



Janvier 2024



CONSERVATOIRE
BOTANIQUE NATIONAL
BAILLEUL

RESTAURATION ÉCOLOGIQUE DU COURS D'EAU LA HEM AU MOULIN DE LEULENNE

Suivi après travaux (n+6)

Sommaire

PARTIE 1	Introduction.....	3
PARTIE 2	Méthodologie.....	4
PARTIE 3	Résultats et discussions	9
PARTIE 4	Conclusion.....	30
PARTIE 5	Annexes.....	33
PARTIE 6	Bibliographie	38



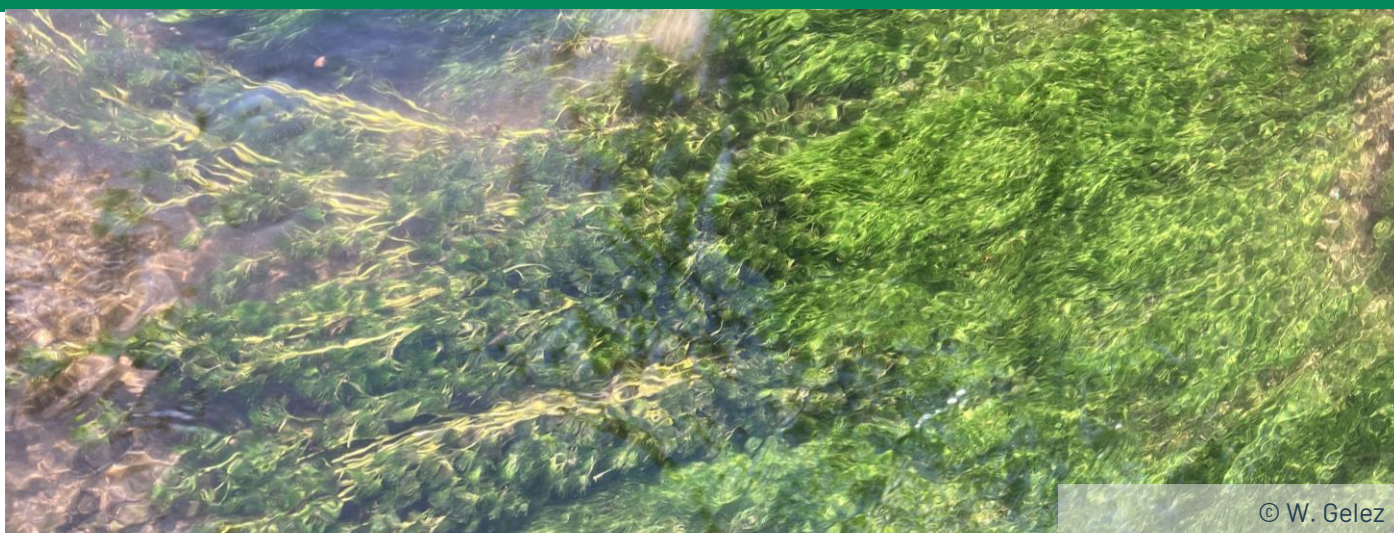
PARTIE 1

INTRODUCTION

Le Moulin de Leulenne (commune de Tournehem-sur-la-Hem) a été choisi par l'Agence de l'eau Artois-Picardie comme site de référence dans le cadre des travaux de restauration de la continuité écologique des cours d'eau.

Le Conservatoire botanique national de Bailleul a réalisé un suivi de l'état écologique du cours d'eau « La Hem » au niveau de ce moulin. Ce suivi a été réalisé suivant une méthode encore en cours de test appelée IQPC (Indice de qualité phytocénotique des cours d'eau). Cette méthode, expérimentée depuis 2016 sur la Hem a été adaptée en 2021 en y ajoutant notamment un IQFC (indice de qualité fonctionnelle des cours d'eau). L'objectif est de pouvoir attribuer une note à une portion de cours d'eau en fonction, d'une part, des peuplements phanérogamiques aquatiques présents et d'autre part, une note en fonction des facteurs abiotiques (cf. note méthodologique en partie 2). Une station témoin a également été suivie en aval de l'ancien Moulin de Gothem pour permettre une comparaison.

Un état des lieux a été effectué en 2016 sur le site du Moulin de Leulenne et sur sa station témoin (GELEZ, 2017). Les travaux de reméandrage et d'effacement de seuils ayant été réalisés en 2017 au niveau du Moulin de Leulenne, l'objet de ce document est de présenter l'ensemble des résultats obtenus lors des campagnes de terrain menées en 2016 (GELEZ, 2017), 2018 (GELEZ, 2018), 2020 (GELEZ, 2020) et 2023.



PARTIE 2

MÉTHODOLOGIE

La méthode utilisée pour le suivi des stations restaurées de la Hem (GELEZ, 2017, 2018 et 2020) consistait à calculer un indice de qualité phytocénotique des cours d'eau (IQPC) en fonction de deux paramètres : la qualité de la végétation aquatique présente dans le cours d'eau et celle de son substrat.

Cette méthode qui était en cours de test, a été révisée en 2021 dans le cadre d'une autre étude menée sur la Hem et sur la Course (MONEIN, GELEZ & LECRON, 2022).

La méthode révisée n'est pas applicable :

- aux têtes de bassin versant montagnard dans lesquelles il n'y a pas de végétations aquatiques phanérogamiques (courant trop violent pour l'enracinement) ;
- aux rivières bordées de forêts galeries qui limitent la pénétration de la lumière et donc le développement des végétations aquatiques phanérogamiques.

Pour ces deux cas, il serait possible de créer une note intégrant les bryophytes, les lichens et les algues (non réalisé dans cette étude).

Les modifications apportées à l'ancienne méthode ont pour objectif de mieux apprécier la part liée au milieu physique et celle liée à la présence de végétations aquatiques phanérogamiques. Il a ainsi été proposé de distinguer :

- 1 une note phytocénotique = IQPC : indice de qualité phytocénotique cours d'eau (liée uniquement à la qualité de la végétation phanérogamique présente dans le cours d'eau) ;
- 2 une note fonctionnelle = IQFC : indice de qualité fonctionnelle cours d'eau (liée uniquement aux conditions écologiques présentes dans le cours d'eau et son environnement proche).

1. Note phytocénotique = Indice de la qualité phytocénotique du cours d'eau (IQPC)

Sur les cours d'eau de la façade ouest de notre région, il est possible de distinguer trois conditions écologiques différentes :

- la partie amont (tête de bassin), aux cours d'eau étroits (quelques dizaines de centimètres), de faible profondeur (quelques centimètres) et à débit relativement faible ;
- la partie moyenne du cours d'eau, plus large (quelques mètres), à profondeur moyenne (quelques dizaines de centimètres) et à débit moyen à rapide ;
- la partie aval du cours d'eau (souvent canalisée), de largeur variable (plusieurs mètres à quelques dizaines de mètres), à profondeur importante (supérieure au mètre) et à débit lent.

Sur la Hem, en fonction de ce zonage, différents cortèges de végétations sont attendus. Les données, informations et retours de terrain concernant la présence de végétations dans cette partie du cours d'eau sont assez rares et fragmentaires. En l'absence de certitudes, nous proposons provisoirement ce qui suit :

Partie amont :

- *Groenlandietum densae* (végétation purement aquatique) ;
- Groupement à *Berula erecta* (végétation aquatique à amphibie) ;
- *Helosciadietum nodiflori* (végétation aquatique à amphibie).

Partie moyenne :

- *Ranunculo penicillati calcarei - Sietum erecti submersi* ;
- *Veronico beccabungae - Callitrichetum platycarpae* ;
- Groupement à *Callitriche obtusangula* et *Callitriche platycarpa* ;
- *Zannichellietum palustris*.

Partie aval :

- *Sparganio emersi - Potametum pectinati* ;
- « *Potamo perfoliati - Ranunculetum circinati* (résurgence dans la rivière) » ;
- *Sagittario sagittifoliae - Sparganietum emersi* ;
- *Nymphaeetum albo-luteae*.

Attribution des notes en fonction des végétations présentes

zonage	Nom de la végétation	Note
Partie amont	<i>Groenlandietum densae</i>	16
	Groupement à <i>Berula erecta</i>	14
	<i>Helosciadietum nodiflori</i>	10
Partie moyenne	<i>Ranunculo penicillati calcarei - Sietum erecti submersi</i>	16
	<i>Veronico beccabungae - Callitrichetum platycarpae</i>	14
	Groupement à <i>Callitriche obtusangula</i> et <i>Callitriche platycarpa</i>	10
	<i>Zannichellietum palustris</i>	10
Partie aval	<i>Sparganio emersi - Potametum pectinati</i>	16
	« <i>Potamo perfoliati - Ranunculetum circinati</i> »	16
	<i>Sagittario sagittifoliae - Sparganietum emersi</i>	14
	<i>Nymphaeetum albo-luteae</i>	10

En fonction de l'expression de la végétation, la note de chaque végétation peut être dévaluée :

- cortège d'espèces caractéristique et couverture importante de la végétation (végétation bien exprimée) = note maximale ;
- cortège d'espèces caractéristique mais couverture de la végétation dispersée sous forme de patches plus ou moins gros (végétation moyennement exprimée) = moins 2 points ;
- cortège d'espèces caractéristique mais individus isolés (végétation mal exprimée) = moins 4 points ;
- communauté basale, souvent dominée par une espèce (hors *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*) (végétation dégradée) = moins 6 points.

Système de notation

La végétation présente dans le cours d'eau et dont la note est la plus importante sert de base à la notation. Chaque végétation phanérogamique supplémentaire appartenant à la même zonation dans le cours d'eau, apporte 2 points si bien exprimée, 1 point si moyennement exprimée, 0,5 point si mal exprimée. Chaque végétation phanérogamique supplémentaire appartenant à une zonation différente dans le cours d'eau, apporte 1 ; 0,5 ; 0,25 points supplémentaires en fonction de son expression.

Exemple sur un tronçon de 100 mètres en partie moyenne

Zonage	Recouvrement (en %)	Végétation	Note
Végétations caractéristiques de la partie moyenne des cours d'eau	30	<i>Ranunculo penicillati calcarei</i> - <i>Sietum erecti submersi</i>	16
	1 = mal exprimé	<i>Veronico beccabungae</i> - <i>Callitrichetum platycarpae</i>	0,5
Végétations caractéristiques de la partie aval des cours d'eau	2 = mal exprimé	<i>Helosciadietum nodiflori</i>	0,25
Total			16,75

Évaluation de la note phytocénotique (IQPC) :

$IQPC \geq 16$ = très bon

$13 \leq IQPC < 16$ = moyen

$IQPC < 13$ = mauvais

2. Note fonctionnelle = Indice de la qualité fonctionnelle du cours d'eau (IQFC)

Pour constituer cette note, sont retenus cinq éléments fonctionnels :

- granulométrie ;
- profondeur du cours d'eau ;
- végétation des berges ;
- contexte environnemental ;
- degré d'artificialisation des berges.

Système de notation pour chaque élément fonctionnel

- 1 Granulométrie (composition granulométrique du substrat du fond du cours d'eau) du tronçon de cours d'eau étudié (en fonction du zonage : partie amont, moyenne et aval)
 - Parties amont et moyenne
 - vase = 0 point
 - sable = 1 point
 - graviers, cailloux ou blocs = 2 points
 - Partie aval
 - vase = 1 point
 - sable = 1 point
 - graviers, cailloux ou blocs = 2 points
- 2 Profondeur moyenne du tronçon de cours d'eau étudié (en fonction du zonage)
 - Partie amont
 - inférieur à 0,5 mètre = 1 point
 - supérieur à 0,5 mètre = 0 point
 - Partie moyenne
 - inférieur à 1 mètre = 1 point
 - supérieur à 1 mètre = 0 point
 - Partie aval
 - inférieur à 1,5 mètre = 1 point
 - supérieur à 1,5 mètre = 0 point
- 3 Végétation des berges du tronçon de cours d'eau étudié
 - Végétation des berges recouvrant totalement la rivière (défavorable aux phanérogames aquatiques) = 0 point
 - Végétation des berges recouvrant partiellement la rivière = 1 point
 - Végétation des berges ne recouvrant pas la rivière (favorable aux phanérogames aquatiques) = 2 points
- 4 Contexte environnemental global au niveau du tronçon de cours d'eau étudié
 - Type agricole céréalier ; urbanisé = 0 point
 - Type agricole herbager ; forestier = 1 point
- 5 Degré d'artificialisation des berges du tronçon de cours d'eau étudié
 - Totalement canalisé = 0 point
 - Partiellement canalisé ou canalisation par génie écologique = 0,5 point
 - Totalement libre = 1 point

Exemple sur un tronçon de 100 mètres en partie moyenne

- 1 Granulométrie (composition granulométrique du substrat du fond du cours d'eau ; la note se calcule en fonction du recouvrement en % de chaque élément du substrat).
Exemple : vase 0 % + sable 10 % + graviers, cailloux et blocs 90 % = $0*0 + 0,1*1 + 0,9*2 = 1,9$ points
- 2 Profondeur moyenne : 0,4 mètres = **1 point**
- 3 Végétation des berges (la note se calcule en fonction du recouvrement en %).

Exemple : végétation ne recouvrant pas la rivière 50 % + végétation recouvrant la rivière partiellement 30 % + végétation recouvrant totalement la rivière 20 % = $0,5*2 + 0,3*1 + 0,2*0 = 1,3$ **points**

4 Contexte environnemental global : prairie = **1 point**

5 Degré d'artificialisation des berges

Exemple : canalisation d'une partie de la rive droite par des planches = **0,5 points**

Note globale = $1,9 + 1 + 1,3 + 1 + 0,5 = 5,7$ / **maximum de 7**

Évaluation de la note fonctionnelle (IQFC)

$IQFC \geq 6$ = très bon

$4 \leq IQFC < 6$ = moyen

$IQFC < 4$ = mauvais



PARTIE 3

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

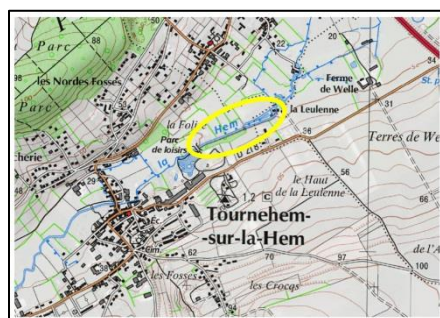
Cette partie est présentée sous la forme de fiches dans la suite du document.

FICHE DE SUIVI DES RESTAURATIONS DE COURS D'EAU

Rétablissement de la continuité écologique par effacement de vannage et reméandrage de la Hem au droit du site du moulin de Leulenne (Pas-de-Calais)

LOCALISATION : Tournehem-sur-la-Hem, Nordausques et Zouafques, au niveau du moulin de Leulenne.

CONTEXTE : la Hem était canalisée sur plusieurs dizaines de mètres en amont pour être dirigée vers les deux biefs du moulin de Leulenne (bief principal et bief en rive gauche contournant le moulin par le Nord). Un ancien étang partiellement atterri était également présent en rive gauche, en amont du moulin. Celui-ci était logé entre la Hem et un petit ruisseau alimenté par des sources.



TRAVAUX INITIALEMENT ENVISAGÉS : reméandrage de la Hem par modification du profil de son lit actuel. La totalité du débit contournera le moulin en rive gauche (au Nord). Les deux biefs seront totalement comblés et en partie remblayés. L'étang sera remplacé par des dépressions humides.

LINÉAIRE DU REMÉANDRAGE : 386 m.

SURFACE DES DÉPRESSIONS CRÉÉES : quelques dizaines de m².

ANNÉES DE SUIVI : printemps/été 2016 ; été/automne 2018 ; été 2020, été 2023.

DATES DES TRAVAUX : été/automne 2017.

OBSERVATEURS : William Gelez (CBN de Bailleul).

ÉTAT DU SITE AVANT TRAVAUX, APRÈS TRAVAUX, TROIS ANS APRÈS TRAVAUX ET SIX ANS APRÈS TRAVAUX :

Aval du Moulin = Station aval restaurée (environ 300 mètres)





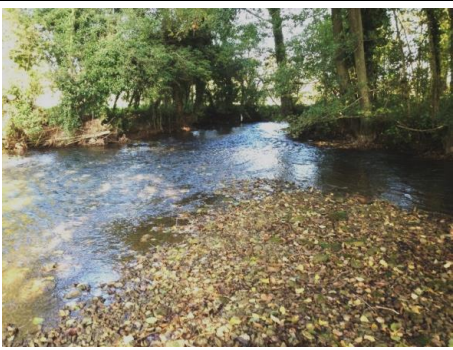



- IQPC avant travaux = 10/20
- IQPC après travaux = 10,125/20
- IQPC trois ans après travaux = 10,25/20
- IQPC six ans après travaux = 11,25/20

- IQFC avant travaux = 4,375/7
- IQFC après travaux = 4,875/20
- IQFC trois ans après travaux = 4,95/20
- IQFC six ans après travaux = 4,95/20

Détail du calcul en annexe

Aspect général de la station



Photos avant travaux	Photos après travaux	Photos trois ans après travaux	Photos six ans après travaux
Biefs du moulin de Leulenne			
			
<p>Avant les travaux, à la sortie du bief principal, la fosse était envasée avec une végétation quasi inexistante. Seul le bief de contournement présentait un substrat plus riche en cailloux/graviers parfois ponctués de végétations à Zannichellie des marais (<i>Zannichellietum palustris</i>). Les travaux ont permis de combler le bief principal et de faire passer la totalité du débit au niveau de l'ancien bief de contournement. En 2018, 2020 et 2023, la végétation à Zannichellie des marais était toujours présente. On pourra également noter sur quelques mètres carrés la présence d'une communauté à Myriophylle en épis (<i>Myriophyllum spicatum</i>) et d'une seconde à Potamot crépu (<i>Potamogeton crispus</i>). Cette dernière n'a pas été observée en 2023, mais à l'inverse, on notera l'apparition d'un herbier à Renoncule des eaux calcaires (<i>Ranunculo penicillati penicillati</i> - <i>Sietum erecti submersi</i>) qui pourrait témoigner d'une amélioration des conditions du milieu.</p>			
Lit mineur de la Hem 50 mètres et plus en aval du moulin			
			
<p>Peu de changements constatés entre 2016, 2018, 2020 et 2023 sauf à la sortie du bief principal avec le comblement de la fosse. Les travaux ont permis de faire disparaître les deux biefs ainsi que la fosse envasée juste à l'aval du bief principal. L'IQPC et l'IQFC s'améliorent légèrement en 2018, 2020 et 2023. Néanmoins, sur l'ensemble de la station restaurée aval, la qualité du cours d'eau reste sensiblement inchangée, le substrat est constitué en majorité de cailloux/graviers et parfois de petits blocs. Les communautés phanérogamiques sont toujours peu représentées. L'ombrage porté par la ripisylve en est probablement la cause.</p>			

Amont du moulin = Station amont restaurée (environ 600 mètres)

- IQPC avant travaux : = 10,25/20
- IQPC après travaux = 10,75/20
- IQPC trois ans après travaux = 12,5/20
- IQPC six ans après travaux = 13/20

- IQFC avant travaux = 2,15/7
- IQFC après travaux = 6/7
- IQFC trois ans après travaux = 5,9/7
- IQFC six ans après travaux = 5,55/7

Détail du calcul en annexe

Aspect général de la station avant travaux



**Aperçu de la station pendant les
travaux**




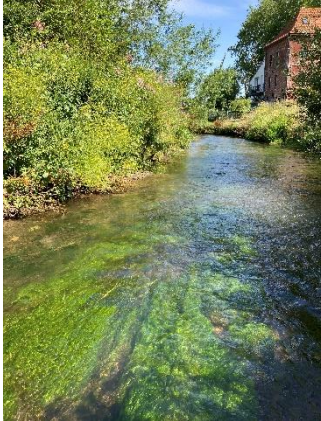






**Aspect général de la station après
travaux**



**Aspect général de la station trois
ans après travaux**



Photos avant travaux	Photos après travaux	Photos trois ans après travaux	Photos six ans après travaux
Amont immédiat du moulin			
			
<p>Avant les travaux, à l'entrée du bief principal, le substrat était dominé par un substrat vaseux sur lequel se développait une communauté à Myriophylle en épi (<i>Myriophyllum spicatum</i>). Les travaux ont permis de restaurer un substrat sablo-caillouteux parfois colonisé par des végétaux aquatiques comme la Zannichellie des marais (<i>Zannichellia palustris</i>) mais aussi par des espèces de plus grand intérêt notamment avec l'apparition en 2020, puis son maintien jusqu'en 2023, de la Renoncule des eaux calcaires (<i>Ranunculus penicillatus</i> subsp. <i>pseudofluitans</i>). Peu à peu, se forme un herbier à Renoncule des eaux calcaires (<i>Ranunculo penicillati penicillati</i> - <i>Sietum erecti submersi</i>) de grand intérêt mais ponctuel. Au cours des années de suivis, la note de l'IQPC est en augmentation constante.</p>			
Lit de la Hem au-delà de 100 mètres en amont du moulin			
			
<p>Avant les travaux, le courant était faible à nul, la profondeur était supérieure à 1 mètre, le substrat était vaseux alternant parfois avec des faciès sablo-vaseux à caillouteux ponctuellement. La ripisylve était peu diversifiée mais suffisamment couvrante pour limiter la pénétration de la lumière et le développement de végétaux aquatiques.</p>			





Les travaux ont permis d'élargir le lit mineur, d'accentuer la vitesse du courant et de réduire la profondeur de plus d'un mètre à quelques dizaines de centimètres. En 2018, le substrat est maintenant dominé par les cailloux et graviers (apport artificiel), la vase est peu présente sauf au niveau des parties internes des méandres, ce qui permet notamment l'installation très ponctuelle de petites cressonnières de cours d'eau (*Apion nodiflori*). L'herbier aquatique à Zannichellie des marais (*Zannichellietum palustris*) ponctue régulièrement le substrat. On observe une très nette amélioration de l'IQFC.

En 2020 puis 2023, si le substrat reste dominé par les cailloux et graviers, l'érosion des berges semble être à l'origine d'une augmentation de l'envasement du substrat. L'herbier aquatique à Zannichellie des marais ponctue régulièrement le substrat et semble en extension, néanmoins, les petites cressonnières de cours d'eau (*Apion nodiflori*) ont totalement disparu (l'érosion des berges ayant occasionné des abrupts peu favorables à cette végétation). Il faut noter que la valeur de l'IQFC a légèrement diminué par rapport à 2018 (l'envasement et l'ombrage des arbres en cours de développement en sont les principales conséquences).

Érosion des berges



Enjeux flore

Photos avant travaux	Photos après travaux	Photos trois ans après travaux	Photos six ans après travaux
Flore d'intérêt patrimonial			
			

Avant les travaux, quelques individus de Cardère poilue (*Dipsacus pilosus*) avaient été identifiés sur la berge Nord, environ 200 mètres en amont du moulin. Cette espèce d'intérêt patrimonial et déterminante de ZNIEFF est considérée comme peu commune à l'échelle des Hauts-de-France. Il était à craindre la disparition de cette espèce avec la réalisation des travaux, et, en effet, les quelques individus n'ont pas été revus en 2018.

En revanche, une nouvelle espèce d'intérêt patrimonial, assez rare et quasi-menacée en région Hauts-de-France a été observée suite aux travaux. Il s'agit du Potamot dense (*Groenlandia densa*). Cette espèce aquatique a été localisée juste en aval du moulin.

En 2020 puis 2023, plusieurs individus de Cardère poilue (*Dipsacus pilosus*) ont été identifiés non loin de la station initialement découverte en 2016. Il est probable que les mouvements de terres, talutages, etc. aient conduit à la dispersion de graines. (L'espèce est probablement passée inaperçue lors des prospections en 2018). Il faut ajouter également l'observation en 2020 de deux autres espèces d'intérêt patrimonial et déterminantes de ZNIEFF. Il s'agit du Potamot crépu (*Potamogeton crispus*) identifié juste en aval du moulin et de la Renoncule des eaux calcaires (*Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*) identifiée juste en amont du moulin. Cette dernière espèce est protégée dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais. Signalons en revanche que le Potamot dense (*Groenlandia densa*) n'a pas été revu en 2020 et 2023 et que le Potamot crépu (*Potamogeton crispus*) n'a pas été revu en 2023. En revanche, les individus de Renoncule des eaux calcaires (*Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*), espèce cible dans ce contexte de rivière, sont de plus en plus nombreux. On notera également que la Zannichellie des marais (*Zannichellia palustris*), également d'intérêt patrimonial, est de plus en plus présente sur le tronçon.

Espèces exotiques envahissantes



Avant les travaux, deux espèces exotiques envahissantes avaient été signalées sur le site. Il s'agissait de la Balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*) et de la Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*). Si la première des deux était régulièrement présente sur l'ensemble du tronçon, seuls deux patches de Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*) avaient été localisés. Cette dernière espèce n'a pas été revue en 2018, 2020 et 2023. En revanche, la Balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*) a été observée régulièrement sur les berges en 2018, 2020 et 2023. On peut aussi noter la présence également régulière de deux nouvelles espèces exotiques envahissantes : la Mimule tacheté (*Erythranthe guttata*) et l'arbre à papillons (*Buddleja davidii*) apparues à partir de 2018 et toujours présentes en 2020 et 2023. Les différentes espèces exotiques envahissantes encore présentes en 2023 ne semblent pas pouvoir occasionner une gêne notamment vis-à-vis de la flore indigène.

Diversité floristique dans la Hem

En 2016, avant les travaux, il était possible d'observer du Myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum*), de la Zannichellie des marais (*Zannichellia palustris*) et la forme aquatique du Mouron d'eau (*Veronica anagallis-aquatica*).

En 2018, il était possible d'observer du Myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum*), de la Zannichellie des marais (*Zannichellia palustris*), la forme aquatique du Mouron d'eau (*Veronica anagallis-aquatica*) et du Potamot dense (*Grenlandia densa*).

En 2020, il était possible d'observer du Myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum*), de la Zannichellie des marais (*Zannichellia palustris*), la forme aquatique du Mouron d'eau (*Veronica anagallis-aquatica*), de la Renoncule des eaux calcaires (*Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*) et du Potamot crépu (*Potamogeton crispus*).

En 2023, il était possible d'observer du Myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum*), de la Zannichellie des marais (*Zannichellia palustris*), la forme aquatique du Mouron d'eau (*Veronica anagallis-aquatica*) et de la Renoncule des eaux calcaires (*Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*).

Enjeux habitats

Photos avant travaux	Photos après travaux	Photos trois ans après travaux	Photos six ans après travaux
			

Avant les travaux, les enjeux habitats étaient faibles. Les végétations aquatiques étaient très peu représentées et n'occupaient que de petites surfaces (quelques mètres carrés cumulés). On pouvait citer une végétation à Zannichellie des marais (*Zannichellietum palustris*) dans les zones lotiques non ombragées (principalement localisée très en amont du moulin ; 300m), une communauté à Myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum*) en amont des deux biefs, le Groupement à *Callitriche obtusangula* et *Callitriche platycarpa*. On notait également la présence de végétations algales (tapis denses à *Vaucheria* notamment) ou de communautés bryophytiques (*Fontinalis antipyretica*, *Cratoneuron filicinum*, *Pellia endiviifolia*).

Les berges étaient occupées par une ripisylve constituée d'une végétation arbustive à arborée banale, principalement constituée d'aulnes et souvent très réduite en largeur sous laquelle se développait une végétation d'ourlet nitrophile légèrement mésohygrophile de faible intérêt (principalement dominé par l'ortie). Quelques gros sujets de Saule blanc (*Salix alba*) taillés en têtard étaient présents le long des berges en rive gauche.

Avant les travaux, la ripisylve bloquait l'arrivée de lumière, en conséquence, les végétations phanérogamiques aquatiques étaient très peu présentes.

Les travaux par l'enlèvement de la ripisylve, l'élargissement du lit, son changement de nature, la réduction de la profondeur et l'accélération de la vitesse du courant ont permis aux végétations aquatiques de s'étendre légèrement. La communauté à Myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum*) a fortement régressé au profit de la végétation à Zannichellie des marais (*Zannichellietum palustris*) et de la végétation à Renoncule des eaux calcaires (*Ranunculo penicillati penicillati* - *Sietum erecti submersi*). Même si cette dernière est présente de façon ponctuelle, elle est d'un intérêt bien supérieur.

En 2020, les petites cressonnières de bord de rivière présentes en 2018 au niveau des méandres ont disparu. Les berges qui abritaient des végétations peu diversifiées et plutôt banales avant les travaux, laissent place à une végétation non encore structurée mais bien plus diversifiée. On y observe de nombreuses espèces de milieux plus ou moins humides, notamment de nombreuses espèces de mégaphorbiaies comme : Épilobe hérissé (*Epilobium hirsutum*), Cirse maraîcher (*Cirsium oleraceum*), Patience agglomérée (*Rumex conglomeratus*), Eupatoire chanvrine (*Eupatorium cannabinum*), Alpiste faux-roseau (*Phalaris arundinacea*), Menthe aquatique (*Mentha aquatica*), Liseron des haies (*Convolvulus sepium*), Salicaire commune (*Lythrum salicaria*), Scrofulaire aquatique (*Scrophularia auriculata*), Consoude officinale (*Symphytum officinale*), Reine-des-prés (*Filipendula ulmaria*) mais également des espèces de friches nitrophiles comme : Moutarde noire (*Brassica nigra*), Grande ortie (*Urtica dioica*), Ronce bleuâtre (*Rubus caesius*), Gailllet gratteron (*Galium aparine*), Armoise commune (*Artemisia vulgaris*), Cirse commun (*Cirsium vulgare*), Cirse des champs (*Cirsium arvense*) (signe de la cicatrisation progressive des milieux) ou encore de jeunes arbustes dépassant parfois 2 mètres comme le Saule blanc (*Salix alba*) et l'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*).

Face à l'augmentation en nombre et en taille des arbustes, une coupe d'une partie des arbustes a été réalisée en 2022 pour permettre de maintenir une structure de friche mésohygrophile de type mégaphorbiaie au moins sur une partie des berges Nord.

FICHE DE SUIVI DES RESTAURATIONS DE COURS D'EAU

Évaluation de la station témoin non altérée (station de référence) sur la Hem en aval du Moulin Gothem (Pas-de-Calais)

LOCALISATION : Tournehem-sur-la-Hem, en aval de l'ancien Moulin de Gothem.

CONTEXTE : la Hem coule librement au sein des prairies de pâture. Celle-ci présente des méandres avec des zones de dépôts et des zones d'érosion. À l'étiage, des îlots plus ou moins végétalisés peuvent apparaître.

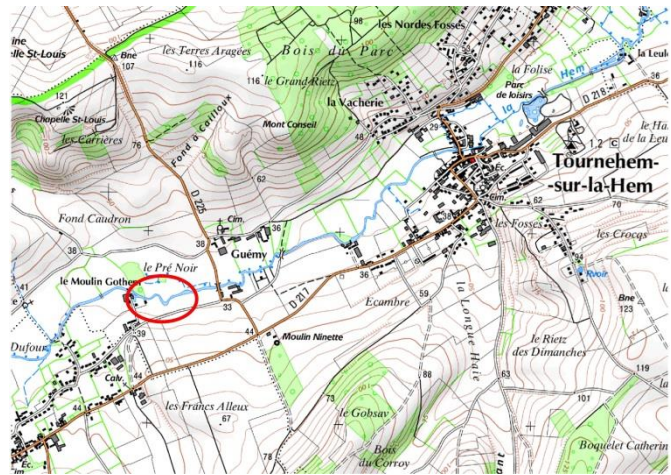
TRAVAUX : aucun, il s'agit d'une station témoin.

LINÉAIRE : 170 mètres.

ANNÉES DE SUIVI : été/automne 2016, automne 2018 et été 2020.

OBSERVATEURS : William Gelez (CBN de Bailleul).

ÉTAT DU SITE :



Aval du Moulin = Station Témoin (environ 300 mètres)

- IQPC en 2016 : = 13/20
- IQPC en 2018 = 13/20
- IQPC en 2020 = 10,5/20
- IQPC en 2023 = 13/20

- IQFC en 2016 = 6,35/7
- IQFC en 2018 = 6,5/7
- IQFC en 2020 = 6,4/7
- IQFC en 2023 = 6,2/7

Détail du calcul en annexe 2

Photos avant travaux



2006-2010



2015

Photos après travaux



2017



2018

Photos quatre ans après travaux



2021

État général

Au niveau du tronçon étudié, la Hem est peu contrainte par de quelconques aménagements. En effet, celle-ci peut divaguer librement. Elle présente par endroits des zones de dépôts et à d'autres des zones d'érosion. Le delta observé entre les campagnes des photos aériennes de 2006-2010 et celles de 2015 montre des décalages (érosions/dépôts) jusqu'à 25 mètres. La photo aérienne de 2017 par rapport à celle de 2015 montre davantage la colonisation des dépôts alluviaux par la végétation. Il est néanmoins possible d'y constater que le lit de la rivière s'est encore déplacé, notamment le méandre Nord dont la courbure s'accroît. En 2018, le méandre Nord devient de plus en plus aigu et l'érosion s'accroît encore un peu vers l'est. La photo aérienne de 2021 montre encore une accentuation de l'érosion de ce méandre vers le nord-est. Il faudra également remarquer un autre point d'érosion en cours, au niveau du méandre sud. Ces deux méandres continuent leur érosion en 2023. Les campagnes de terrain montrent encore une accentuation de l'érosion vers l'est pour le méandre Nord et une accentuation de l'érosion vers le sud pour le méandre sud.

Érosions/dépôts progressifs au niveau des berges



La note de l'IQPC reste inchangée en 2016, 2018 et 2023. En revanche, en 2020, on observe une baisse significative de la note. L'absence cette année-là de la Renoncule des eaux calcaires (*Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*) en est la cause. On observe à partir de 2020 un enrichissement du substrat en limons (vase) ce qui conduit à une diminution progressive de la note de l'IQFC jusqu'en 2023. Ce changement de nature du substrat est principalement lié à l'érosion des berges.

Destruction des aménagements liés aux activités agricoles de pâturage



L'érosion et les matériaux charriés par la rivière ont eu raison de l'aménagement réalisé sur la berge permettant l'abreuvement du bétail tout en limitant les effets bourbiers. On remarquera en 2020 que cette érosion s'est accentuée un peu partout sur ce tronçon. Les clôtures qui étaient à l'origine placées à bonne

distance du cours d'eau (au minimum 2 mètres) sont par endroits tombées dans la rivière. Les matériaux érodés, principalement constitués de terres végétales s'accumulent alors dans certains méandres et remplacent le substrat caillouteux par des vases et limons. L'érosion s'accélère également un peu partout en 2023 si bien que la quasi-totalité des clôtures sont tombées dans la rivière.

Colonisation progressive des zones de dépôts



Les végétations de grèves exondées sont progressivement colonisées par une friche nitrophile mésohygrophile à hygrophile. Les arbustes (principalement des aulnes) colonisent progressivement ce type de friche à partir de 2020. Ils atteignent une hauteur d'environ 7 mètres en 2023.

Les végétations aquatiques sont très peu représentées sur le tronçon



En 2016, les végétations aquatiques phanérogamiques sont très peu représentées sur ce tronçon de cours d'eau. En effet, mis à part quelques espèces qui ponctuent le fond de la rivière comme le Mouron d'eau (*Veronica anagallis-aquatica*), ce sont principalement les communautés algales qui dominent avec des tapis parfois très couvrants de *Vaucheria sp.*, indicateur d'une trophie relativement élevée des eaux.

En 2018, les végétations phanérogamiques aquatiques, notamment à Zannichellie des marais (*Zannichellia palustris*) sont légèrement plus représentées qu'en 2016. Il semble que les tapis de *Vaucheria sp.* soient moins présents (peut-être une cause des faibles précipitations estivales et donc des ruissellements des parcelles agricoles dans les rivières ces dernières années). En 2020, les végétations aquatiques se limitent à quelques touffes de Mouron d'eau et de Zannichellie des marais. En 2023, hormis quelques individus très ponctuels de Mouron d'eau (*Veronica anagallis-aquatica*), de Zannichellie des marais (*Zannichellia palustris*) et de Renoncule des eaux calcaires (*Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*), les végétations phanérogamiques sont quasiment absentes.

Renoncule des eaux calcaires (*Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*)



Les quelques stations de Renoncule des eaux calcaires (*Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*), espèce rare et protégée en Nord et Pas-de-Calais ont été observés en 2016, 2018 et 2023. En revanche, l'espèce n'a pas été revue en 2020.

Deux espèces exotiques envahissantes sont présentes sur le tronçon



La station d'espèce potentiellement exotique envahissante comprenant un unique individu de Mimule tacheté (*Mimulus guttatus*) observé en 2016 et 2023 n'a pas été observée en 2018 et 2020. En revanche, au moins pour les années 2020 et 2023, on signalera la présence régulière de la Balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*) sur les berges.



PARTIE 4

CONCLUSION

Le tableau suivant présente de manière synthétique les résultats en 2016, 2018, 2020 et 2023 des IQPC (Indice de qualité phytocénotique cours d'eau) et des IQFC (Indice de qualité fonctionnelle des cours d'eau) pour la station témoin en aval du moulin de Gothem, ainsi que pour la station restaurée aval et amont du moulin de Leulenne.

Station de mesure	Station témoin	Station aval restaurée	Station amont restaurée
IQPC 2016	13	10	10,25
Travaux de restauration 2017			
IQPC 2018	13	10,125	10,75
IQPC 2020	10,5	10,25	12,5
IQPC 2023	13	11,25	13
IQFC 2016			
IQFC 2016	6,35	4,375	2,15
Travaux de restauration 2017			
IQFC 2018	6,5	4,875	6
IQFC 2020	6,4	4,95	5,9
IQFC 2023	6,2	4,95	5,55

La station témoin n'a subi aucun aménagement, si ce n'est la pose en périphérie du cours d'eau de clôtures et d'un système d'abreuvoir pour le bétail. Hormis une note plus faible en 2020 (due à l'absence de Renoncule en pinceaux), la valeur de l'IQPC reste inchangée au cours du temps. On remarquera une légère diminution de la note de l'IQFC en 2020 puis 2023 à cause d'un léger envasement principalement causé par l'érosion des berges qui, en s'affaissant, enrichissent le lit de la rivière en limons et vases au détriment des cailloux/graviers.

Suite aux travaux de restauration de la continuité écologique du cours d'eau la Hem au niveau du moulin de Leulenne, chaque année, la valeur de l'IQPC augmente à la fois au niveau de la station amont et de la station aval. En effet, l'absence de communautés ou la présence de communautés végétales en place avant les travaux (communauté d'eaux stagnantes) est progressivement remplacée par des communautés d'eaux vives caractéristiques de ce type de rivière.

La valeur de l'IQFC a légèrement augmenté la première année et tend à se stabiliser les années suivantes pour la station aval tandis qu'elle a énormément augmenté lors de la première année pour la station amont (effet de la recharge artificielle du lit de la rivière en cailloux/graviers et suppression de la végétation riveraine permettant l'éclairage de la rivière), puis elle tend à diminuer légèrement au cours des années suivantes (envasement progressif dans certains méandres principalement causé par l'érosion des berges et croissance d'une ripisylve bloquant l'accès à la lumière).

Au-delà de la valeur de l'IQPC, on pourra noter au niveau de la station amont restaurée, que l'augmentation de la vitesse du courant, la recharge en graviers et cailloux, les reméandrages et l'abaissement de la profondeur combiné à l'enlèvement de la ripisylve (remise en lumière) ont permis l'installation d'espèces de plantes aquatiques plus ou moins remarquables, et ce très rapidement après les travaux. On notera le Potamot dense (*Grenlandia densa*) en 2018 (néanmoins non revu en 2020 et 2023), le Potamot crépu (*Potamogeton crispus*) en 2020 (néanmoins non revu en 2023), la Zannichellie des marais (*Zannichellia palustris*) de plus en plus présente au cours du temps et la Renoncule des eaux calcaires (*Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*) à partir de 2020. Ces quatre espèces sont considérées d'intérêt patrimonial. En ce qui concerne la Renoncule des eaux calcaires, on observe une augmentation des stations et de leurs surfaces entre 2020 et 2023.

Les opérations menées ont réellement permis de transformer cette portion de rivière (au moins pour la partie amont). La valeur de l'IQPC pour la station restaurée amont a progressivement évolué positivement pour atteindre aujourd'hui celle de la station témoin. Cette valeur qualifie un état écologique moyen. En revanche, si la valeur de l'IQFC était très proche de celle de la station témoin juste après les travaux, celle-ci semble diminuer progressivement au cours des années suivantes.

Les berges, qui progressivement se boisent et conduisent à un ombrage de plus en plus important sur la rivière, sont à terme très préjudiciables à la flore phanérogame des cours d'eau. Une gestion des ripisylves doit être engagée. Une gestion par fauche des berges doit également être réalisée pour limiter la colonisation des ligneux et en même temps favoriser la structuration de végétations herbacées de type mégaphorbiaie qui hébergent d'ailleurs la Cardère poilue (*Dipsacus pilosus*), espèce d'intérêt patrimonial, disparue à la suite des travaux puis réapparue à partir de 2020.

La carte suivante présente la localisation de l'ensemble des espèces d'intérêt patrimonial identifiées sur le site du moulin de Leulenne.



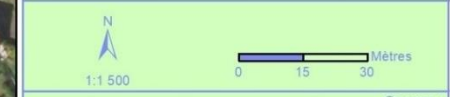
Référence interne - C:\ETUDES_CARTO\Etudes2020\N_Hem_Leulenne\75019\Projet

Suivi de la restauration écologique du cours d'eau « La Hem » au Moulin de Leulenne

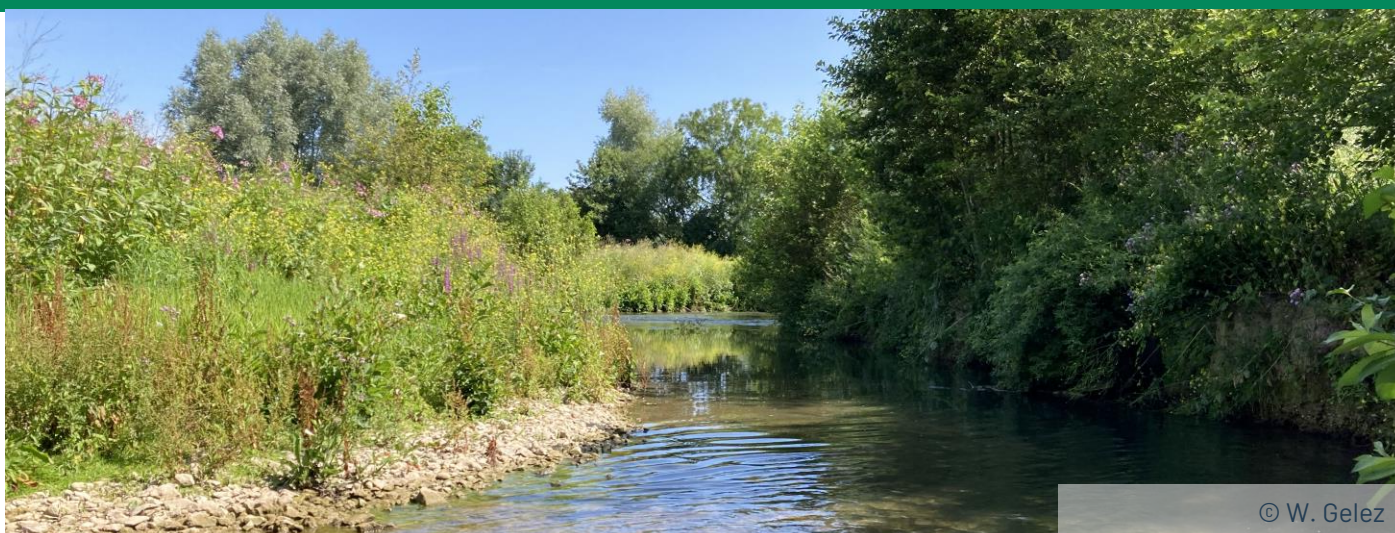
Localisation de la flore d'intérêt
patrimonial observée en 2020/23



- Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* (Renoncule des eaux calcaires) [R ; LC ; R NPC]
- Groenlandia densa* (Potamot dense) [AR ; NT]
- Hordeum secalinum* (Orge faux-seigle) [AR ; LC]
- Potamogeton crispus* (Potamot crépu) [PC ; LC]
- Salix triandra* (Saule amandier) [PC ; LC]
- Dipsacus pilosus* (Cardère poilue) [PC ; LC]
- Dipsacus pilosus* (Cardère poilue) [PC ; LC] observée en 2016



Source :
ORTHO2018 | Géo2France © Tous droits réservés
Lambert 93 - RGF93
Copie et reproduction interdites



© W. Gelez

PARTIE 5

ANNEXES

Détail des calculs de l'IQPC et de l'IQFC pour les différentes stations de mesures

- « STATION RESTAURÉE AVAL »

Lieu de mesure : station restaurée aval en prenant en compte le bief principal c'est-à-dire au niveau de la chute d'eau du moulin (linéaire : 295 mètres – largeur : environ de 5 à 12 mètres)

- **IQPC avant travaux** : 1 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) = 16-6 = **10/20**
- **IQPC après travaux** : 1 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) = 16-6 = **10/20**
- **IQPC trois ans après travaux** : 1 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) = 16-6 = **10/20**
- **IQPC six ans après travaux** : 1 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) = 16-6 = **10/20**

- **IQFC avant travaux : 4,25**
Granulométrie = 60 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 15 % sable (coef. 1) ; 25 % vase (coef. 0) = $0,6*2 + 0,15*1 + 0,25*0 = 1,35$
Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = **1**
Végétation des berges = couvrant totalement 70 % ; couvrant partiellement 20 %, ne couvrant pas 10 % = $0,7*0 + 0,2*1 + 0,1*2 = 0,4$
Contexte environnemental = pâture et boisements = **1**
Artificialisation des berges = partiellement artificielles = **0,5**
- **IQFC après travaux : 4,95**
- Granulométrie = 70 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 15 % sable (coef. 1) ; 15 % vase (coef. 0) = $0,7*2 + 0,15*1 + 0,15*0 = 1,55$
- Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = **1**
- Végétation des berges = couvrant totalement 70 % ; couvrant partiellement 20 %, ne couvrant pas 10 % = $0,7*0 + 0,2*1 + 0,1*2 = 0,4$
- Contexte environnemental = pâture et boisements = **1**
- Artificialisation des berges = non artificielles = **1**
- **IQFC trois ans après travaux : 4,95**

- Granulométrie = 70 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 15 % sable (coef. 1) ; 15 % vase (coef. 0) = $0,7*2 + 0,15*1 + 0,15*0 = 1,55$
- Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = 1
- Végétation des berges = couvrant totalement 70 % ; couvrant partiellement 20 %, ne couvrant pas 10 % = $0,7*0 + 0,2*1 + 0,1*2 = 0,4$
- Contexte environnemental = pâture et boisements = 1
- Artificialisation des berges = non artificielles = 1
- **IQFC six ans après travaux : 4,95**
- Granulométrie = 70 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 15 % sable (coef. 1) ; 15 % vase (coef. 0) = $0,7*2 + 0,15*1 + 0,15*0 = 1,55$
- Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = 1
- Végétation des berges = couvrant totalement 70 % ; couvrant partiellement 20 %, ne couvrant pas 10 % = $0,7*0 + 0,2*1 + 0,1*2 = 0,4$
- Contexte environnemental = pâture et boisements = 1
- Artificialisation des berges = non artificielles = 1

Lieu de mesure : station restaurée aval en prenant en compte le bief secondaire c'est-à-dire au niveau du contournement du moulin (linéaire : 295 mètres – largeur : environ 3 à 8 mètres)

- **IQPC avant travaux** : 1 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) = 16-6 = **10/20**
- **IQPC après travaux** : 5 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) + 5 % communauté basale à *Myriophyllum spicatum* = 16-6+0,25 = **10,25/20**
- **IQPC trois ans après travaux** : 1 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) + 1 % communauté basale à *Myriophyllum spicatum* + 1 % Communauté basale à *Potamogeton crispus* = (16-6) + 0,25 + 0,25 = **10,5/20**
- **IQPC six ans après travaux** : 1 % *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* (= mal exprimé) + 1 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) = (16-4) + 0,5 = **12,5/20**
- **IQFC avant travaux : 4,5**
Granulométrie = 70 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 20 % sable (coef. 1) ; 10 % vase (coef. 0) = $0,7*2 + 0,20*1 + 0,10*0 = 1,6$
Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = 1
Végétation des berges = couvrant totalement 70 % ; couvrant partiellement 20 %, ne couvrant pas 10 % = $0,7*0 + 0,2*1 + 0,1*2 = 0,4$
Contexte environnemental = pâture et boisements = 1
Artificialisation des berges = partiellement artificielles = **0,5**
- **IQFC après travaux : 4,8**
Granulométrie = 60 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 20 % sable (coef. 1) ; 10 % vase (coef. 0) = $0,6*2 + 0,2*1 + 0,10*0 = 1,4$
Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = 1
Végétation des berges = couvrant totalement 70 % ; couvrant partiellement 20 %, ne couvrant pas 10 % = $0,7*0 + 0,2*1 + 0,1*2 = 0,4$
Contexte environnemental = pâture et boisements = 1
Artificialisation des berges = non artificielles = 1
- **IQFC trois ans après travaux : 4,95**
Granulométrie = 70 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 15 % sable (coef. 1) ; 15 % vase (coef. 0) = $0,7*2 + 0,15*1 + 0,15*0 = 1,55$
Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = 1
Végétation des berges = couvrant totalement 70 % ; couvrant partiellement 20 %, ne couvrant pas 10 % = $0,7*0 + 0,2*1 + 0,1*2 = 0,4$
Contexte environnemental = pâture et boisements = 1
Artificialisation des berges = non artificielles = 1
- **IQFC six ans après travaux : 4,95**
Granulométrie = 70 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 15 % sable (coef. 1) ; 15 % vase (coef. 0) = $0,7*2 + 0,15*1 + 0,15*0 = 1,55$
Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = 1

- Végétation des berges = couvrant totalement 70 % ; couvrant partiellement 20 %, ne couvrant pas 10 %
= $0,7*0 + 0,2*1 + 0,1*2 = 0,4$
- Contexte environnemental = pâture et boisements = 1
- Artificialisation des berges = non artificielles = 1

Synthèse station restaurée aval globale (station restaurée aval bief principal et aval bief secondaire)

- **IQPC avant travaux : $(10 + 10)/2 = 10/20$**
- **IQPC après travaux : $(10 + 10,25)/2 = 10,125/20$**
- **IQPC trois ans après travaux : $(10 + 10,5)/2 = 10,25/20$**
- **IQPC six ans après travaux : $(10 + 12,5)/2 = 11,25/20$**

- **IQFC avant travaux : $(4,25 + 4,5)/2 = 4,375/7$**
- **IQFC après travaux : $(4,95 + 4,8)/2 = 4,875/7$**
- **IQFC trois ans après travaux : $(4,95 + 4,95)/2 = 4,95/7$**
- **IQFC six ans après travaux : $(4,95 + 4,95)/2 = 4,95/7$**

• « STATION RESTAURÉE AMONT »

Lieu de mesure : station restaurée amont (linéaire : 600 mètres – largeur : environ 6 à 8 mètres)

- **IQPC avant travaux : 5 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) + 4 % communauté basale à *Myriophyllum spicatum* = $16-6+0,25 = 10,25/20$**
- **IQPC après travaux : 5 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) + 2 % communauté basale à *Myriophyllum spicatum* + 1 % Cressonnières de petit cours d'eau *Apion nodiflori* = $16-6+0,5+0,25 = 10,75/20$**
- **IQPC trois ans après travaux : 1 % *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* mal exprimé + 5 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) = $16-4+0,5 = 12,5/20$**
- **IQPC six ans après travaux : 1 % *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* mal exprimé + 10 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) = $16-4+1 = 13/20$**

- **IQFC avant travaux : 2,15**
Granulométrie = 35 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 15 % sable (coef. 1) ; 45 % vase (coef. 0) = $0,35*2 + 0,15*1 + 0,45*0 = 0,85$
Profondeur moyenne = supérieur à 1 mètre = 0
Végétation des berges = couvrant totalement 80 % ; couvrant partiellement 10 %, ne couvrant pas 10 %
= $0,8*0 + 0,1*1 + 0,1*2 = 0,3$
Contexte environnemental = pâture et boisements = 1
Artificialisation des berges = artificielles = 0
- **IQFC après travaux : 6**
Granulométrie = 70 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 10 % sable (coef. 1) ; 20 % vase (coef. 0) = $0,7*2 + 0,1*1 + 0,2*0 = 1,5$
Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = 1
Végétation des berges = couvrant totalement 20 % ; couvrant partiellement 10 %, ne couvrant pas 70 % =
 $0,2*0 + 0,1*1 + 0,7*2 = 1,5$
Contexte environnemental = pâture et boisements = 1
Artificialisation des berges = non artificielles = 1
- **IQFC trois ans après travaux : 5,90**
Granulométrie = 65 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 10 % sable (coef. 1) ; 25 % vase (coef. 0) = $0,65*2 + 0,1*1 + 0,25*0 = 1,4$
Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = 1
Végétation des berges = couvrant totalement 20 % ; couvrant partiellement 10 %, ne couvrant pas 70 % =
 $0,2*0 + 0,1*1 + 0,7*2 = 1,5$

- Contexte environnemental = pâture et boisements = **1**
- Artificialisation des berges = non artificielles = **1**
- **IQFC six ans après travaux : 5,55**
- Granulométrie = 70 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 5 % sable (coef. 1) ; 25 % vase (coef. 0) = $0,7*2 + 0,05*1 + 0,25*0 = 1,45$
- Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = **1**
- Végétation des berges = couvrant totalement 20 % ; couvrant partiellement 50 %, ne couvrant pas 30 % = $0,2*0 + 0,5*1 + 0,3*2 = 1,1$
- Contexte environnemental = pâture et boisements = **1**
- Artificialisation des berges = non artificielles = **1**

Synthèse station restaurée amont

- **IQPC avant travaux : = 10,25/20**
- **IQPC après travaux = 10,75/20**
- **IQPC trois ans après travaux = 12,5/20**
- **IQPC six ans après travaux = 13/20**

- **IQFC avant travaux = 2,15/7**
- **IQFC après travaux = 6/7**
- **IQFC trois ans après travaux = 5,9/7**
- **IQFC six ans après travaux = 5,55/7**

• « STATION TÉMOIN NON ALTÉRÉE »

Lieu de mesure : station de référence (linéaire : 170 mètres – largeur : environ 7 à 12 mètres)

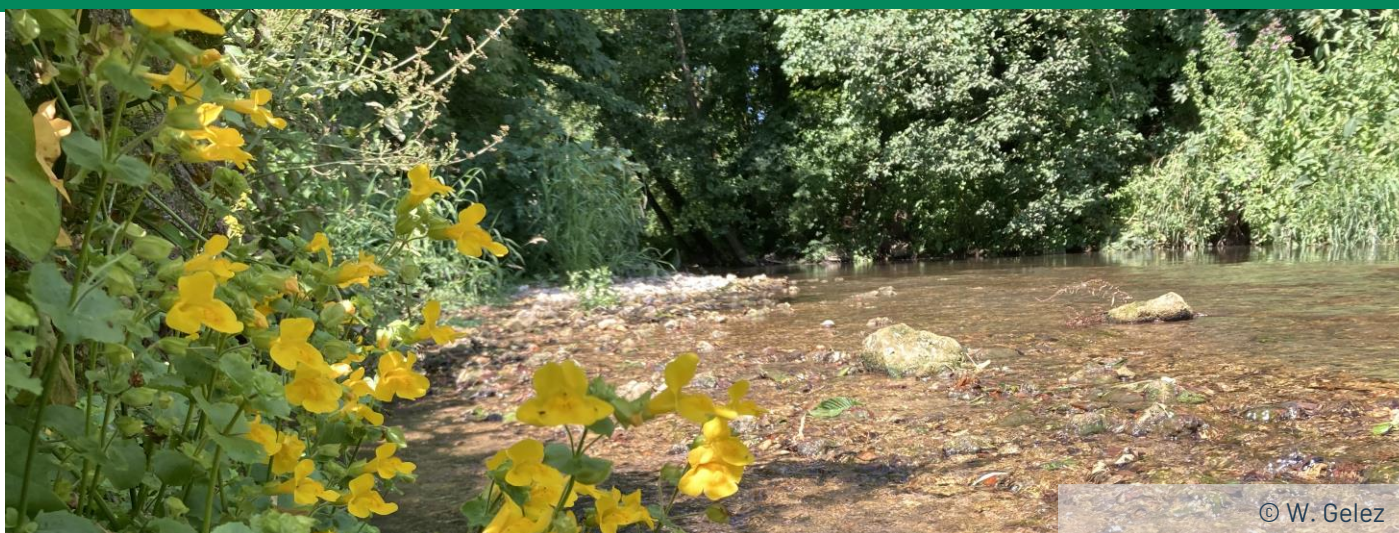
- **IQPC en 2016** : 1 % *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* mal exprimé + 1 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) + 3 % *Veronico beccabungae* - *Callitrichetum platycarpae* = $16-4+0,5+0,5 = 13/20$
- **IQPC en 2018** : 1 % *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* mal exprimé + 3 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) + 1 % *Veronico beccabungae* - *Callitrichetum platycarpae* = $16-4+0,5+0,5 = 13/20$
- **IQPC en 2020** : 2 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) + 1 % *Veronico beccabungae* - *Callitrichetum platycarpae* = $16-6+0,5 = 10,5/20$
- **IQPC en 2023** : 1 % *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* mal exprimé + 1 % *Zannichellietum palustris palustris* (= *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* très dégradé) + 1 % *Veronico beccabungae* - *Callitrichetum platycarpae* = $16-4+0,5+0,5 = 13/20$

- **IQFC en 2016 : 6,35**
Granulométrie = 70 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 5 % sable (coef. 1) ; 15 % vase (coef. 0) = $0,7*2 + 0,05*1 + 0,15*0 = 1,45$
Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = **1**
Végétation des berges = couvrant totalement 0 % ; couvrant partiellement 10 %, ne couvrant pas 90 % = $0*0 + 0,1*1 + 0,9*2 = 1,9$
Contexte environnemental = pâture et boisements = **1**
Artificialisation des berges = non artificielles = **1**
- **IQFC en 2018 : 6,5**
Granulométrie = 75 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 10 % sable (coef. 1) ; 15 % vase (coef. 0) = $0,75*2 + 0,1*1 + 0,15*0 = 1,6$
Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = **1**
Végétation des berges = couvrant totalement 0 % ; couvrant partiellement 10 %, ne couvrant pas 90 % = $0*0 + 0,1*1 + 0,9*2 = 1,9$
- Contexte environnemental = pâture et boisements = **1**
- Artificialisation des berges = non artificielles = **1**

- **IQFC en 2020 : 6,4**
- Granulométrie = 70 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 10 % sable (coef. 1) ; 20 % vase (coef. 0) = $0,7*2 + 0,1*1 + 0,2*0 = 1,5$
- Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = **1**
- Végétation des berges = couvrant totalement 0 % ; couvrant partiellement 10 %, ne couvrant pas 90 % = $0*0 + 0,1*1 + 0,9*2 = 1,9$
- Contexte environnemental = pâture et boisements = **1**
- Artificialisation des berges = non artificielles = **1**
- **IQFC en 2023 : 6,2**
- Granulométrie = 65 % cailloux/graviers (coef. 2) ; 10 % sable (coef. 1) ; 25 % vase (coef. 0) = $0,65*2 + 0,1*1 + 0,25*0 = 1,3$
- Profondeur moyenne = inférieur à 1 mètre = **1**
- Végétation des berges = couvrant totalement 0 % ; couvrant partiellement 10 %, ne couvrant pas 90 % = $0*0 + 0,1*1 + 0,9*2 = 1,9$
- Contexte environnemental = pâture et boisements = **1**
- Artificialisation des berges = non artificielles = **1**

- **IQPC en 2016 = 13/20**
- **IQPC en 2018 = 13/20**
- **IQPC en 2020 = 10,5/20**
- **IQPC en 2023 = 13/20**

- **IQFC en 2016 = 6,35/7**
- **IQFC en 2018 = 6,5/7**
- **IQFC en 2020 = 6,4/7**
- **IQFC en 2023 = 6,2/7**



PARTIE 6

BIBLIOGRAPHIE

CATTEAU, E., DUHAMEL, F., BALIGA, M.-F., BASSO, F., BEDOUET, F., CORNIER, T., MULLIE, B., MORA, F., TOUSSAINT, B. et VALENTIN, B., 2009. – Guide des végétations des zones humides de la Région Nord-Pas de Calais. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 632 p. Bailleul.

CATTEAU, E. & DUHAMEL, F. (coord.), 2014. – Inventaire des végétations du nord-ouest de la France. Partie 1 : analyse synsystématique. Version n°1 / avril 2014. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, avec la collaboration du Collectif phytosociologique du nord-ouest de la France. 50 p. (document téléchargeable sur le site du CBNBL : <http://www.cbnbl.org/ressources-documentaires/referentiels-et-outils-de-saisie/article/referentiels>).

CATTEAU, E., BUCHET, J., CAMART, C., COULOMBEL, R., DAMBRINE, L., DARDILLAC, A., DELPLANQUE, S., DUHAMEL, F., FRANCOIS, R., HAUGUEL, J.-C., PREY, T., VILLEJOURBERT, G., 2021. – Végétation du nord de la France. Guide de détermination. Collection « Les cahiers du patrimoine naturel des Hauts-de-France ». Conservatoire botanique national de Bailleul. Biotope éditions, Mèze. 400 p.

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE BAILLEUL, 2020. – Liste des végétations du nord-ouest de la France (Hauts-de-France et Normandie orientale). Version 2.0 (Version de travail). DIGITALE (Système d'information floristique et phytosociologique) [Serveur]. Bailleul : Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 1994-2020 (date d'extraction : 17/02/2020). Auteurs des données syntaxonomiques : Emmanuel CATTEAU, Françoise DUHAMEL, Julien BUCHET, Stéphane DELPLANQUE, Caroline FARVACQUES, Timothée PREY, Charlotte CAMART, Geoffroy VILLEJOURBERT, Raphaël COULOMBEL, Aurélie DARDILLAC et Alexis DESSE.

GELEZ, W., 2017. – Fiches de suivi des restaurations du cours d'eau La Hem. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, pour l'Agence de l'eau Artois-Picardie, 1 vol., 25 p. Bailleul.

GELEZ, W. & CORNIER, T., 2018. - Suivi de la restauration écologique du cours d'eau "La Hem" au Moulin de Leulenne (Tournehem-sur-la-Hem, Pas-de-Calais). Conservatoire botanique national de Bailleul, pour l'Agence de l'eau Artois-Picardie. 1 vol., 35 p. Bailleul.

GELEZ, W., 2020. - Suivi de la restauration écologique du cours d'eau « La Hem » au Moulin de Leulenne (Suivi après travaux n+3). Commune de Tournehem-sur-la-Hem. Conservatoire botanique national de Bailleul, pour l'Agence de l'eau Artois-Picardie, 40 p. + annexes. Bailleul.

LAMBINON, J., DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J., 2012. - Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes) : Sixième édition. 1 vol., CXXXIX + 1-1195 p.

MÉRIAUX, J.-L., PETIT, D., ZINGRAFF, L., DE FOUCAULT, B., 2006. - Etude sur l'utilisation des phytocoenoses pour l'évaluation de la qualité des cours d'eau et plans d'eau au sens de la directive cadre sur l'eau et réalisation de deux guides techniques. AMBE. vol. 2 : pp. 128-311.

TISON, J.-M., DE FOUCAULT, B., 2014. - Flora Gallica. Flore de France. Biotope, Mèze. XX + 1196 p.

TOUSSAINT, B. & HAUGUEL J.-C. (coord.), 2019. - Inventaire de la flore vasculaire des Hauts-de-France (Ptéridophytes et Spermatophytes) : raretés, protections, menaces et statuts. Version n°1c / mai 2019. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, avec la collaboration du Collectif botanique des Hauts-de-France.

TOUSSAINT, B. (coord.), VALET, J.-M., HENDOUX, F., DUHAMEL, F., BLANCHARD, F., DESTINÉ, B., GODET, M. et al., 2011b. - Les plantes protégées et menacées de la région Nord-Pas de Calais. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, Bailleul.

Mots-clés

La Hem ; continuité écologique ; rivière ; Tournehem-sur-la-Hem.

Responsable de projet

William Gelez – Chargé de missions référent

Rédaction

William Gelez – Chargé de missions référent

Relecture

Benoît Toussaint – Chef du service expertise et conservation

Secrétariat, composition

Marjorie Verhille – Assistante scientifique

Direction et coordination scientifiques

Thierry Cornier – Directeur général

Référence bibliographique

GELEZ, W., 2024. – Restauration écologique du cours d'eau la Hem au moulin de Leulenne. Suivi après travaux (n+6). Conservatoire botanique national de Bailleul, pour l'Agence de l'eau Artois-Picardie. 40 p. Bailleul.

Date de réalisation : Janvier 2024

© photographie de couverture : William Gelez – La Hem au niveau du Moulin de Leulenne.

Janvier 2024



Contact

Siège

Hameau de Haendries
59270 BAILLEUL
03 28 49 00 83
infos@cbnbl.org

Antenne Picardie

1 place des pins
Village Oasis
80480 DURY
07 85 85 15 96

Antenne Normandie

Jardin des plantes de Rouen
114 ter, avenue des Martyrs
de la Résistance
76100 ROUEN
07 83 30 38 10

SUIVEZ-NOUS :



POUR EN SAVOIR PLUS

www.cbnbl.org