

Végétation du ruisseau du Triffoy et du Hoyoux près du moulin de Roiseux

Guy BOUXIN¹, Pierre BRIERS² & Georges MICHEL (CWE PSS)

¹Fondation Gouverneur René Close

²Université de Liège, Service d'Hydrogéologie et de Géologie de l'Environnement

Introduction

Le ruisseau du Triffoy est un des principaux affluents du Hoyoux. Le ruisseau prend sa source à l'est du village de Sorée à une altitude de 260 mètres, non loin de la source de la Vyle (fig.2). Ensuite, il traverse le hameau de Flemme, passe au Château d'Hodoumont, arrose Goesnes et Jamagne, passe au sud de Grand-Marchin et Éreffe. Il se jette dans le Hoyoux (en rive gauche) au lieu-dit Roiseux, près des carrières du Triffoy, à une altitude de 135 m, après un parcours campagnard (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Triffoy>). Il s'agit de la masse d'eau MV08R de 11,98 km de long pour une superficie de 30,31 km², répertoriée comme ruisseau condrusien à pente moyenne (eau.wallonie.be/fme/mv08r). Le ruisseau occupe une vallée calcaire (dinantien) entre deux tiges de grès fameniens. La partie inférieure du cours, sur environ 500 mètres, avec sa plaine alluviale est un Site de Grand Intérêt Biologique (<http://biodiversite.wallonie.be>) et constitue une réserve créée



Fig. 1 – Ruisseau du Triffoy en aval du château de Hodoumont.

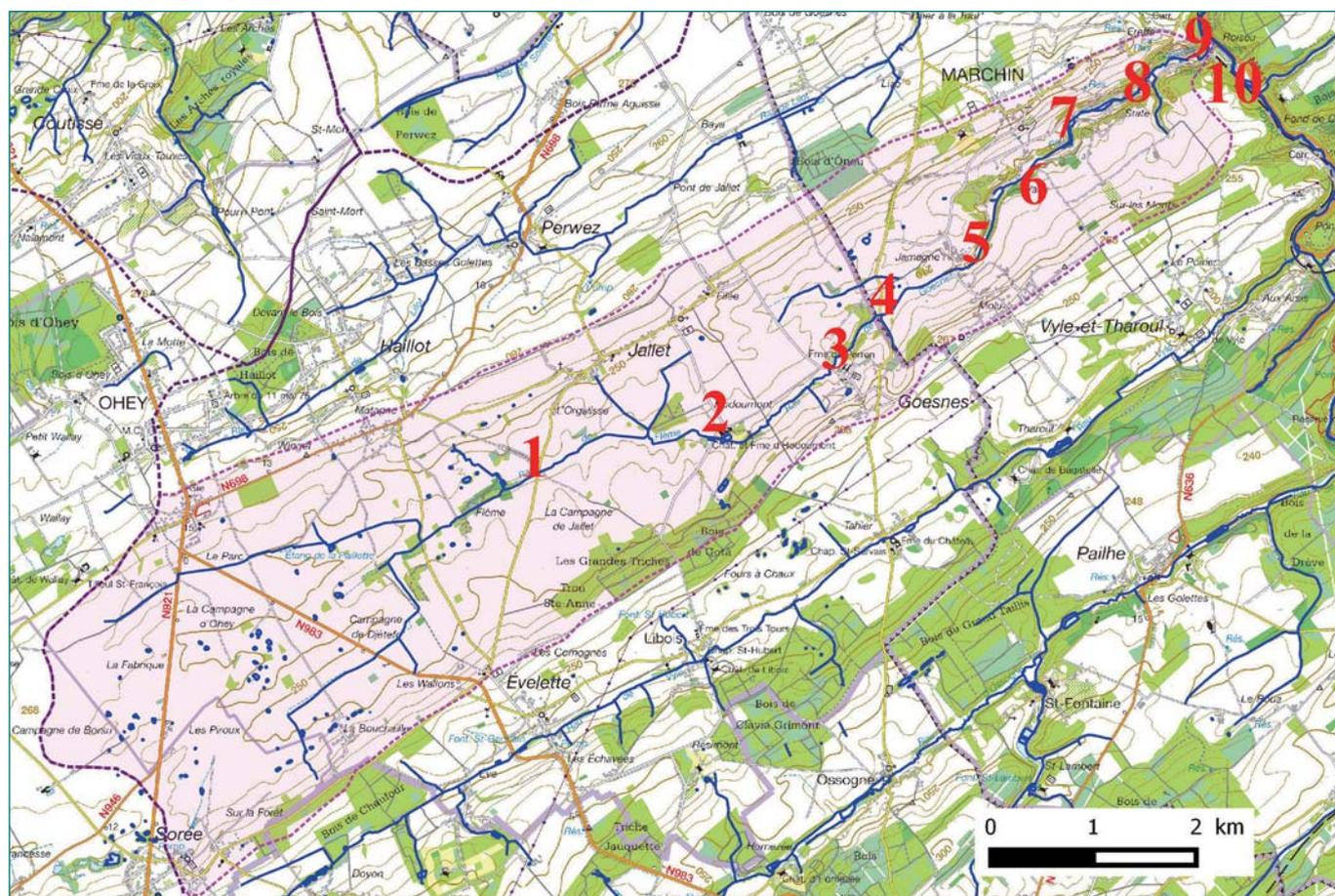


Fig. 2 – Carte du bassin versant du ruisseau du Triffoy et emplacement des 10 relevés de végétation. 1 = Jallet haut, 2 = Hodoumont, 3 = Filée, 4 = amont de Jamagne, 5 = Jamagne, 6 = Jamagne bas, 7 = Statte, 8 = Vivaqua, 9 = Roiseux, 10 = moulin de Roiseux sur le Hoyoux.

par l'asbl Ardenne et Gaume (<http://ardenne-et-gaume.be/reserve-naturelle-et-scientifique-du-triffooy>). Une description plus détaillée du bassin versant est donnée par Briers (dans ce volume), qui met en évidence les interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines.

La végétation aquatique et amphibie du ruisseau du Triffooy a été étudiée pendant l'été 2015, dans un ensemble de neuf relevés de végétation d'une centaine de mètres de long, régulièrement répartis depuis le cours supérieur jusqu'à la cascade située au lieu-dit Roiseux, à proximité de l'embouchure avec le Hoyoux. La végétation des barrages de travertin (selon l'appellation de Franco, 2008) et des cascates du ruisseau du Triffooy a été comparée avec celle du grand barrage et des cascates du moulin de Roiseux situé dans le Hoyoux à quelques centaines de mètres en amont de la confluence du ruisseau du Triffooy, où un dixième relevé a été décrit.

Un des objectifs de cette étude est de décrire cet écosystème particulier que forme la végétation des travertins, et de rechercher les espèces végétales intervenant dans leur formation. Sa compréhension passe par l'étude de l'ensemble du bassin versant du ruisseau du Triffooy, aussi bien dans sa végétation que dans son environnement.

Connaissances générales sur la flore et la végétation des travertins

La végétation des tufs calcaires ou travertins (fig. 3) suscite depuis longtemps l'intérêt des botanistes. Une importante synthèse est l'œuvre de Symoens *et al.* (1951), qui explique l'édification du tuf par biolithogénèse. Dans les ruisseaux, des plantes incrustantes, appartenant à divers groupes botaniques (principalement des Bryophytes et des Cyanobactéries) précipitent le calcaire et forment soit des couches continues de type macadam, soit des petits barrages transversaux ou travertins sur lesquels l'eau coule en cascades. Dans celles du Hoyoux, les mêmes auteurs signalent la présence des mousses *Brachythecium rivulare* et *Fissidens crassipes*; la Cyanobactérie incrustante principale est *Lyngbya calcarea* (Symoens, 1947) accompagnée de diverses autres espèces du même groupe.

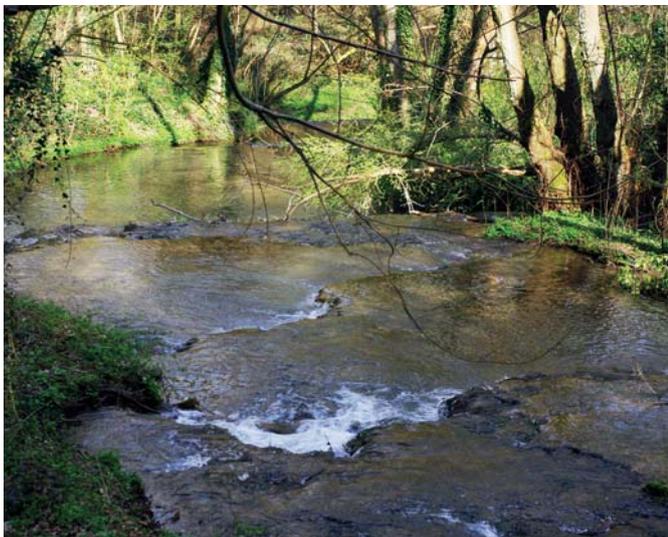


Fig. 3 – Succession de travertins dans le cours inférieur.

Parmi les algues concourant à l'édification des travertins dans le lit des ruisseaux, Symoens (1957) cite *Phormidium incrustatum* qu'il met curieusement en synonymie avec *Lyngbya calcarea* précédemment définie (Symoens, 1947) et qui joue un rôle important dans le dépôt de tuf calcaire. Il s'agit pourtant de deux espèces bien différentes (Komárek & Anagnostidis, 2007).

Dans la vallée du Hoyoux même, d'autres études ont été menées par Duvigneaud et Saintenoy (1990) et par Vanderpoorten (1997), ce qui permet une comparaison avec nos données. L'étude phytosociologique la plus approfondie des sites tufeux est celle de Bailly (2005) dans la Haute Seilles, qui décrit plusieurs associations dans lesquelles les Bryophytes occupent une place importante ainsi que des communautés d'algues filamenteuses et des formations encroûtantes à *Lyngbya* et diatomées. Ce dernier texte nous sert de référence.

Méthodes

L'étude de la végétation a été faite dans un ensemble de dix relevés de végétation (neuf pour le ruisseau du Triffooy et un pour le Hoyoux), suivant des techniques déjà utilisées dans les bassins versants de la Molinee et du Bocq (Bouxin, 2011a et b, 2013a et b). Les relevés d'une longueur de plusieurs dizaines de mètres comprennent les espèces aquatiques et amphibies appartenant aux Anthophytes, Bryophytes, algues et Cyanobactéries. L'échelle d'abondance « 0, 1, 2, 3, 4, 5 » est celle habituellement utilisée par les phytosociologues. Un tableau de relevés de 10 colonnes (relevés) et de 64 lignes (les espèces) sert à la description des groupements et communautés végétales (Tableau 2). Diverses techniques statistiques d'analyse multivariée ont aidé à la compréhension de la végétation.

Chaque relevé est également défini par un ensemble de paramètres environnementaux habituellement utilisés (Bouxin, 2013a et b). Ils portent sur le type de vallée, l'ordre du ruisseau, la largeur de la plaine alluviale, la lithologie, la sinuosité, l'éclaircissement, le type de bordure du ruisseau, la largeur et profondeur maximales, le type, l'encaissement du lit mineur, la pente de la berge, la nature du substrat du lit mineur, les types de faciès lentique et lotique, la transparence de l'eau en dehors des périodes pluvieuses, la présence de bétail dans le lit majeur et du piétinement éventuel par le bétail du lit mineur, le rejet direct d'eaux usées domestiques, la présence de clôtures près de la tête de berge et l'occupation du lit majeur (fermes, habitations, constructions diverses).

Des analyses d'eau portant sur le pH, la dureté totale et les concentrations en orthophosphate, ammonium, nitrite et nitrate ont été réalisées au moyen d'un laboratoire compact AquaMerck® (référence 111151) en un site (Jamagne bas) le 15 juillet 2015, puis en trois sites (Jallet haut, Jamagne bas et Roiseux) le 23 juillet suivant. Deux autres analyses physico-chimiques ont suivi, une première sur le terrain avec une sonde multiparamètre YSI 556 mPS (multi probe system) et une seconde dans le laboratoire du Service d'Hydrogéologie et de Géologie de l'Environnement, Université de Liège, portant sur un plus grand nombre de paramètres. Des données fournies à partir du réseau de mesure de la qualité physico-chimique des eaux de surface de Wallonie (Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, SPW-DGO3) sont aussi exploitées. Elles sont disponibles à partir du site <http://aquaphyc.environnement.wallonie.be/>.



Fig. 4 – Sites de Jallet haut (à gauche) et amont de Jamagne (à droite).

Résultats

Végétation des ruisseaux et leur environnement

L'analyse de la végétation conduit à scinder les dix relevés en trois groupes. La liste complète des espèces est présentée dans le tableau 2, en annexe.

- Un premier avec Jallet haut, Hodoumont, et amont de Jamagne (fig. 2 et 4).

Le cours supérieur du Triffoiy traverse des milieux ouverts, dans une plaine alluviale assez large de l'ordre de 200 à 250 mètres, occupée par des pâtures ou des cultures dont il est séparé par des clôtures. Le lit mineur est étroit (un à deux mètres), peu profond (maximum dix décimètres en été), creusé sur un à deux mètres avec des berges presque verticales et bordé d'arbres, en grande partie d'aulnes glutineux (*Alnus glutinosa*), de frênes communs (*Fraxinus excelsior*) et de saules blancs (*Salix alba*) ; localement, on observe aussi l'aulne blanc (*Alnus incana*) et deux saules hybrides (*Salix xrubens* et *S. xmultinervis*). Le cours est généralement lent avec un fond meuble ou partiellement occupé de cailloux. Sur les berges, trois espèces dominent : l'ortie dioïque (*Urtica dioica*) avec une importante couverture, la reine-des-prés (*Filipendula ulmaria*) et dans une moindre mesure, la baldingère (*Phalaris arundinacea*). Une seule espèce aquatique est présente : le callitriche à fruits plats (*Callitriche platycarpa*). Les mousses sont peu présentes, toujours avec une faible biomasse. Les algues filamenteuses sont représentées par *Cladophora glomerata*, *Chantransia*, *Melosira*

varians, *Oedogonium* sp. et *Vaucheria* sp.. Plusieurs espèces de Cyanobactéries ont été observées : *Planktolyngbya foveolarum*, *Phormidium incrustatum*, *Oscillatoria limosa* et *Planktothrix agardhii*.

Cette portion de ruisseau est en grande partie drainante (Briers, 2016), donc influencée par les eaux souterraines assez riches en nitrate, ce qui explique probablement la diversité en algues et cyanobactéries.

- Un second avec les relevés Filée et Jamagne (fig. 2 et 5).

Dans ce second groupement, le ruisseau coule toujours en milieu agricole, mais la plaine alluviale est nulle ou peu importante et est encore protégée par des clôtures. Le substrat du lit mineur est meuble en grande partie et partiellement composé de cailloux dès que le courant s'accélère un peu. La strate ligneuse est faiblement représentée, uniquement par l'aulne glutineux. L'éclaircissement du lit mineur est donc important, et grâce à une pente de berge assez douce, trois espèces dominent : la glycérie pliée (*Glyceria notata*), la baldingère en marge du ruisseau et le cresson de fontaine dans le lit mineur et en marge du ruisseau. Une hydrophyte peu commune, le potamot dense (*Groenlendingia densa*) témoigne d'une assez bonne qualité d'eau, ici très claire. Une seule espèce de bryophyte a été observée : *Pellia endiviifolia*. Parmi les algues, citons *Chantransia*, *Cladophora glomerata*, *Spirogya* sp., *Melosira varians*, *Vaucheria* et parmi les Cyanobactéries, on retrouve *Phormidium incrustatum* et *Oscillatoria limosa*.



Fig. 5 – Sites de Filée (à gauche) avec une importante population de cresson de fontaine et Jamagne (à droite).

La rivière, qu'elle soit drainante ou perdante, présente un cours un peu plus rapide qu'en amont et est donc mieux oxygénée.

- Le troisième avec Jamagne bas, Statte, Vivaqua, Triffoiy à Roiseux et le moulin de Roiseux (fig. 2, 6 et 7).

Dans cette portion de ruisseau qui est drainante, le débit augmente rapidement jusqu'à l'embouchure avec le Hoyoux (Briers 2016). Dans le cours inférieur et près du moulin de Roiseux dans le Hoyoux, le lit mineur est fortement ombragé par une ripisylve ou une bordure forestière et les deux principales espèces de berge sont l'aulne glutineux et le frêne commun. La largeur maximale varie entre trois et douze mètres et la profondeur dépasse le mètre dans les cuvettes. Le substrat est souvent composé en grande partie de blocs, avec un courant rapide à très rapide avec des cascades. C'est dans cette partie du ruisseau que l'habitat est le plus dense, qui rejette directement des eaux usées. La scrofulaire aquatique est commune.



Fig. 6 – Sites de Jamagne bas et (à gauche) Vivaqua (à droite)



Fig. 7 – Cascades du Moulin de Roiseux

Deux espèces de Bryophytes caractérisent l'ensemble des cinq relevés, par leur fréquence et leur abondance : *Pellia endiviifolia* et *Platyhypnidium riparioides*. La Rhodophyte *Sheathia arcuata* forme des touffes grisâtres de 1 à 5-6 cm de long sur des blocs (Fig. 8), avec aussi son stade *Chantransia* bien présent. Les Cyanobactéries *Lyngbya calcarea* et *Phormidium incrustatum* se rencontrent principalement à hauteur des travertins.

Des espèces d'algues et Cyanobactéries forment localement des petites plages denses avec principalement la diatomée filamenteuse *Melosira varians*, la Cyanobactérie *Phormidium retzii*, mais aussi *Vaucheria* sp. et *Oscillatoria limosa*, ce qui est bien une indication d'eutrophisation.

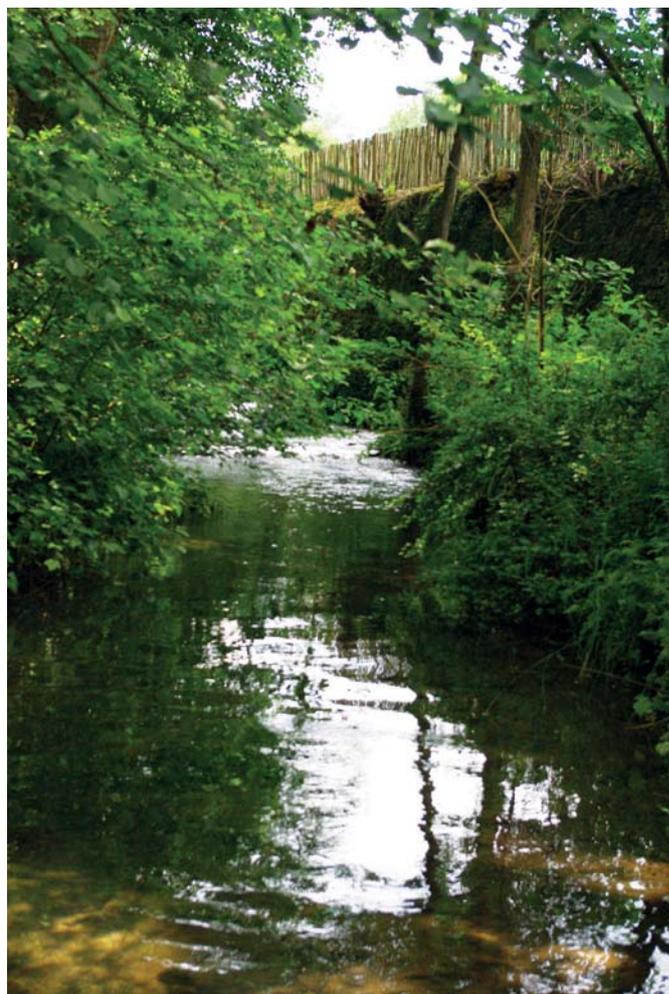


Fig. 8 – Touffes de *Sheathia arcuata* (5-6 cm de long) accrochées au fond de l'eau et coussinets de *Chantransia* (de 1 à 2 mm) sur un morceau de brique tombé dans le ruisseau.

Les trois groupements végétaux du lit mineur sont donc facilement discriminés depuis l'amont jusqu'à l'aval. Le premier groupement occupe le cours supérieur lent, ombragé, dans une plaine alluviale large occupée par des pâtures. Toujours dans la moitié supérieure, la vallée se rétrécit par places et est alors occupée par le second groupement avec des populations importantes de cresson de fontaine, favorisées par un éclaircissement important. La moitié inférieure du cours, le débit croît rapidement (ruisseau drainant) et la pente beaucoup plus forte, ce qui se traduit par des changements majeurs dans la végétation avec le développement des espèces adaptées au courant (dites rhéophiles).

Analyses d'eau

Les analyses faites les 15 et 23 juillet 2015 le long du ruisseau du Triffoiy avec le laboratoire compact, montrent, comme on pouvait s'y attendre, des eaux riches en carbonate de calcium, avec des concentrations assez stables sur tout le cours, comprises entre 345 et 363 mg/l CaCO_3 , et un pH de 7,5. Les concentrations en nitrate de 25 mg/l NO_3^- dans le cours supérieur, diminuent à 10 mg/l dans le cours moyen et remontent à 25 mg/l dans le fond du ruisseau. La concentration en nitrite, de 0,1 mg/l NO_2^- dans le cours supérieur, passe à 0,025 mg/l dans le cours moyen et n'est plus mesurable dans le fond du cours. Les concentrations en ammonium et phosphate sont partout très faibles et non mesurables. Les concentrations en nitrate sont les plus élevées dans les zones drainantes, ce qui est expliqué dans l'étude de Briers (2016).

Les analyses faites sur place avec une sonde, puis en laboratoire, près de l'exutoire du Triffoiy et à la cascade du moulin de Roiseux dans le Hoyoux donnent des résultats comparables (tableau 1) en ce qui concerne les concentrations en carbonate de calcium, en ammonium, nitrate, nitrite, phosphate. La conductivité, de

Echantillon		Triffoiy Exutoire	Hoyoux Cascade
Au laboratoire	Unité		
Dureté totale	°f	34,8	33,5
Dureté permanente	°f	7,4	6,7
Dureté temporaire	°f	27,4	26,8
Ca^{2+}	mg/l	97,93	98,37
Fe^{3+} soluble	mg/l	0,02	0,05
K^+	mg/l	1,54	1,83
Mg^{2+}	mg/l	25,21	21,86
Na^+	mg/l	7,09	7,82
NH_4^+	mg/l	non mesurable	non mesurable
Br^-	mg/l	0,04	0,03
Cl^-	mg/l	23,02	22,84
F^-	mg/l	0,06	0,07
PO_4^{3-}	mg/l	non mesurable	non mesurable
NO_2^-	mg/l	0,02	0,04
NO_3^-	mg/l	22,95	20,48
SO_4^{2-}	mg/l	42,44	38,22
HCO_3^-	mg/l	327,78	321,66
SiO_2	mg/l	3,96	7,43
In situ			
température	°C	10,53	11
conductivité	$\mu\text{S}/\text{cm}$	599	584
saturation en oxygène	%	106,3	101,2
concentration en oxygène	mg/l	11,8	11,14
pH		7,96	7,89

Tableau 1. Analyses chimiques dans le ruisseau du Triffoiy près de l'exutoire et dans le Hoyoux près de l'ancien moulin de Roiseux (°f = degré français de dureté, 1 °f = 10 mg CaCO_3 , $\mu\text{S}/\text{cm}$ = microSiemens par cm).

l'ordre de 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indique bien que l'eau est assez fortement minéralisée. Les eaux sont parfaitement oxygénées. Les résultats complets se trouvent dans le tableau 1.

Des analyses faites tous les deux mois par le SPW sur le ruisseau du Triffoiy portent sur les années 2011 et 2014 et confirment les analyses précédentes. La demande biologique en oxygène à 20°C est toujours inférieure à 2 mg/l. Les matières en suspension ne dépassent pas 10 mg/l. La concentration en nitrate est assez constante et un peu inférieure ou un peu supérieure à 22 mg/l NO_3^- ; celle de nitrite ne dépasse pas 0,238 mg/l NO_2^- et celle en azote ammoniacal est inférieure ou égale à 0,04 mg/l NH_3 , celle en orthophosphate ne dépasse pas 0,116 mg/l PO_4^{3-} . La concentration en oxygène est toujours égale ou supérieure à 9,5 mg/l, ce qui en fait une eau bien oxygénée. La concentration en sulfate est toujours élevée avec une moyenne proche de 40 mg/l. La situation du Hoyoux, avec des données de 2004 à 2014 est assez semblable, mais avec des concentrations un peu supérieures de plusieurs paramètres, se marquant notamment avec des pics à 0,3 mg/l NH_3 à 0,2 mg/l NO_2^- et 0,36 mg/l PO_4^{3-} , une DBO (demande biologique en oxygène) un peu supérieure, une concentration de matières en suspension beaucoup plus variable. L'eau est toutefois bien oxygénée.

Qualité de l'eau

Suite aux analyses d'eau et en fonction de la végétation aquatique, on en déduit que l'eau du ruisseau de Triffoiy est d'assez bonne qualité. Plusieurs paramètres sont favorables comme les très faibles concentrations (en fait sous le seuil de détection des appareils de mesure) en ammonium (NH_4^+) et orthophosphate (PO_4^{3-}) et la saturation en oxygène. Les concentrations en nitrate sont aussi assez élevées par places, quoique habituelles dans des ruisseaux condrusiens; les eaux souterraines jouent un rôle assez important dans ce niveau de concentration. D'un autre côté, on constate la présence de nitrite dans le cours supérieur à une concentration assez élevée (0,1 mg/l NO_2^-) mais qui diminue dans le cours inférieur. Cela signifie que le cours supérieur reçoit de la matière organique, probablement suite au pâturage mais que la minéralisation et la dilution par augmentation de débit font diminuer fortement la concentration. Heureusement, l'accès direct du bétail au ruisseau est limité, comme une forte proportion du cours est protégée par des clôtures.

Dans la végétation, plusieurs espèces sont des indicatrices d'eutrophisation, comme le callitriche à fruits plats, le cresson de fontaine. La mousse *Leptodictyum riparium*, qui est une indicatrice de mauvaise qualité d'eau, est ici trouvée en deux sites et sa dispersion devra être surveillée. Plusieurs Cyanobactéries (*Planktolyngbya foveolarum*, *Oscillatoria limosa* et *Planktothrix agardhii*) sont des indicatrices de pollution organique. En plus, *Planktothrix agardhii* est une espèce potentiellement dangereuse car susceptible de libérer des toxines dans le milieu aquatique. La présence d'une importante touffe de potamot dense témoigne d'une bonne oxygénation de l'eau et de sa clarté.

Les caractéristiques physico-chimiques du Hoyoux au moulin de Roiseux sont fort comparables à celles du Triffoiy, avec toutefois un peu plus de nitrite.

La qualité de l'eau serait un peu meilleure s'il n'y avait aucun contact du bétail avec le lit mineur et aucun rejet d'eaux usées mais elle reste fortement influencée par les eaux souterraines (Briers, 2016).

Végétation des travertins et de leur voisinage immédiat

La végétation aquatique autour des cascates et de la grande cascade du ruisseau du Triffoy (fig. 9) près de l'exutoire (environ deux mètres de haut), a été examinée de manière approfondie. Tout d'abord, sur les platiers subhorizontaux constituant une légère contre-pente vers les crêtes du barrage, d'importantes taches brun rosé retiennent l'attention. Elles se répartissent entre des plages vertes de l'hépatique *Pellia endiviifolia* (fig. 11). Le film coloré tapissant le platier est composé en grande partie de la cyanobactérie *Lynbya calcarea* (fig. 10, 11 et 12) dont le filament est formé de cellules de 1,5 à 2 µm de long sur 6 à 7 de large et entouré d'une membrane extérieure. Cette espèce correspond parfaitement à celle décrite par Symoens (1947). Une

seconde espèce est beaucoup moins abondante et est identifiée comme *Phormidium incrustatum* (fig. 10) ; elle se distingue facilement par des cellules plus longues. Ces deux espèces se développent au milieu des petits grains des concrétions. Plusieurs espèces de diatomées sont aussi présentes.

Dans la chute même, sous l'eau de la cascade, la mousse *Platyhypnidium riparioides* domine, elle est en grande partie couverte de grains de concrétion calcaire et cette espèce est probablement, par sa biomasse, celle qui contribue le plus à la formation du travertin.



Fig. 9 – Cascades du ruisseau du Triffoy.



Fig. 10 – *Lynbya calcarea* (1000x) et *Phormidium incrustatum* (1000x).

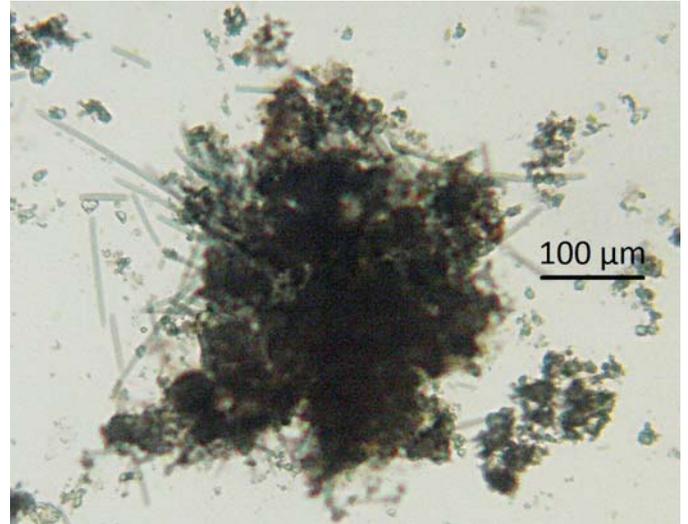


Fig. 12 – Filaments de *Lynbya calcarea* intégrés aux cristaux de calcaire (100x).

Une seconde espèce de mousse est présente mais beaucoup moins abondante, il s'agit de *Brachythecium rivulare* (fig. 13), qui participe également, mais dans une moindre mesure, à la construction du travertin.



Fig. 13 – Touffe de *Brachythecium rivulare* au milieu de la cascade.



Fig. 11 – Les plages vertes de l'hépatique *Pellia endiviifolia* et les lames mauves de *Lynbya calcarea*.

La végétation des cascades près du moulin de Roiseux dans le Hoyoux est-elle semblable ? Le milieu aquatique est quelque peu différent, avec un débit plus important et un lit mineur composé majoritairement de blocs. Sur la grande cascade, on retrouve dans la chute d'eau une importante population de la mousse *Platyhypnidium riparioides*, imprégnée des grains de concrétion calcaire (fig. 14). Que ce soit sur la cascade du ruisseau du Triffoy ou dans celle-ci, cette espèce de mousse semble jouer le rôle dynamique le plus important dans la formation des travertins.



Fig. 14 – La mousse *Platyhypnidium riparioides* dans la cascade et brins recouverts de grains de concrétion calcaire.

Il n'y a pas de platier subhorizontal mais des blocs sur lesquels plusieurs espèces de mousses et hépatiques se développent, à savoir : *Chiloscyphus pallescens*, *Fissidens crassipes*, *Fissidens gracilifolius*, *Leptodictyum riparium*, *Pellia endiviifolia*. Parmi les algues, citons : *Klebsormidium flaccidum*, *Melosira varians*, *Oedogonium* sp, et *Vaucheria* sp., le stade *Chantransia* de *Sheathia arcuata* se retrouve également. Plusieurs espèces de Cyanobactéries occupent aussi les blocs : *Leptolyngbya foveolarum*, *Lyngbya calcarea*, *Phormidium incrustatum* et *Phormidium retzii*.

La différence de végétation entre les deux sites de travertin est principalement due au débit de la rivière, surtout sur le fond du lit mineur. La même espèce de mousse, *Platyhypnidium riparioides*, est bien adaptée à vivre dans les lames d'eau des cascades. L'hépatique *Pellia endiviifolia* s'accroche très bien au tuf calcaire horizontal ou pentu mais ne semble pas jouer un rôle aussi dynamique que *Platyhypnidium riparioides* dans la formation du tuf. Quant aux Cyanobactéries *Lyngbya calcarea* et *Phormidium incrustatum*, elles semblent mieux adaptées, par leur petite taille, à l'édification lente des platiers, pour autant que l'éclairage direct soit suffisant. Le Hoyoux reçoit, tout le long de son parcours, plus d'eaux usées que le ruisseau du Triffooy et montre une plus grande diversité de Cyanobactéries.

Phytosociologie

La végétation des travertins observés ne peut être rattachée à aucune association végétale décrite, probablement à cause de la grande diversité des groupements végétaux existant dans ces milieux particuliers. Tout au plus, peut-on constater des similitudes avec des associations décrites par Bailly (2005) comme l'association muscinale mésohygrophile à hygrophile sur blocs aspergés à *Brachythecium rivulare* et *Conocephalum conicum* (*Brachythecietum rivularis* Walthers 1969). La végétation au pied de la grande cascade du moulin de Roiseux est

Bibliographie

- Bailly, G. 2005. *Identification des habitats aquatiques et des formations tufeuses de la Haute Seille*. Conservatoire Botanique de Franche-Comté, 28 p.
- Bouxin, G. 2011a. *Végétation aquatique du Bocq et qualité d'eau*. Dans : Michel, G., Thys, G. et De Broyer, Cl. Atlas du Karst Wallon, Commission Wallonne d'Étude et de Protection des Sites Souterrains, 78-87.
- Bouxin, G. 2011b. Évolution de la végétation macrophytique et trophie dans deux ruisseaux du bassin hydrographique de la Molinee (Condroz, Belgique). *Revue des Sciences de l'Eau*, 24 : 253-266.
- Bouxin, G. 2013a. Végétation macrophytique, environnement et qualité d'eau dans le bassin versant du Bocq (Belgique, Wallonie). *Revue des Sciences de l'Eau*, 26 : 1-19.
- Bouxin, G. 2013b. *Végétation du lit mineur des ruisseaux et zones humides dans le bassin versant de la Molinee*. Dans Michel, G. & Thys, G. Atlas du Karst Wallon, bassins du Burnot et de la Molinee. Commission Wallonne d'Étude et de Protection des Sites Souterrains, 80-89.

apparentée à l'association muscinale aquatique des eaux calcaires rapides à *Fissidens crassipes* et *Leptodictyum riparium* (*Leptodictyo-riparii Fissidentetum crassipedis* Philippi 1956). Quant aux lames mauves des platiers en amont des cascades du ruisseau du Triffooy, elles sont comparables aux formations encroûtantes à *Lyngbya* et diatomées également décrites par Bailly (2005).

Conclusions

Le ruisseau du Triffooy est un écosystème assez intéressant, si on le compare avec d'autres ruisseaux condrusiens comme le Bocq ou la Molinee car l'eau y est d'une meilleure qualité. La Molinee et le Bocq ainsi que leurs affluents, reçoivent, dans leur cours supérieur, d'importants rejets d'eau usées provenant de villages, ce qui n'est pas le cas du ruisseau du Triffooy. Cela se marque par des concentrations beaucoup plus élevée des paramètres liés à l'eutrophisation (orthophosphate, ammonium, nitrite, nitrate) ; ceux-ci sont aussi fort variables d'un site à l'autre. Dans ces deux grands ruisseaux, l'auto-épuration opère mais d'autres rejets apparaissent dans les cours moyen et inférieur et le retour à une bonne qualité est impossible. L'exemple du Triffooy montre très bien que, même en milieu agricole assez intensif, une qualité d'eau satisfaisante est maintenue, pour autant que ce ruisseau soit clôturé. Mais dès que l'habitat apparaît, des rejets directs d'eaux usées sont constatés et c'est là qu'un effort d'épuration doit être fait.

La formation des travertins est manifestement liée à une pente générale assez forte, un courant d'eau très rapide avec une concentration élevée en hydrogencarbonates. Les eaux sont claires, froides et bien oxygénées, Il faut noter aussi la concentration élevée en sulfate. Plusieurs travertins observés se trouvent actuellement en milieu assez ombragé.

La végétation des travertins est différente de ce que l'on décrit habituellement dans la littérature. Le rôle primordial de la mousse *Platyhypnidium riparioides* dans la dynamique actuelle du travertin n'est jamais mentionné. Nous avons pourtant déjà observé cette espèce, associée à l'hépatique *Pellia endiviifolia*, dans un petit ruisseau à proximité du village de Celles (ry de Boiseilles) sur un travertin. La cyanobactérie *Lyngbya calcarea* y était aussi présente. Doit-on y voir un signe de l'eutrophisation généralisée de nos ruisseaux puisque *Platyhypnidium riparioides* est une espèce assez résistante à la pollution ? Ce milieu des travertins reste donc assez méconnu et mériterait de nouvelles études approfondies dans l'espace et le temps.

- Briers, P. 2016. Le bassin du Triffof et les eaux souterraines. Dans Michel, G. & Thys, G. Atlas du Karst du bassin du Hoyoux. Commission Wallonne d'Étude et de Protection des Sites Souterrains (ce volume).
- Duvigneaud, J. 1990. La flore et la végétation de la vallée du Hoyoux entre Les Forges et Régissa (Marchin et Vierset-Barse, province de Liège). *Natura Mosana*, 43 : 70-84.
- Franco, B., Houbrechts, G., Van Campehout, J., Hallot, E. et Petit, F. 2008. Étude géomorphologique des barrages de travertins du Hoyoux. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 50 : 45-56.
- Salomaki, E.D., Kwandrans, J., Eloranta P. & Vis, M.L. 2014. Molecular and morphological evidence for *Sheathia* gen. nov. (Batrachospermales, Rhodophyta) and three new species. *Journal of Phycology*, 50: 526-542.
- Symoens, J.-J. 1947. *Lyngbya calcarea* (Tilden) Symoens nov. Comb. (= *Lyngbya martensiana* Menegh. var. *calcarea* Tilden) en Europe occidentale. *Bulletin de la Société botanique de France*, 94 : 210-212.
- Symoens, J.-J. 1957. Les eaux douces de l'Ardenne et des régions voisines : les milieux et leur végétation algale. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique*, 89 : 111-314.
- Symoens, J.-J., Duvigneaud, P. & Vanden Berghen, C. (avec la collaboration de J. Dewit et A. Kiwak) 1951. Aperçu sur la végétation des tufs calcaires de la Belgique. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique*, 83 : 329-352.
- Vanderpoorten, A. (avec la collaboration de L. Andriessen, C. Nagels, A. et O. Sotiaux) 1997. La bryoflore de la réserve naturelle de Modave (province de Liège, Belgique) : inventaire floristique, caractérisation écologique et orientations conservatoires. *Natura Mosana*, 50 : 6-15.

Annexe

Espèces	Jallet Haut	Hodoumont	Amont de Jamagne	Filée	Jamagne haut	Jamagne bas	State	amont Vivaqua	Triffof à Roiseux	Hoyoux, Moulin de Roiseux
Anthophytes										
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	2	1	1	1	1	1	.	.	1
<i>Alnus glutinosa</i>	1	2	3	.	1	4	5	3	3	2
<i>Alnus incana</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Angelica sylvestris</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Apium nodiflorum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Berula erecta</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.
<i>Callitriche platycarpa</i>	2	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Calystegia sepium</i>	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.
<i>Cardamine amara</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
<i>Cirsium palustre</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Dipsacus fullonum</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Epilobium hirsutum</i>	1	1	1	.	2	.	.	1	.	.
<i>Epilobium parviflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Epilobium roseum</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Festuca arundinacea</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Filipendula ulmaria</i>	2	2	1	.	1	1	1	1	2	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	1	2	.	.	1	2	.	2	.
<i>Glyceria notata</i>	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.
<i>Groenlandia densa</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Iris pseudacorus</i>	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Juncus inflexus</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.

	Jallet Haut	Hodoumont	Amont de Jamagne	Filée	Jamagne haut	Jamagne bas	State	amont Vivaqua	Triffoy à Roiseux	Hoyoux, Moulin de Roiseux
Espèces										
<i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mentha aquatica</i>	1	1	.	.	.	2	.	1	1	.
<i>Myosotis scorpioides</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.
<i>Nasturtium officinale</i>	1	.	.	4	3	1	2	2	1	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	1	2	2	1	2	1	1	1	.	.
<i>Ribes rubrum</i>	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
<i>Rumex conglomeratus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex sanguineus</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
<i>Salix alba</i>	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix xrubens</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix xmultinervis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scrophularia auriculata</i>	.	.	.	.	1	.	1	1	.	1
<i>Solanum dulcamara</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys sylvatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Urtica dioica</i>	5	4	5	2	.	.	1	1	.	.
<i>Valeriana repens</i>	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica beccabunga</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
Mousses et Hépatiques										
<i>Brachythecium rivulare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Conocephalum conicum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Fissidens crassipes</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Fissidens gracilifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Leptodictyum riporium</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Pellia endiviifolia</i>	.	.	.	.	1	.	1	3	2	1
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	.	.	1	.	.	2	.	1	2	2
<i>Rhizomnium punctatum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Algues et Cyanobactéries										
<i>Cladophora glomerata</i>	.	1	.	1	1	1	.	1	.	1
<i>Klebsormidium flaccidum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Chantransia</i>	.	.	1	1	.	.	1	.	.	1
<i>Planktolingbya foveolarum</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lyngbya calcarea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Melosira varians</i>	1	1	.	1	1	1	.	.	.	1
<i>Phormidium incrustatum</i>	.	.	1	.	1	.	.	.	1	1
<i>Phormidium retzii</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
<i>Oedogonium sp.</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Oscillatoria limosa</i>	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.
<i>Planktothrix agardhii</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spirogyra sp.</i>	.	.	.	1	.	1	1	.	.	.
<i>Sheathia arcuata</i>	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
<i>Vaucheria sp.</i>	1	1	.	1	1	1	1	1	1	2

Tableau 2. Liste des espèces, avec leurs coefficients d'abondance et leur répartition dans les trois groupements végétaux