldsmith B., Davidson T., Bennion H., Nøges P. & Bertrin V., 2011. Report on the most suitable lake macrophyte based assessment

methods for impacts of eutrophication and water level fluctuations. WISER deliverable, Collaborative project, Institute of Environmental Protection, 114 p

Mjelde M., Hellsten S. and Ecke F, 2013. Water Bodies in Europe. A water level drawdown index for aquatic macrophytes in Nordic lakes. *Hydrobiologia*, 704: 141-151.

Lambinon J., Delvosalle L. & Duvigneaud J., 2004. Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines. Cinquième édition. Ed. du patrimoine du Jardin botanique national de Belgique, 1167 p.

ONEMA, 2012. **Alber** : Protocole de Caractérisation des **Altérations** de **Berge**. Version 2012 1. Rapport final, 29 p.

Poikane S., Johnson R.K., Sandin L., Schartau A.K., Solimini A.G., Urbanič G., Arbačiauskas K, Aroviita J., Gabriels W., Miller O., Pusch M.T., Timm H. & Böhmer J., 2016. Benthic macroinvertebrates in lake ecological assessment: A review of methods, intercalibration and practical recommendations. *Science of the Total Environment*, 543: 123-134.

Rodriguez S. & Vergon J.P., 1996. Guide pratique de détermination générique des algues macroscopiques d'eau douce. Rapport d'étude pour le compte du Ministère de l'Environnement. DIREN Franche-Comté, 110 p.

Rothmaler, W., 1991. Exkursionsflora von Deutschland. Band 3. Atlas der Gefäßpflanzen. Volk und Wissen Verlag GmbH, Berlin. 752 p.

Tomson T., Calonnier E. & Dumonceau F., 2010. Projet d'optimisation de l'efficience des frayères artificielles flottantes et mise en place d'actions complémentaires visant à assurer le recrutement des poissons phytophiles dans les lacs de l'Eau d'Heure. Service Public de Wallonie, Maison wallonne de la Pêche, Namur. 156 p.

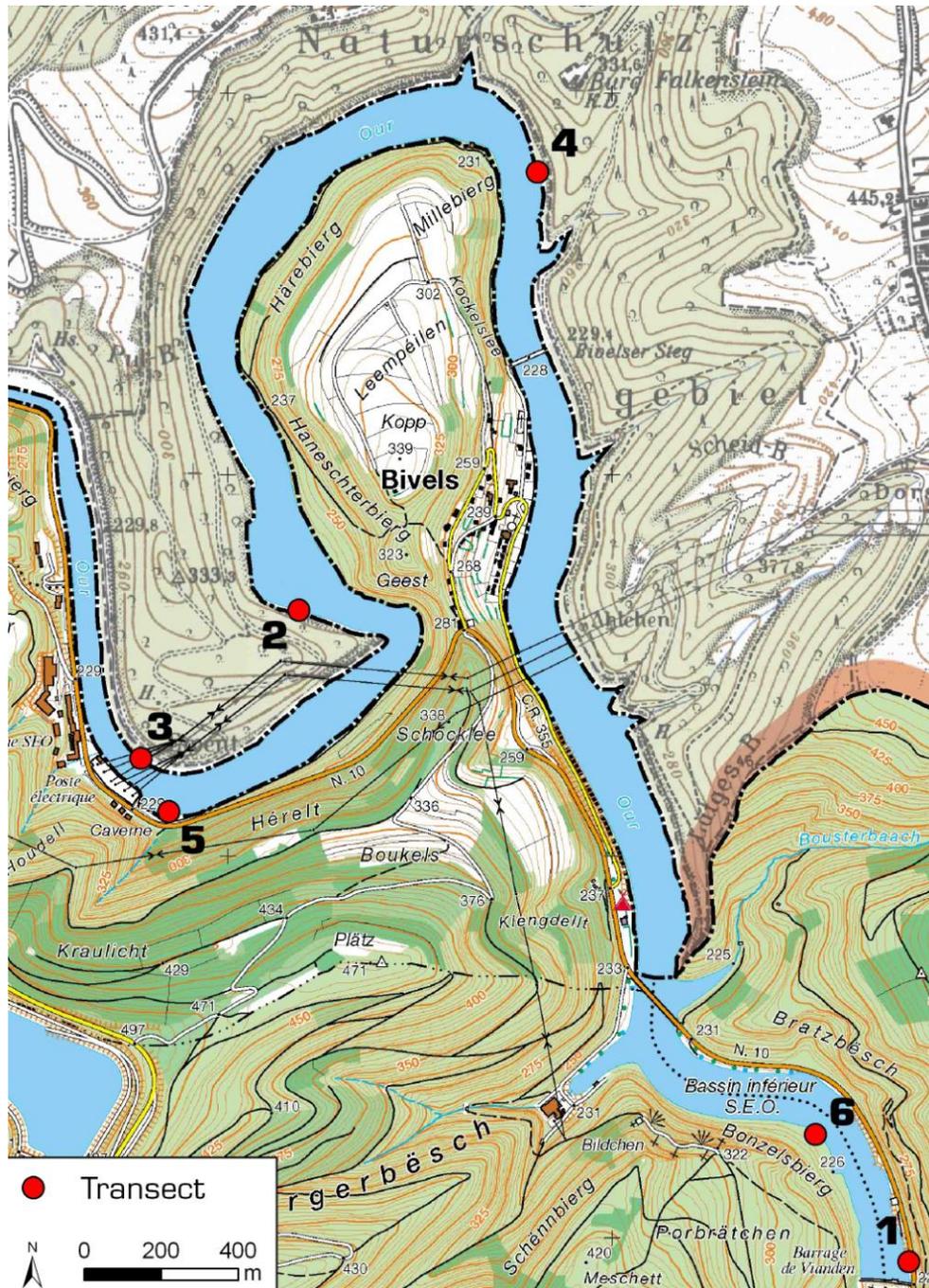
STOWA, 2006. Handreiking voor vaststellen van status, ecologische doelstellingen en bijpassende maatregelenpakketten voor niet-natuurlijk wateren, Handreiking MEP/GEP, Ministerie van Verkeer en Water Staat. 130 p.

6. Remerciements

Nous tenons à remercier vivement l'Administration de la Gestion de l'Eau (AGE) qui a financé le projet et nous a fourni les données nous permettant de réaliser l'étude. Nos remerciements s'adressent en particulier à Madame Nora Welschbillig et Monsieur Max Lauff. Enfin, nous souhaitons également remercier la Société Electrique de l'Our (SEO) pour la fourniture des données physico-chimiques et niveaux de marnage ainsi que la mise à disposition d'un chauffeur et d'un bateau qui nous ont permis de réaliser nos campagnes de terrain sur le lac de barrage.

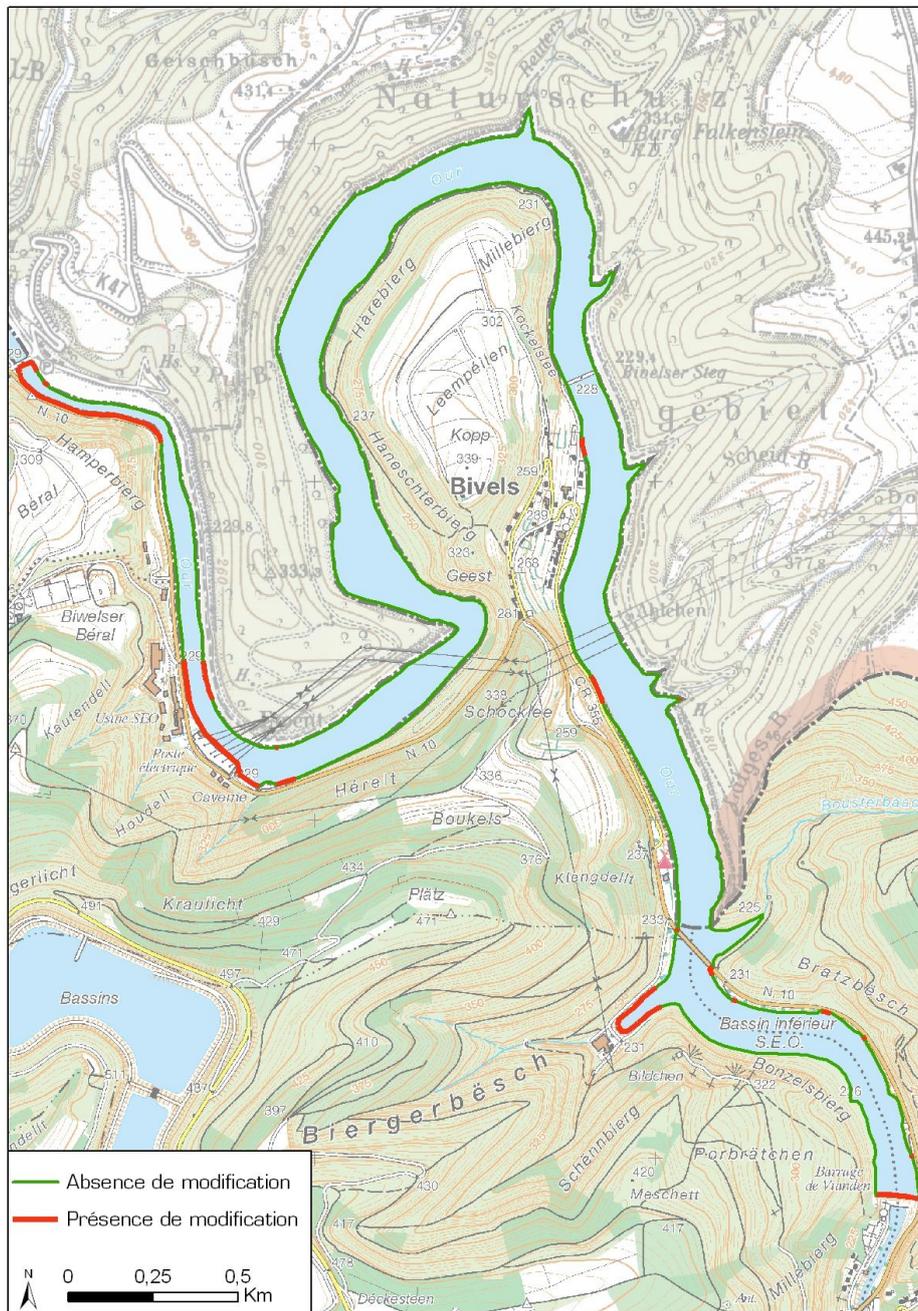
Annexe 1

Localisation aléatoire des 6 points de prélèvements (transects) sur le lac de barrage de l'Our.

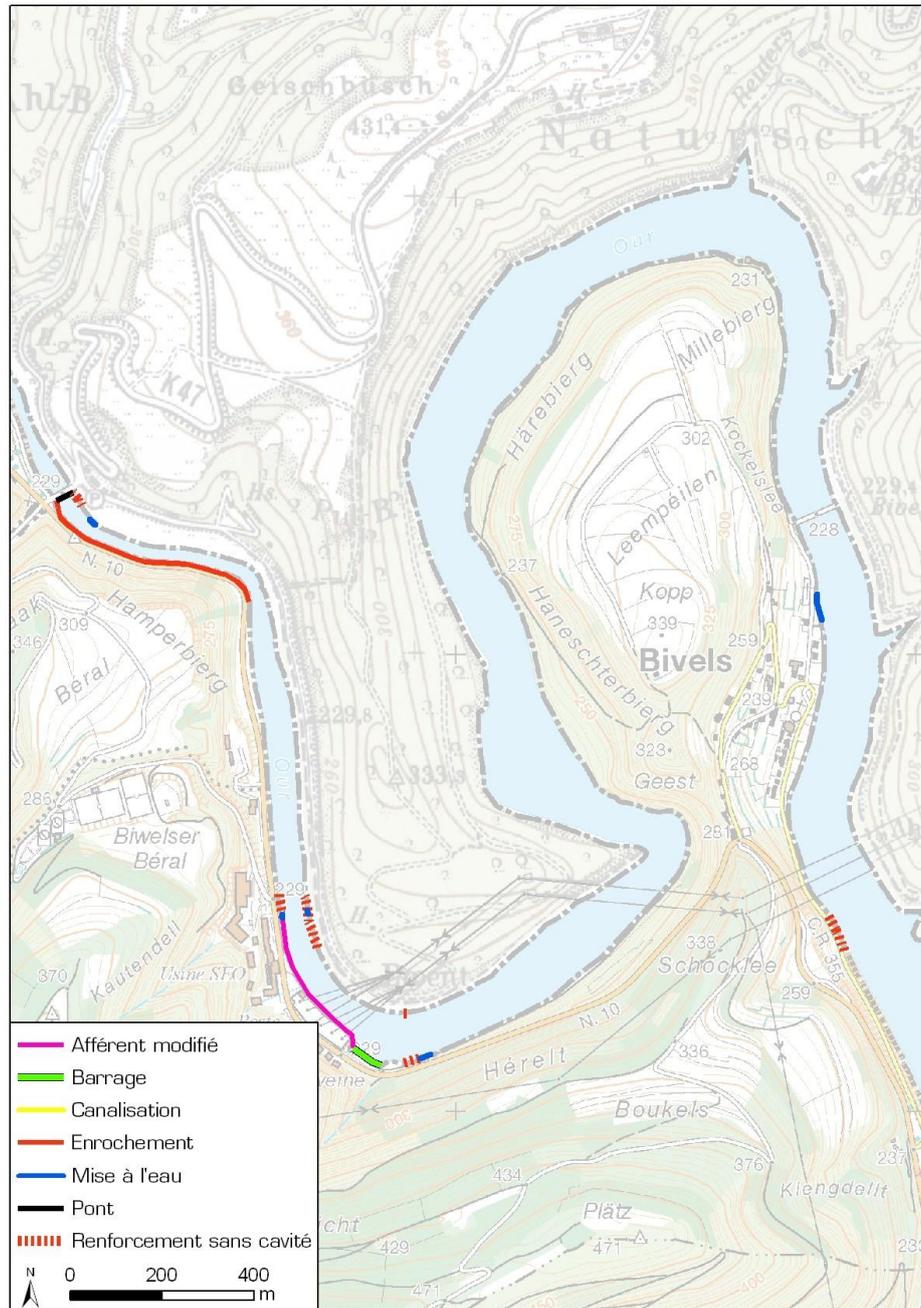


Annexe 2

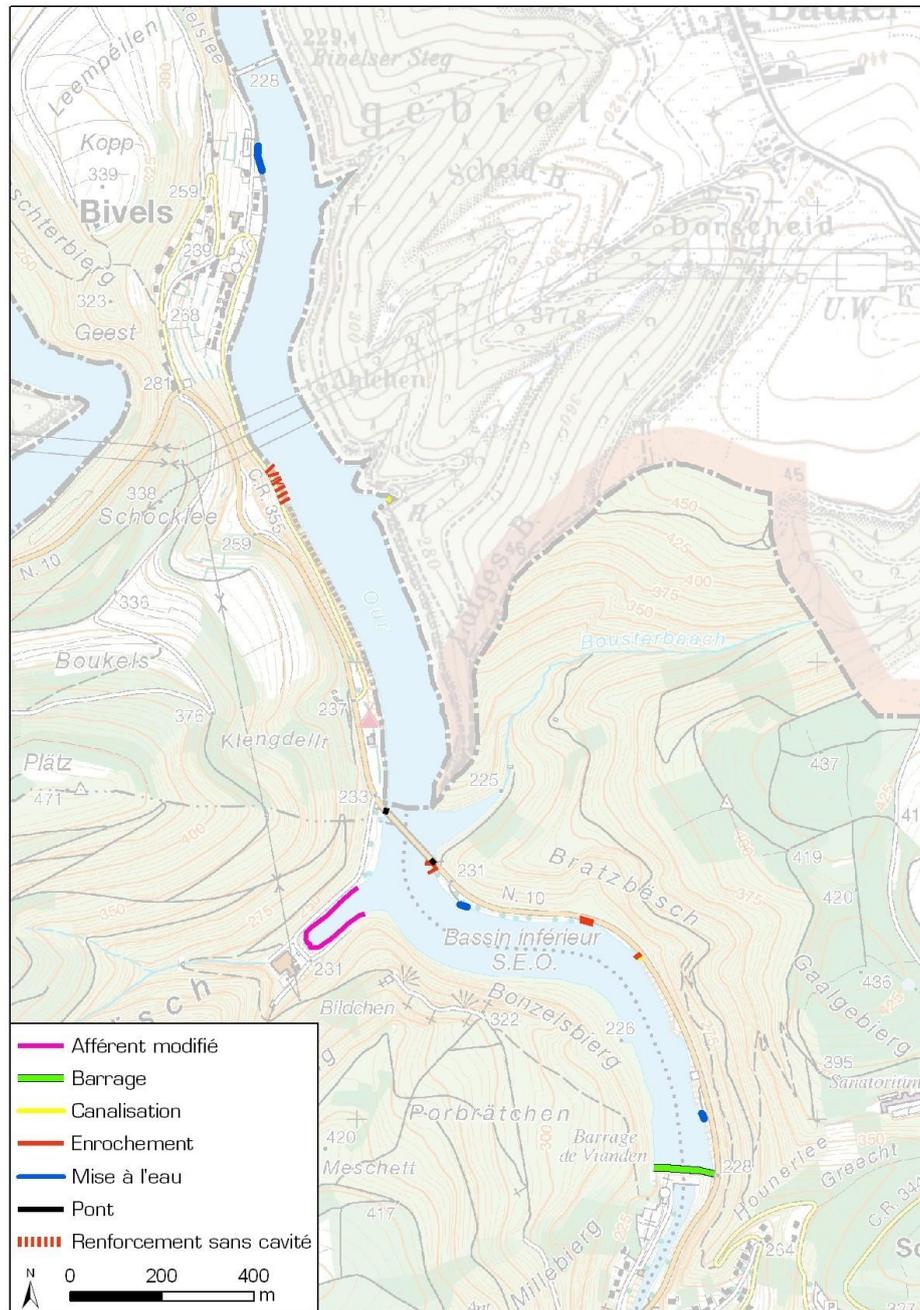
Visualisation cartographique des altérations de berge du lac de barrage de l'Our.



RAPPORT 2015 Potentiel écologique du lac de barrage de l'Our



RAPPORT 2015 Potentiel écologique du lac de barrage de l'Our



Annexe 3

Tableau des relevés floristiques effectués sur les 6 sites et 18 transects situés le long des berges du lac de barrage de l'Our. L'occupation du sol de l'espèce concernée est exprimée en % de recouvrement du transect inventorié.

Lac de barrage de l'Our	Site 1			Site 2			Site 3			Site 4			Site 5			Site 6			Moyenne %
16/07/2013	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3	T 1	T 2	T 3	
Nom de l'espèce																			
Amblystegium fluviatile	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.28
Amblystegium riparium	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	1.22
Amblystegium tenax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8	0.78
Bidens frondosa	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	5	0.72
Carex acuta	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.56
Cinclidotus mucronatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0.83
Fontinalis antipyretica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0.22
Galeopsis tetrahit	0	0	1	0	5	10	0	0	0	2.5	1	0.5	0	0	0	0	0	0.5	1.14
Galium palustre	0	0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0.72
Impatiens glandulifera	0	0	30	0	0	10	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.83
Impatiens noli tangere	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11
Lycopus europaeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.17
Lythrum salicaria	0	0	0	0	0	0	10	5	10	0	0	5	1	5	10	5	5	6	3.44
Mentha aquatica	3	0	0	0	12	0	0	1	0	5	0	5	0	0	0	10	0	0	2.00
Oscillatoria sp.	0	0	0	0	10	5	30	20	20	0	0	0	30	20	30	0	0	0	9.17
Phalaris arundinacea	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0.28
Poa nemoralis	0	0	0	0	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1.00
Polygonum hydropiper	2	2	2	30	10	50	5	5	2	10	1	10	0	5	3	3	5	3	8.22
Prunella vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0.50
Ranunculus sp.	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.28
Rorippa amphibia	0	0	0	0	0	0	2	2	2	4	1	5	0	2	0	0	0	0	1.00
Scrophularia nodosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0.11
Urtica dioica	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11
Total	0.22	0.09	1.43	1.61	2.35	4.30	2.13	2.39	1.74	0.93	0.13	1.20	1.57	1.70	2.52	0.78	1.35	1.50	35.69

Annexe 4

Tableau reprenant la liste des espèces floristiques recensées sur les 6 sites et transects avec leur score respectif de Willby et d'Ellenberg.

Lac de barrage de l'Our	LTR Willby	N Ellenberg
16/07/2013		
Nom de l'espèce		
Amblystegium fluviatile		
Amblystegium riparium		
Amblystegium tenax		
Bidens frondosa		
Carex acuta		4
Cinclidotus mucronatus		
Fontinalis antipyretica		
Galeopsis tetrahit		
Galium palustre		4
Impatiens glandulifera		
Impatiens noli tangere		
Lycopus europaeus		7
Lythrum salicaria		5
Mentha aquatica		5
Oscillatoria sp.		
Phalaris arundinacea		7
Poa nemoralis		
Polygonum hydropiper		5
Prunella vulgaris		
Ranunculus sp.	3.81	3
Rorippa amphibia		8
Scrophularia nodosa		
Urtica dioica		48
Total	3.81	96
Indice Ellenberg		9.60
Nombre de taxon	1	10
Indice Willby	3.81	

Annexe 5

Tableau des macroinvertébrés identifiés au niveau des 6 sites situés le long des berges du lac de barrage de l'Our. Les valeurs indiquées en nombre d'individus résultent de la moyenne arithmétique de trois répliques. Les différents substrats sont indiqués par les initiales suivantes : P (Pierres et galets), G (Granulats grossiers), B (Blocs) et DM (Dalles + Macrophytes). TS indique le score de tolérance pour chaque taxon identifié (voir Gabriels et al., 2010)

				TS	Site 1 P	Site 2 P	Site 3 P	Site 4 G P		Site 5 B	Site 6 DM P	
Bivalvia	CORBICULIDAE	Corbicula	sp.	5				2.0	1.0			
Coleoptera	DYTISCIDAE	Yola	sp.	5	1.0							
Coleoptera	HYDROPHILIDAE	Coelostoma	sp. Ad.	5		1.0						
Crustacea	ASELLIDAE	Asellus	aquaticus	4			1.0			4.0		
Crustacea	GAMMARIDAE	Gammarus	sp.	5			1.0					
Diptera	[UOrd:Nematocera]	Nematocera	Gen. sp.				1.0					
Diptera	CHIRONOMIDAE	Orthocladiinae	Gen. sp.	3			2.3	1.0		2.3		
Diptera	CHIRONOMIDAE	Chironomini	Gen. sp.	3			12.7			1.5		
Gastropoda	BITHYNIIDAE	Bithynia	sp.	5	1.0					1.0		
Gastropoda	HYDROBIIDAE	Potamopyrgus	sp.	6			1.0			7.3		
Gastropoda	LYMNAEIDAE	Lymnaea	sp.	5	1.5	3.0			2.0			
Gastropoda	LYMNAEIDAE	Radix	sp.		1.0						1.0	2.0
Oligochaeta	LUMBRICULIDAE	Lumbriculidae	Gen. sp.	2	1.0	1.0	10.0			3.0	2.0	
Oligochaeta	HAPLOTAXIDAE	Haplotaxidae	Gen. sp.	4								1.0
Oligochaeta	ENCHYTRAEIDAE	Enchytraeidae	Gen. sp.	2			2.0			2.0		
Oligochaeta	LUMBRICIDAE	Lumbricidae	Gen. sp.	2	1.0				2.3			1.3
Turbellaria	DUGESIIDAE	Dugesidae	Gen. sp.	5						1.0		
Collembola	PODUROIDEA	Poduridae	Podura			1.0						

Annexe 6

Tableau du calcul de l'indice MMIF à partir des scores des métriques individuels : TAX (richesse en taxons), EPT (nombre de taxons appartenant à l'ordre des Ephemeroptères, Plécoptères et/ou Trichoptères), NST (nombre de taxons avec un score de tolérance supérieur à 5, excluant les taxons appartenant à l'ordre des Ephemeroptères, Plécoptères et/ou Trichoptères), SWD (indice de diversité de Shannon-Weaver), MTS (score de tolérance moyen).

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6
TAX	6	4	8	4	8	4
EPT	0	0	0	0	0	0
NST	0	0	1	0	0	0
SWD	1.778	1.242	1.545	1.321	1.861	1.302
MTS	3.8	4.0	3.6	3.8	6.4	2.7
Scores						
TAX	1	0	1	0	1	0
EPT	0	0	0	0	0	0
NST	0	0	1	0	0	0
SWD	2	2	2	2	3	2
MTS	2	2	2	2	4	1
Somme	5	4	6	4	8	3
MMIF	0.25	0.20	0.30	0.20	0.40	0.15
Classe de qualité	Mauvais	Mauvais	Médiocre	Mauvais	Médiocre	Mauvais