



*EVALUATION DE LA QUALITÉ PHYSIQUE DES COURS D'EAU À L'AIDE
DE L'OUTIL QUALPHY, ÉTUDE DE CAS APPLIQUÉE AU BOCQ*



Institution d'accueil : Maison wallonne de la pêche ASBL

Maître de stage : Prof. Freddy Devillez

Accompagnateur local : Dr. Xavier Rollin

Rapport de stage présenté par
Van Brussel Sofie
en vue de l'obtention du Diplôme
d'Etudes Spécialisées en Science et
Gestion de l'Environnement

Décembre 2005

Remerciements

Les cours d'eau, leur gestion et leur protection en particulier, mobilisent beaucoup de gens... je m'en suis vite rendu compte.

Par conséquent, je tiens à remercier un grand nombre de personnes, car elles ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de mon stage et à la réalisation du rapport.

Toute ma reconnaissance va à mon promoteur, le Professeur Freddy Devillez, pour ses conseils avisés et ses remarques judicieuses, pour l'après-midi qu'on a passé sur le terrain ensemble et pour sa disponibilité et sa flexibilité, surtout à la fin du stage, quand j'ai compliqué les choses en produisant du texte à corriger jusqu'à la dernière minute, et je n'oublie pas non plus le nombre de fois qu'il m'a conduite de Louvain-la-Neuve à Namur.

Je remercie tout particulièrement Xavier Rollin, d'abord pour m'avoir accueillie à la Maison wallonne de la pêche et pour s'être lancé avec moi dans cette aventure nommée QUALPHY, pour tous les débats constructifs qu'on a eus ensemble, pour son soutien et sa grande disponibilité dans les moments de doute, notamment sur « *mes problèmes avec la subjectivité* », son enthousiasme, sa relecture attentive de ce rapport et de mes courriels, en particulier la correction de mes fautes orthographiques (sûrement une tâche en soi!), pour m'avoir valorisée dans mon travail, pour tout ce qu'il m'a appris sur la langue française et pour tout ce qu'il a fait pour que je puisse terminer ce rapport dans le délai prévu.

Il est certain que je n'aurais jamais pu réaliser ce travail sans l'aide précieuse de Francis Guyon... je le remercie en particulier pour son ouverture vis-à-vis de mon projet, pour son idée d'effectuer un inventaire sur le Bocq, les nombreuses explications supplémentaires sur la méthodologie, sur le fonctionnement de l'outil QUALPHY, la visite de terrain avec des conseils et précisions pour résoudre certains problèmes rencontrés,... et enfin, les rapports de son équipe de recherche à l'ULg m'ont guidé durant ce travail. La preuve est faite par le nombre d'occurrences de « *GUYON et al.* » dans ce rapport.

Mes remerciements s'adressent également à Pierre Gérard qui me fait l'honneur de participer à la soutenance, pour son idée de comparer par une étude de cas la méthode QUALPHY et la « *méthode simplifiée* », pour les informations et rapports mis à ma disposition.

Je tiens à remercier Frédéric Dumonceau, pour son aide précieuse durant la phase d'inventaire de terrain (qui aurait pris au moins deux fois plus de temps sans lui!), pour ses multiples conseils et pour le temps qu'il m'a accordé.

J'adresse également tous mes remerciements à Julien Radoux, car il a eu le courage d'aider une débutante en ArcView/Info à exécuter toutes les manipulations nécessaires pour la réalisation de ce travail.

Je remercie vivement Jean-Louis Pingot et Jean-Marc Marion, pour avoir mis leurs nouvelles cartes géologiques (une primeur!) à ma disposition et pour toutes les explications supplémentaires au sujet de la géologie, et en particulier Jean-Louis Pingot pour ses remarques pertinentes lors de la relecture des parties de mon rapport concernant la géologie.

Je tiens à remercier chaleureusement Philippe Denoël... pour les conversations téléphoniques intéressantes et animées lors de ses journées sur le terrain, les informations utiles quant à l'inventaire des obstacles à la libre circulation des poissons, les détails

intéressants sur les cours d'eau wallons et pour tous les articles qu'il a gentiment mis à ma disposition.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Bernard de le Court et Louis-Michel Petiau, Didier Deglin, Sébastien Den Doncker et Etienne Dupont, pour toutes les informations utiles qu'ils m'ont fournies et pour le temps qu'ils m'ont accordé.

J'exprime toute ma reconnaissance à Francis Lambot et Pierre-Nicolas Libert pour avoir donné leur autorisation pour la réalisation de l'inventaire et l'accès aux données cartographiques de la DGRNE.

Pour la mise à ma disposition des données cartographiques, accompagnées des informations supplémentaires, mes remerciements sincères s'adressent à Didier de Thysebaert, Benoît De Bast et Michelle Duchêne (DGRNE), Marina Thunus (MET), Bernard Colignon (DGATLP), Mokadem Abdel Ilah (DGA), Raf Muylaert et Simon Gysemberg (IGN), François Herman et Jean Germain (UCL).

Je tiens à remercier l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, et en particulier Philippe Russo, pour la mise à notre disposition de l'outil QUALPHY et toutes les informations y attenants.

Je remercie aussi Jan Pootemans d'ESRI Belux pour avoir gentiment mis à ma disposition non seulement une, mais deux versions d'*ArcView 9.1* « à évaluer ».

Mes remerciements vont aussi au Contrat de Rivière Haute Meuse, pour leur ouverture, notamment pour la mise à ma disposition des résultats de leurs inventaires effectués sur le Bocq.

J'adresse mes remerciements à Jean-Pierre Dujardin pour les informations qu'il m'a fournies au sujet des captages de la CIBE, à Didier Lambert pour ses explications sur la carte des territoires écologiques et à Emmanuel Vliegen pour les articles relatifs aux échelles à poissons qu'il m'a envoyés.

Je voudrais remercier Bérengère Englebin, pour l'aide pratique et les petits gestes de tous les jours qui m'ont facilité les choses.

Je désire remercier Nadine Humblet pour m'avoir donné un coup de main avec *ArcInfo*.

Merci aussi à Edson Correia, avec qui j'ai partagé « mon bureau » durant les dernières semaines (les plus stressantes) du stage, pour sa bonne humeur et son calme.

Enfin, je remercie mes parents, Evy, Ben, Ann, Liesbet, Hans et Christine pour m'avoir encouragée (à grande, voire très grande distance) aux moments opportuns.

Résumé

Ce rapport est le résultat d'une étude effectuée durant un stage de trois mois (septembre à novembre 2005) à la Maison wallonne de la pêche ASBL, dans le cadre d'un DES en Science et Gestion de l'Environnement à l'UCL.

La Maison wallonne de la pêche regroupe l'ensemble des 26 fédérations de pêche wallonnes reconnues officiellement par le Fonds piscicole de Wallonie, pour quelque 66 000 pêcheurs. La mise en oeuvre de la Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE nécessite une réforme profonde de l'organisation du monde de la pêche en Wallonie, notamment en renforçant l'implication des fédérations et des sociétés de pêche dans la protection des milieux aquatiques et dans la gestion des ressources piscicoles à travers les Plans De Gestion Piscicoles. Une phase essentielle dans l'élaboration de ces plans est l'étape de diagnostic de la qualité du milieu aquatique, en particulier des habitats physiques, à l'intérieur des masses d'eau définies par la Région wallonne comme *unités diagnostics* dans le cadre de l'application de la Directive Cadre sur l'Eau.

Des perturbations d'origine anthropique modifient souvent de manière irréversible le milieu physique des cours d'eau, entraînant des répercussions néfastes sur les écosystèmes associés. Des outils ont été développés dans différents pays européens permettant l'évaluation de la qualité physique des cours d'eau, indispensable pour la planification des actions d'amélioration des habitats aquatiques et la gestion des ressources naturelles associées. Une de ces méthodes est QUALPHY, développé par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et déjà appliqué en Région wallonne.

L'optique de ce stage était d'étudier la qualité physique de la masse d'eau aval du Bocq (MM30R), qui s'étend de la confluence avec le Petit Bocq jusqu'à l'embouchure dans la Meuse, sur une longueur d'environ 23km.

La méthode QUALPHY est basée sur la comparaison d'un cours d'eau à son type géomorphologique de référence. La comparaison de l'état physique réel du cours d'eau avec sa référence typologique, regroupant les critères physiques qui lui sont propres à l'état naturel, permet d'évaluer son état de dégradation. Un système de pondération, avec des facteurs de pondération différents selon la typologie du cours d'eau, est utilisé pour le calcul des indices.

Dans le cadre de la typologie des cours d'eau wallons, la masse d'eau qui fait l'objet de la présente étude a été identifiée comme appartenant aux « *cours d'eau à énergie moyenne à forte des vallées encaissées en U (Type 2)* ».

L'évaluation de la qualité physique avec QUALPHY prend en compte les trois grands compartiments de fonctionnement d'un cours d'eau : le lit majeur, les berges et le lit mineur. Elle est réalisée sur des segments homogènes de milieu, c'est-à-dire des segments ne montrant pas de grands changements au niveau de leur géomorphologie et de la pression anthropique qu'ils subissent. Ce découpage du linéaire de la zone d'étude a fait l'objet de l'étude préliminaire.

Le premier découpage en « **tronçons** » sur la base des critères géomorphologiques du cours d'eau et de sa vallée est suivi par un découpage en « **segments** », basé sur la présence de facteurs de perturbation d'origine anthropique.

Le découpage a abouti à la délimitation de 24 segments qui ont été entièrement parcourus afin de pouvoir remplir une fiche d'inventaire pour chacun d'entre eux. Plus de 50 paramètres sont à remplir pour décrire le milieu physique des segments, parmi lesquels 40 paramètres sont effectivement encodés dans l'outil informatique. Ceux-ci sont définis selon les 3 compartiments des cours d'eau. Pour le type T2, le poids relatif attribué aux

compartiments dans la détermination de l'indice global est de 15% pour le lit majeur, de 30% pour les berges et de 55% pour le lit mineur.

L'indice obtenu est une expression de l'état de dégradation du segment par rapport à sa référence typologique. Un indice de 0% correspond à une dégradation maximale et un indice de 100% correspond à une dégradation nulle. Cinq classes de qualité ont été définies : qualité très mauvaise (0-20%), qualité mauvaise (21 à 40%), qualité moyenne à médiocre (41 à 60%), qualité assez bonne (61 à 80%), qualité excellente à correcte (81 à 100%).

Avec QUALPHY, on obtient des indices globaux de qualité physique, 3 indices partiels par compartiment et enfin 8 sous-indices.

Les **indices de qualité physique obtenus par segment** permettent de mettre en évidence des zones de perturbations et des zones proches de l'état naturel (et les états de transition entre eux), ainsi que les compartiments les plus touchés. En particulier, ce sont surtout les indices partiels et les sous-indices obtenus pour chaque segment qui conduisent à identifier les segments affectés par les diverses perturbations anthropiques.

Selon les résultats obtenus pour l'indice global, **51%** du linéaire étudié a une « **qualité assez bonne** », **34%** du linéaire se marque par une « **qualité moyenne à médiocre** », **12%** par une « **qualité mauvaise** » et **3%** par une « **qualité très mauvaise** ».

Néanmoins, quand on tient en compte l'indice partiel du compartiment le plus pénalisé pour chacun de ces segments, seulement **25%** du linéaire a une « **qualité assez bonne** », tandis que **51%** est de « **qualité moyenne à médiocre** », **8%** de « **qualité mauvaise** » et **15%** de « **qualité très mauvaise** ».

L'indice global est inférieur à 40% dans les deux zones de captage, à l'emplacement d'un pertuis, à la carrière de Dapsens et au centre d'Yvoir. La qualité de ces segments contraste souvent fortement avec celle des segments voisins. Quant aux indices partiels, la qualité physique des 3 compartiments peut être très divergente pour un même segment.

On a pu constater un certain degré de subjectivité dans l'estimation des paramètres sur le terrain et la longueur des segments peut influencer les indices obtenus. Néanmoins, quelques spécifications au niveau de la définition de certains termes et de leur estimation sur le terrain, combiné à une étude préliminaire pertinente, devraient pouvoir résoudre la plupart des difficultés.

Comme il s'agit des valeurs moyennes par segment, les indices de qualité ne peuvent être traduits directement en propositions de gestion bien localisées dans l'espace. Mais ils constituent un premier diagnostic du degré de dégradation physique du milieu.

Ainsi, l'outil QUALPHY peut, en synergie avec des études visant la qualité physico-chimique et biologique de ces cours d'eau, préparer, encadrer et orienter des recherches plus détaillées.

Les indices obtenus par segment ont été moyennés en fonction des linéaires concernés pour chaque segment afin d'obtenir des **valeurs moyennes pour la masse d'eau** étudiée. L'indice global de la masse d'eau aval du Bocq obtenu avec QUALPHY est de 57%, ce qui le classe dans la catégorie « **qualité moyenne à médiocre** ». L'indice basé sur le compartiment le plus pénalisé est de 46%, ce qui n'induit pas de changement de catégorie (« **qualité moyenne à médiocre** »).

La confrontation de ces indices de qualité moyennés à l'échelle de la masse d'eau avec ceux obtenus par « *la méthodologie d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau définies en Région wallonne* » (« *protocole simplifié* » de QUALPHY) (GUYON *et al.*, 2005), a fait apparaître une discordance entre les résultats obtenus par les différentes méthodes.

Contrairement à QUALPHY qui classe la masse d'eau étudiée dans les cours d'eau de « **qualité moyenne à médiocre** », la méthode simplifiée a abouti à un indice de qualité

hydromorphologique de seulement 17.1%, ce qui classe la masse d'eau dans la catégorie « qualité très mauvaise ». Cette pénalisation est causée par le nombre d'obstacles infranchissables et majeurs présents sur le linéaire du Bocq dans la masse d'eau considérée.

Même s'il s'agit ici de deux méthodologies aux objectifs spécifiques dont les résultats ne sont pas facilement comparables de manière simple et univoque, on peut malgré tout douter, sur la base de la confrontation des résultats des deux méthodes, de l'aptitude de l'outil QUALPHY pour l'évaluation des perturbations provoquées par la présence d'obstacles à la libre circulation des poissons.

En particulier, on remarquera ici que le **sous-indice** obtenu avec QUALPHY **relatif à « l'hydraulique »**, qui intègre les coupures transversales, la sinuosité et la perturbation du débit, est estimé à **63%**, ce qui le classe en catégorie « qualité assez bonne ». Ce classement ne nous paraît pas refléter correctement l'influence des obstacles à la libre circulation des poissons sur les populations piscicoles de cette masse d'eau du Bocq, notamment à cause du fait qu'il ne tient pas en compte la localisation des obstacles infranchissables ou majeurs sur le cours d'eau. Or, le nombre de barrages importe probablement souvent moins que leur répartition dans l'espace, notamment par rapport à la localisation des différentes zones où les espèces séjournent pour accomplir les différentes phases de leur cycle vital. Par conséquent, l'échelle des segments, « *l'unité de base* » de QUALPHY, ne semble pas une manière adéquate d'étudier l'influence des obstacles à la libre circulation sur les populations piscicoles. Dans ce cadre, **une étude ciblée sur la répartition spatiale des obstacles à l'échelle du contexte piscicole paraît à l'avenir incontournable**, étude qui devrait déboucher sur une nouvelle manière de prendre en compte les obstacles avec QUALPHY. Finalement, la méthode QUALPHY gagnerait sûrement à intégrer ce facteur dans le calcul du sous-indice « hydraulique ».

Summary

This report is the result of a research project carried out during a three months training course (September till October 2005) at the *Maison wallonne de la pêche ASBL*, within the framework of the *DES en Science et Gestion de l'Environnement* organised by the Université catholique de Louvain.

The *Maison wallonne de la pêche* groups the 26 Walloon recreational fishing federations that are officially recognized by the *Fonds Piscicole de Wallonie*, representing some 66000 fishermen.

The implementation of the European Water Framework Directive (2000/60/CE) requires a major reform of the organization of the fishery sector in Wallonia, in particular by reinforcing the involvement of the federations and the angling clubs in the protection of the aquatic environments and in the management of the fisheries through the Fisheries Management Plans.

An essential phase in the development of these plans is the quality assessment of the aquatic environment, in particular of the physical habitats, within the "*water bodies*" that have been designated by the Walloon Region as diagnostic units within the application of the Water Framework Directive (2000/60/CE).

Anthropogenic disturbances often modify in an irreversible way the physical environment of rivers, harmfully affecting the associated ecosystems.

In several European countries, tools were developed that allow the assessment of the physical quality of rivers, a factor that is essential for the planning of restoration actions for the aquatic habitats and the associated management of the natural resources.

One of these methods, named QUALPHY, has been developed by the Water Agency Rhine-Meuse in France, and already applied in the Walloon Region.

The objective of the training course was to study the physical quality of the downstream water body of the river Bocq (code MM30R), which extends from the confluence with the Petit Bocq to its mouth in the Meuse, over a length of approximately 23km.

The QUALPHY method is based on the comparison of the real physical state of a river to its geomorphologic type of reference. This comparison to its typological reference, that assembles the physical characteristics that are specific to that river type in a natural state, makes it possible to evaluate its state of degradation. A system of weighting, with weighting factors that differ according to the typology of the river, is used for the calculation of the quality indexes.

Within the framework of the typology of the Walloon rivers, the water body which makes the object of this study was identified as belonging to the type "*rivers characterized by average to strong energy and by U shaped steep sided valleys (Type 2)*".

The physical quality assessment with QUALPHY takes into account the three major functional compartments of rivers: major bed, banks and minor bed. The assessment is carried out on homogeneous segments in terms of the environment, i.e. on segments that are not showing great changes regarding to their geomorphology and the anthropogenic pressure which they undergo. Such a subdivision was the subject of the preliminary study. The first delimitation in "*sections*", on the basis of geomorphologic criteria of the river and its valley, is followed by a cutting in "*segments*", based on the presence of disturbance factors of anthropic origin.

This *“cutting up of the river”* has led to the delimitation of 24 homogeneous segments which were investigated entirely and an inventory form was filled out for each one of them. More than 50 parameters describe the physical environment of the segments, among which 40 parameters are actually encoded in the data-processing tool.

For the *Type 2*, the relative weight assigned to the compartments in the determination of the global quality index is: 15% for the major bed, 30% for the banks and 55% for the minor bed. The quality index obtained is an expression of the state of degradation of the segment compared to its typological reference. An index of 0% corresponds to a maximum degradation and an index of 100% corresponds to a zero degradation. Five quality grades were defined: very bad quality (0 to 20%), bad quality (21 to 40%), average to mediocre quality (41 to 60%), rather good quality (61 to 80%), excellent to correct quality (81 to 100%).

With QUALPHY, one global physical quality index, 3 partial indexes per compartment and 9 subindexes are obtained. The **indexes of physical quality obtained by segment** make it possible to highlight segments with significant disturbances and segments close to the natural state (and the states of transition between them), as well as the most degraded compartments. In particular, the partial indexes and the subindexes obtained for each segment are especially helpful for identifying the segments affected by various anthropogenic disturbances.

From the results obtained for the global index, **51%** of the length studied have a **"rather good quality"**, **34%** are marked by an **"average to mediocre quality"**, **12%** by a **"bad quality"** and **3%** by a **"very bad quality"**.

Nevertheless, when we consider for each of the segments only the partial index of the "most penalized" compartment, **25%** of the length studied reach a **"rather good quality"**, while **51%** are of **"average to mediocre quality"**, **8%** of **"bad quality"** and **15%** of **"very bad quality"**. The global index is lower than 40% for two segments with water harnessing, for the segment with a 300 meter long concrete tube, at the quarry of Dapsens and in the centre of Yvoir. The quality of these segments often strongly contrasts with that of the neighbouring segments.

As for the partial indexes, the physical quality of the 3 compartments can be very divergent within the same segment.

We have noticed that the estimation of the parameters on the field entails a certain degree of subjectivity and that the length of the segments can influence the quality indexes obtained. Nevertheless, some specifications according to the definition of certain terms and their estimation on the field, combined with a relevant preliminary study, should be able to solve the majority of those difficulties.

As they are average values by segment, the quality indexes cannot be translated directly into management proposals that are precisely localised in space. But they constitute a first diagnosis of the degree of physical degradation of the environment.

Thus, the QUALPHY method can, in synergy with studies concerning the physicochemical and biological quality of rivers, **prepare, frame and direct more detailed research**.

A global averaged quality index over the entire studied "water body" of the river Bocq is calculated by weighing the quality index values obtained for the different segments by their respective length. The global quality index obtained in this way is 57%, which classifies it in the category "average to mediocre quality". The quality index based on the most penalized compartment is 46%, which does not induce a change of category ("average to mediocre quality").

The comparison of these average quality indexes obtained at the scale of the water body with those obtained by *"the assessment methodology of the hydromorphologic quality of the water bodies defined in the Walloon Region"* (or the *"simplified protocol"* of QUALPHY)

(GUYON *et al.*, 2005), revealed a **discordance between the results obtained by these two methods**. Contrary to QUALPHY which classifies the studied water body in the category "average to mediocre quality", the simplified method resulted in an index of hydromorphologic quality of only 17.1%, which classifies the water body in the category "very bad quality". This penalization is caused by the **important number of insurmountable or major fish migration constraints** present along the studied water body of the river Bocq.

Even if the aforementioned methods have specific objectives and their results are not easily comparable in a simple and univocal way, we can question - on the basis of confrontation of the results of the two methods - the aptitude of the QUALPHY method for the evaluation of the disturbances caused by the presence of obstacles to fish migration.

In particular, it will be noted here that the subindex obtained with QUALPHY relative to "**hydraulics**", which integrates the transverse divisions, the sinuosity and the disturbance of the flow, is estimated at 63%, which classifies it as "rather good quality".

This classification does not appear to reflect correctly the influence of the fish migration constraints on the fish populations of the water body studied, in particular because this approach does not take into account the localization of the insurmountable or major obstacles in the river.

However, the number of flood barriers (dams) imports probably often less than their spatial distribution, in particular when their localisation is compared to the localization of the various zones where the species are staying to achieve the different phases of their life cycle.

Consequently, the scale of the segments, "*the basic unit*" of QUALPHY, does not seem an adequate manner to study the influence of these obstacles on the fish populations. Within this framework, **further study targeted on the spatial distribution of the obstacles at the scale of the "fisheries context"** appears necessary. That study should lead to a method which takes into account the presence of obstacles with QUALPHY, which would certainly gain by integrating this factor in the calculation of the "hydraulic" subindex.

My suggestions at the *Maison wallonne de la pêche* are directing toward the development, in co-operation with other partners, of a fisheries management plan for the river Bocq.

Of great importance could be the role of the *Maison wallonne de la pêche* in the translation of the results obtained by the various evaluation methods of physical quality, and more largely, of biological and physicochemical quality, according to the disturbance and to the direct harmful repercussions on the fish populations present.

In a similar way, the *Maison wallonne de la pêche* should be able to contribute to the establishment of a list of obstacles to fish migration that are first and foremost to be removed on the basis of the inventory carried out by the Federation of the Angling clubs Vesdre Amblève. This should include a study on the spatial distribution of obstacles present in a fisheries context in relation with the distribution of the different zones of the life cycle of the populations.

Considering the importance of the obstacles on the river Bocq, it would be advisable to undertake this step in dialogue with institutes of research active in this field in Belgium or even abroad.

Table des matières

1. INTRODUCTION	1
1.1. Objectif du stage	1
1.2. Présentation de l'institution d'accueil	3
2. CONTENU DU STAGE	5
2.1. Étude de cas : quelques généralités sur le Bocq	6
2.2. Principes de l'outil QUALPHY	7
2.3. Typologie	8
2.3.1. Généralités	8
2.3.2. Etude de cas : typologie de la partie du Bocq étudiée.....	9
2.4. Étude préliminaire : découpage en tronçons et segments homogènes.....	10
2.4.1. Principe, méthode et données cartographiques	11
2.4.1.1. Découpage géomorphologique en tronçons.....	11
2.4.1.2. Découpage anthropique en segments	21
2.4.2. Résultats du découpage	24
2.4.2.1. Découpage géomorphologique en tronçons.....	24
2.4.2.2. Découpage anthropique en segments	31
2.4.3. Vue d'ensemble du découpage en segments	34
2.5. Inventaire de terrain.....	40
2.5.1. Déroulement.....	40
2.5.2. L'estimation des paramètres sur le terrain	40
2.5.2.1. Méthodologie utilisée.....	41
2.5.2.2. Difficultés rencontrées	41
2.6. Evaluation de la qualité physique	45
2.6.1. Principe de QUALPHY.....	45
2.6.2. Résultats et discussion	47
2.6.2.1. Qualité physique par segment	47
2.6.2.2. Qualité physique de la masse d'eau	55
2.6.2.3. Discussion : les indices de qualité et leur représentation sur le terrain.....	56
2.6.3. Confrontation avec les résultats obtenus avec la méthodologie d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau définies en Région wallonne.....	70
2.6.3.1. Méthodologie d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau définies en Région wallonne.....	70
2.6.3.2. Confrontation des indices	70

3. PARTICIPATION À LA VIE DE L'ASSOCIATION ET RENCONTRES.....	76
3.1. Participation à la 5 ^{ème} réunion de la Commission Technique d'Après Congrès (CTAC), samedi le 17 septembre, à la Maison wallonne de la pêche.....	76
3.2. Principales rencontres	77
3.3. Mise à disposition des données cartographiques	78
4. ANALYSE DES ACQUIS DU STAGE	80
5. SUGGESTIONS À L'INSTITUTION D'ACCUEIL	81
6. CONCLUSIONS	83
7. BIBLIOGRAPHIE	85
8. ANNEXES.....	90
ANNEXE 1.....	91
ANNEXE 2.....	92
ANNEXE 3.....	100
ANNEXE 4.....	101
ANNEXE 5.....	102
ANNEXE 6.....	104
ANNEXE 7.....	105

1. Introduction

1.1. Objectif du stage

Des perturbations d'origine anthropique modifient souvent de manière irréversible le milieu physique des cours d'eau, entraînant des répercussions néfastes sur les écosystèmes associés. Ce milieu physique comprend l'ensemble des éléments constituant la structure physique d'un cours d'eau : le lit mineur, les berges et le lit majeur. L'évaluation de la qualité du milieu physique des cours d'eau est nécessaire pour la planification des actions d'amélioration des habitats aquatiques et la gestion des ressources naturelles associées.

Au niveau européen, la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) prévoit de définir une méthode d'évaluation de la qualité du milieu physique. Comme suite à cela, des outils d'évaluation de la qualité physique des cours d'eau ont été développés dans différents pays européens (GUYON *et al.*, 2005).

La Région wallonne a défini des masses d'eau¹ comme unité de diagnostic dans le cadre de l'application de cette Directive Cadre sur l'Eau. L'optique de ce stage était d'étudier la qualité physique de la masse d'eau aval du Bocq (MM30R), qui s'étend de la confluence avec le Petit Bocq jusqu'à l'embouchure dans la Meuse.

Pour réaliser cette évaluation, nous avons choisi d'utiliser le modèle d'évaluation de la qualité physique des cours d'eau QUALPHY, qui a été développé par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse depuis 1992. L'outil QUALPHY a été appliqué en Région wallonne² et un « *protocole simplifié* » de QUALPHY a été élaboré en 2004 afin de permettre d'évaluer la qualité de toutes les masses d'eau de surface définies en Région wallonne dans les délais imposés par la Directive Cadre Eau 2000/60/CE.

Cet outil vise à évaluer l'état de la qualité des composants physiques des cours d'eau en mesurant leur degré d'altération par rapport à une situation de référence³ et constitue un outil d'aide à la décision dans les grands choix stratégiques d'aménagement, de restauration et de gestion des cours d'eau sans se substituer aux études détaillées (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & LA DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE CHAMPAGNE-ARDENNE, 2004, GUYON *et al.*, 2005).

L'évaluation de la qualité physique se fait sur des segments homogènes de milieu, c'est-à-dire, ne montrant pas de grands changements au niveau de leur géomorphologie et de la pression anthropique qu'ils subissent. Le découpage du linéaire de la zone d'étude a exigé une étude préliminaire, qui a exigé une grande partie des 3 mois disponibles pour ce stage. Cette donnée, combinée avec le fait que la délimitation des segments influence considérablement l'évaluation de la qualité physique de ces segments, et donc aussi par ricochet les indices de qualité obtenus pour toute la masse d'eau, nous a poussés à accorder une grande place à l'étude préliminaire.

Les indices de qualité physique obtenus avec QUALPHY font l'objet d'une discussion, d'abord générale au niveau de l'ensemble des segments et pour l'entièreté de la masse

¹ « *Masse d'eau de surface : une partie distincte et significative des eaux de surface telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières* » (Article 2 de la Directive Cadre sur l'Eau, PARLEMENT EUROPÉEN ET CONSEIL EUROPÉEN, 2000).

² Sur la Meuse, la Dyle, les cours d'eau du bassin de la Semois et près de 500km de linéaire de cours d'eau supplémentaires dans le cadre de l'étude PIRENE (GUYON *et al.*, 2005).

³ Ceci implique l'établissement d'une typologie des cours d'eau, comme l'on verra par la suite (voir 2.3).

d'eau, puis en examinant pour quelques groupes de segments dans quelle mesure ces indices de qualité physique reflètent la situation aperçue durant l'inventaire de terrain.

Enfin, nous terminons la discussion des résultats par une confrontation de nos résultats avec ceux obtenus par « *la méthodologie d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau définies en Région wallonne* » (« *protocole simplifié* » de QUALPHY).

On verra aussi que ce sont surtout les indices partiels⁴ et les sous-indices obtenus pour chaque segment qui permettent de mettre en évidence les segments affectés par des perturbations anthropiques. L'évaluation de la qualité physique sur base de QUALPHY constitue ainsi un premier diagnostic de la dégradation physique du milieu, comme base fondamentale pour orienter des recherches plus détaillées et ciblées⁵, qui elles, devront mener directement à des propositions d'amélioration et de gestion. Car, avant tout, l'amélioration et la gestion des milieux aquatiques nécessitent l'établissement d'un état des lieux, passant notamment par l'identification des pressions anthropiques les plus importantes.

⁴ Notamment pour le lit mineur, les berges et le lit majeur.

⁵ Par exemple, au sujet de la ripisylve.

1.2. Présentation de l'institution d'accueil

La Maison wallonne de la pêche ASBL (*Figure 1*) a été fondée en mars 2001 à l'initiative de quatre fédérations halieutiques de Wallonie (2 hennuyères, 2 namuroises) et de deux groupements de fédérations déjà existants, à savoir l'Union Inter-provinciale des Pêcheurs Wallons et de la Fédération Sportive des Pêcheurs Francophones de Belgique.

À travers ses membres fondateurs, elle regroupe l'ensemble des 26 fédérations de pêche wallonnes reconnues officiellement par le Fonds piscicole de Wallonie. La Maison de la pêche dispose d'un bâtiment sis au 10, rue Lucien Namèche à Namur, où l'essentiel du stage s'est déroulé. Pour mener à bien ses missions, la Maison wallonne de la pêche dispose actuellement d'une petite équipe de permanents (*Photo 1*) composée d'une assistante, d'un chargé de mission et d'un directeur (voir le site Internet de la Maison wallonne de la pêche : <http://www.maisondelapeche.be>). En outre, l'association accueille régulièrement des stagiaires dans le cadre de travaux de fin d'études ou de stages en entreprises.

La mission de base de la Maison wallonne de la pêche est le soutien logistique, administratif, technique et scientifique aux fédérations, mais aussi la promotion générique de la pêche en Wallonie, l'information des pêcheurs, l'éducation des jeunes, la promotion d'une pêche respectueuse de l'environnement et la sensibilisation des médias et de la population wallonne aux questions relatives aux milieux aquatiques, aux ressources piscicoles et à la pêche récréative. Les fédérations n'en conservent pas moins leurs objectifs et moyens propres, de même que la maîtrise et la gestion de leurs 26000 affiliés (pour 66000 détenteurs du permis de pêche régional en 2005).

La Maison wallonne de la pêche se veut être un lieu de rencontres et de débats afin que les pêcheurs wallons puissent faire valoir leurs revendications dans la concertation. Parce qu'elle regroupe la totalité des 26 Fédérations de pêche wallonnes, la Maison wallonne de la pêche est également l'interface idéale entre tous les acteurs halieutiques, les Administrations compétentes (Service de la Pêche du Ministère de la Région wallonne, gestionnaires des cours d'eau) et le pouvoir politique.

C'est ainsi qu'elle est chargée depuis octobre 2003, par le Fonds Piscicole de Wallonie, de dresser l'état des lieux des structures associatives du milieu halieutique wallon et des adaptations nécessaires à ce niveau pour la mise en oeuvre de la Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE⁶. C'est dans ce cadre qu'elle a organisé le 16 octobre 2004 à Louvain-la-Neuve un congrès qualifié d'historique réunissant toutes les fédérations wallonnes, ce qui n'était plus arrivé depuis le début l'adoption de la loi belge sur la pêche fluviale datant des années 1950. Ce congrès a jeté les bases d'une réforme profonde de l'organisation du monde de la pêche en Wallonie, notamment en renforçant l'implication des fédérations et des sociétés de pêche (au nombre d'environ 450 en Wallonie) dans la protection des milieux aquatiques et dans la gestion des ressources piscicoles à travers les Plans De Gestion Piscicoles (PDPG). Une phase essentielle de ces plans est l'étape de diagnostic de la qualité du milieu, notamment des habitats physiques. D'où l'intérêt de l'association pour la qualité hydromorphologique des cours d'eau et pour les méthodes servant à l'évaluer telles que QUALPHY.

⁶ PARLEMENT EUROPÉEN ET CONSEIL EUROPÉEN, 2000.



Figure 1. Logo de la Maison wallonne de la pêche



Photo 1. L'équipe de la Maison wallonne de la pêche, de gauche à droite : Frédéric Dumonceau (chargé des missions), Bérengère Englebin (assistante), Xavier Rollin, (directeur), Edson Correia (stagiaire).

2. Contenu du stage

Nous commençons la description du contenu du stage par quelques données générales sur le cours d'eau qui a fait l'objet de l'étude.

Ensuite, les grands principes de la méthode QUALPHY sont présentés. Ceux-ci constituent en même temps les phases successives du travail et sont développés dans les chapitres suivants :

Dans un premier temps, la notion de « *typologie de référence* » - un concept fondamental dans la méthodologie de QUALPHY - est expliquée, suivie par une application au Bocq.

Dans un deuxième temps, nous décrivons l'**étude préliminaire** qui nous a permis de découper le linéaire en parties « homogènes », sur la base des critères géomorphologiques d'une part (découpage en tronçons), puis anthropiques (découpage en segments) d'autre part. Ces parties homogènes deviennent les unités d'inventaire pour lesquelles les indices de qualité seront déterminés par la suite.

Après ce découpage, l'**inventaire de terrain** est décrit, notamment son déroulement général et l'estimation des paramètres, accompagnés des quelques difficultés rencontrées.

Avant d'entamer la présentation des résultats, quelques principes méthodologiques fondamentaux pour le calcul des indices avec QUALPHY sont développés, afin de mieux pouvoir interpréter les indices de qualité obtenus.

Dans cette partie, les résultats sont présentés d'abord par segments, puis pour la masse d'eau.

Enfin, nous examinons pour quelques groupes de segments dans quelle mesure les indices de qualité physique obtenus avec QUALPHY reflètent la situation enregistrée durant l'inventaire de terrain

Nous terminons par une confrontation de nos résultats avec les résultats obtenus avec la méthodologie simplifiée d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau définies en Région wallonne (« *protocole simplifié* » de QUALPHY).

2.1. Etude de cas : quelques généralités sur le Bocq

Le Bocq⁷ est un cours d'eau non navigable⁸, qui prend sa source à Scy et se jette dans la Meuse à Yvoir, après un trajet d'environ 44km⁹. Se situant entre Namur et Dinant, c'est un cours d'eau condruzien, qui est alimenté par des formations calcaires qu'il traverse (DELCAMBRE & PINGOT, à paraître ; MARION & BARCHY, à paraître).

Son principal affluent est le Petit Bocq, qui le rejoint entre Stée et Gémenne et qui forme la limite amont de la zone étudiée. La zone d'étude s'étend jusqu'à la confluence avec la Meuse et comprend ainsi la masse d'eau aval (*Rivières condruziennes à pente moyenne*) du Bocq, classée en 1^{ère} catégorie. Le linéaire du Bocq qui a fait l'objet de l'étude est d'environ 23km et traverse les villages de Spontin, de Bauche, ainsi que quelques hameaux, avant d'arriver à Yvoir.

Un site Natura 2000 (appartenant à la « Vallée du Bocq », code BE35010)¹⁰ a été désigné entre Yvoir et Purnode, formé essentiellement de forêts de versant et englobant des zones rocheuses en bordure du Bocq. Quant au lit majeur du Bocq, il est repris en zone Natura 2000 sur un linéaire de moins de 1.5km de longueur entre Bauche et Yvoir¹¹ (MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE, DIRECTION GÉNÉRALE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT, 2005) (*Origine de l'information : MRW-DGRNE*).

Selon le zonage des cours d'eau défini par HUET (1949, *in* DUPONT, 1998), fonction des variables morphodynamiques des cours d'eau (notamment, la pente et la largeur du lit), la plus grande partie de la zone inventoriée se situe dans la zone à ombre¹², à l'exception d'une zone en amont qui est définie comme zone à barbeau (DUPONT, 1998). Les populations de poissons relevées lors de différentes pêches électriques (voir *Annexe 1*) correspondent bien à celles que l'on retrouve habituellement dans la zone à ombre¹³. La présence de certaines espèces telles que la truite arc-en-ciel est probablement liée à des rempoissonnements pratiqués pour la pêche sur le Bocq. La majorité du linéaire inventorié est constituée de parcours de pêche privés. Il y a une Société de Pêche, « *Le Brochet* », à Yvoir.

⁷ L'étymologie du nom « Bocq » est incertaine, le nom vient probablement d'une interprétation abusive, confirmée officiellement sous le régime français, d'une inscription « Boch » apparue au début du 17^{ème} siècle sur les cartes et désignant le hameau de Bauche au confluent du Bocq et du Crupet (JESPERS, 2005).

⁸ Sa numérotation dans *l'Atlas des cours d'eau non navigables* est 1000. *L'Atlas des cours d'eau non navigables* a été réalisé fin des années 50, et a fait l'objet d'une révision par après (Portail SIG - DGRNE).

⁹ Longueur déterminée en ArcView 9.1 sur la base du « Réseau hydrographique ». Cette couche provient de la digitalisation du réseau hydrographique wallon à partir des anciennes cartes (qui datent des années 80 pour la zone d'étude, Communication personnelle, IGN) topographiques IGN au 1:10.000 et de la transcription des informations contenues dans *l'Atlas des cours d'eau non navigables* (MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE, DIRECTION GÉNÉRALE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT, 2005 ; Portail SIG – DGRNE).

¹⁰ Portant le code BE35010A0, pour les *Zones de Protection Spéciale (ZPS)* et BE35010B0 pour les *Zones Spéciales de Conservation (ZSC)* (proposée en date du 4 février 2004, source : Site d'Internet SIBW, Base de données des sites Natura 2000, consulté en décembre 2005).

¹¹ Cette zone correspond aux segments 6A et 7A du découpage en segments, proposé dans l'étude préliminaire (2.4) de ce rapport.

¹² Les caractéristiques de la zone à ombre sont l'alternance de courants rapides avec des courants plus lents. La teneur en oxygène est élevée mais la température de l'eau augmente par rapport à la zone à truite. Les populations piscicoles sont encore celles observées dans la zone à truite mais on trouve également des cyprinidés rhéophiles (DUPONT, 1998).

¹³ Notamment, la truite fario, l'ombre commun et des cyprins rhéophiles comme le barbeau, le hotu, le chevaine et la vandoise (DUPONT, 1998).

2.2. Principes de l'outil QUALPHY

L'outil prend en compte le fonctionnement et la dynamique naturelle des cours d'eau et cela en étudiant les trois grands compartiments de fonctionnement : le lit majeur, les berges et le mineur¹⁴ (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & LA DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE CHAMPAGNE-ARDENNE, 2004 ; COGELS *et al.*, 2004).

L'application de l'outil QUALPHY comprend plusieurs phases, qui seront traitées successivement dans ce rapport (d'après COGELS *et al.*, 2004) :

1. La définition d'une **typologie** de référence des cours d'eau¹⁵ (**2.3**).
2. Le **découpage** du cours d'eau étudié en tronçons et ensuite en segments homogènes (*étude préliminaire, 2.4*).
3. L'**inventaire** de terrain durant lequel les fiches de description physique sont remplies (**2.5**).
4. Le **traitement informatisé** des données avec pondération des critères d'évaluation (**2.6**).

¹⁴ Voir structure des fiches de remplissage en **Annexe 2**.

¹⁵ Car l'outil QUALPHY est basé sur le principe de la comparaison entre l'état physique réel d'un cours d'eau et son type géomorphologique de référence (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & LA DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE CHAMPAGNE-ARDENNE, 2004).

2.3. Typologie

2.3.1. Généralités

La méthodologie de QUALPHY est basée sur la comparaison d'un cours d'eau (masse d'eau) à son type géomorphologique de référence. A chaque cours d'eau est attribuée une typologie de référence et par conséquent des critères physiques qui devraient être les siens à l'état naturel. La comparaison de l'état physique réel du cours d'eau avec sa référence typologique permettra d'évaluer son état de dégradation.

Étant donné qu'il y a une même fiche de description valable pour les différents types, la typologie n'intervient qu'au niveau des calculs d'indices. Et ceci par l'affectation de pondérations aux paramètres et groupes de paramètres variant en fonction de la typologie du cours d'eau considéré. Un tableau représentant les pondérations utilisées en QUALPHY par type de cours d'eau se trouve en *Annexe 3*.

Ainsi, par exemple, le poids relatif donné au lit majeur sera beaucoup moins important pour un cours d'eau de montagne que pour un cours d'eau qui, entouré de larges plaines alluviales, s'écoule sur un plateau (GUYON *et al.*, 2003a ; AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & LA DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE CHAMPAGNE-ARDENNE, 2004).

L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse a établi une typologie pour les cours d'eau du bassin Rhin-Meuse qui se base sur des caractéristiques géologiques, hydrauliques et géomorphologiques. Ainsi, 7 grands types de cours d'eau ont été identifiés, qui sont censés présenter globalement le même fonctionnement dynamique (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & ATELIER D'ÉCOLOGIE RURALE ET URBAINE, 1997 ; COGELS *et al.*, 2004).

- T1 : cours d'eau et torrents de montagne,
- T2 : cours d'eau de moyenne montagne,
- T3 : cours d'eau de piémont,
- T4 : cours d'eau de côtes calcaires et marno-calcaires,
- T5 : cours d'eau méandriques des plateaux calcaires,
- T6 : cours d'eau des plaines argilo-limoneuses,
- T7 : cours d'eau phréatiques.

Quelques sous-types ont également été définis, mais le système de pondération pour le calcul des indices de qualité est basé uniquement sur les types principaux.

COGELS *et al.* (2004) ont établi une typologie des cours d'eau wallons et ont mis en évidence les correspondances avec la typologie établie par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, pour que l'outil QUALPHY et son système de pondération deviennent applicables aux cours d'eau de la Région wallonne.

Nous restons sommaires ici en faisant référence au rapport de COGELS *et al.* (2004) et au tableau de l'*Annexe 4*, repris du rapport précité, en donnant un aperçu des « *types wallons* » et également de la correspondance avec la typologie de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse.

2.3.2. Etude de cas : typologie de la partie du Bocq étudiée

Comme c'est le cas pour plusieurs affluents¹⁶ de la Meuse s'écoulant en Région wallonne, la vitesse du courant du Bocq dans sa masse d'eau amont est peu variée et lente. Ainsi, la vallée est caractérisée par une faible pente des versants et une occupation des sols qui consiste, en dehors des centres urbanisés, majoritairement en des cultures et des prairies (*Photo 2*). Dans la masse d'eau aval, le courant devient plus rapide et varié. La vallée prend une forme de U encaissé et l'occupation du sol devient plus forestière (*Photo 3*).



Photo 2. Le Bocq et sa vallée à partir de la Rue de Stée à Braibant (1/12/2005).



Photo 3. Le Bocq entre Bauche et Yvoir, près de la Rue de Redeau (11/12/2005).

La limite entre la masse d'eau amont (MM28R, Ruisseaux condrusiens à pente moyenne) et la masse d'eau aval (MM30R, Rivières condrusiennes à pente moyenne) a été placée au niveau de la confluence avec le Petit Bocq, soit le début de la zone étudiée dans ce travail. Dans le cadre de la typologie des cours d'eau wallons, le bassin versant du Bocq a été identifié comme suit (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & ATELIER D'ÉCOLOGIE RURALE ET URBAINE, 1997 ; COGELS *et al.*, 2004 ; GUYON *et al.*, 2005) :

- **Masse d'eau aval :** cours d'eau à énergie moyenne à forte des vallées encaissées en U (Type 2). Ceci correspond à un *cours d'eau de moyenne montagne (T2)* dans la typologie de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et se caractérise par un fond de vallée alluviale dont la texture grossière des matériaux ne permet pas la mise en culture. La vallée prend une forme en « U » caractéristique. La pente du lit est moyenne à forte et le substrat est majoritairement constitué de cailloux grossiers (0 à 20cm), avec des blocs dispersés. Les écoulements dominants sont de type *rapides*, *radiers* ou *plats courants*. Ce type présente une transition entre les phases de production et les phases de dépôt plus marquées.
- **Masse d'eau amont :** cours d'eau à énergie moyenne à forte des collines et plateaux sur schistes, phyllades et calcaires (Type 5ter). Ceci correspond à un *cours d'eau de collines argilo-limoneuses (T6bis)* dans la typologie de l'Agence d'Eau Rhin-Meuse et représente des zones d'incision collinéenne limitées dans l'espace. La vallée prend une forme en V ouvert. La pente du lit est moyenne à très faible, le substrat est colmaté et l'écoulement est du type *mouille-radier* au *plat courant*.

¹⁶ Par exemple : le Hoyoux, le Samson, la Molignée, l'Hermeton.

2.4. Etude préliminaire : découpage en tronçons et segments homogènes¹⁷

Dans le modèle QUALPHY, la description des cours d'eau se fait à l'échelle de « segments », considérés comme homogènes, c'est-à-dire ne présentant pas de rupture majeure dans leur fonctionnement ou dans leur morphologie. Le découpage se fait sur la base des données cartographiques et bibliographiques existantes qui sont ensuite validées et complétées sur le terrain. Il est effectué selon deux types de critères (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2002 ; AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & LA DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE CHAMPAGNE-ARDENNE, 2000, 2004 ; COGELS *et al.*, 2004) :

1. Les critères géomorphologiques du cours d'eau et de sa vallée, résultant en un premier découpage du cours d'eau en « tronçons » (voir 2.4.1.1 & 2.4.2.1).
2. Les critères anthropiques, indiquant la présence de facteurs de perturbation sur les berges, dans le lit majeur ou le lit mineur, divisent les tronçons en « segments » (voir 2.4.1.2 & 2.4.2.2).

La notice d'utilisation du modèle QUALPHY (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b) indique que la longueur moyenne des tronçons est de 3km, mais peut varier, notamment selon le type et la taille du cours d'eau, de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres. La taille maximum admise est de 10km, pour des raisons de facilité à compléter les fiches d'inventaire de terrain.

Même si aucun document ne précise de longueur minimale, on estime qu'il faut éviter dans la mesure du possible que la longueur des segments soit inférieure à 500m. Il fallait surtout être attentif à ce que les tronçons ne soient pas trop petits, car un changement important des composantes géomorphologiques doit pouvoir se manifester sur une certaine distance minimale avant qu'il puisse induire un effet significatif sur le fonctionnement d'un cours d'eau et les habitats aquatiques y associés (Communication personnelle, Francis Guyon).

En outre, comme le découpage en tronçons est encore suivi d'un deuxième découpage en segments, un découpage trop fin multiplierait inévitablement le nombre de fiches à remplir, compliquerait l'inventaire de terrain et augmenterait considérablement le temps nécessaire pour effectuer l'inventaire et pour traiter les données. Après tout, comme l'indique l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, QUALPHY est un outil d'aide à la décision qui permet d'orienter les grands choix stratégiques d'aménagement, de restauration et de gestion des cours d'eau, sans se substituer pour autant à des études détaillées qui restent nécessaires (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & LA DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE CHAMPAGNE-ARDENNE, 2000).

¹⁷ Termes repris des rapports de l'équipe de recherche de l'Ulg (Département Sciences et Gestion de l'Environnement - Campus d'Arlon) (GUYON *et al.*, 2003a,b,c).

2.4.1. Principe, méthode et données cartographiques

2.4.1.1. Découpage géomorphologique en tronçons

- **Territoire écologique**

La carte des territoires écologiques de la Wallonie est basée sur l'étude de DELVAUX et GALOUX (1962) relative à la classification de stations forestières en zones différenciées que sont les territoires écologiques. Plus tard, cette classification a été reportée sur une carte (ONCLINCX *et al.*, 1987), puis digitalisée en 1992 par Didier Lambert de la Division de la Nature et des Forêts du Ministère de la Région Wallonne.

Les territoires sont délimités en fonction de leur appartenance à deux niveaux hiérarchiques : le domaine et le secteur. Les secteurs sont délimités dans chacun des deux grands domaines présents en Wallonie : le domaine atlantique au nord-ouest et le domaine médio-européen au nord-est et au sud. Les limites des domaines sont déterminées par la valeur du rayonnement énergétique et par les disponibilités en eau. Le secteur s'individualise sur la base de son climat régional et de sa géomorphologie (GUYON *et al.*, 2003a ; Communication personnelle avec Didier Lambert, responsable de la digitalisation en 1992 ; Site Internet de la Conférence Permanente du Développement Territorial).

- **Ordre de Strahler**

L'ordre de Strahler détermine la position hiérarchique d'une partie d'un cours d'eau dans l'ensemble d'un réseau hydrographique. Ainsi, un ruisseau de tête de bassin qui n'a pas reçu d'affluent est d'ordre 1. La confluence de deux cours d'eau d'un même ordre augmente d'une unité l'ordre du cours d'eau en aval de la confluence. Un cours d'eau formé par la confluence de deux cours d'eau d'ordre différent (n et $n+1$) prend l'ordre le plus élevé des deux. De cette manière, on prend en compte le fait que les confluences avec un cours d'eau de même ordre entraînent des changements hydrologiques importants et donc aussi morphologiques (COHEN, 1998 ; PELLA *et al.*, 2001).

L'ordre de Strahler est repris des travaux de GUYON *et al.* (2005) qui l'ont déterminé pour l'ensemble des cours d'eau wallons à partir du *Réseau hydrographique*¹⁸.

- **Lithologie**

La carte lithologique, ayant comme base la carte géologique, concerne l'architecture des roches et leur composition. C'est en affleurement que les formations géologiques exercent leur action sur la géographie, par leur nature minéralogique et le mode de contact entre les différentes formations. C'est notamment la lithologie du fond de vallée qui contrôle les possibilités d'érosion latérale (LEFÈVRE, 1972 ; COGELS *et al.*, 2004).

¹⁸ MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE, DIRECTION GÉNÉRALE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT, 2005.

Dans le cadre de ce travail, le contexte lithologique est examiné sur la base de la planche *Géologie du quaternaire, lithologie des terrains superficiels* du deuxième atlas de Belgique (MARÉCHAL, 1992), à une échelle de 1:250.000.

▪ Largeur du lit majeur

La forme de la vallée conditionne l'espace de liberté des cours d'eau. Des vallées à fond large par exemple, permettent la migration du chenal d'écoulement, d'où la grande corrélation entre la largeur du lit majeur et le degré de méandrisation (voir « *Sinuosité* »). Les cours d'eau dont le chenal d'écoulement est au contraire enserré par les versants de la vallée, se caractérisent généralement par une pente de lit plus élevée. Donc, des phénomènes d'érosion et de sédimentation se manifestent, avec une zone d'érosion là où le cours d'eau est rapide dans une vallée étroite et une accumulation de sédiments là où le cours d'eau traverse des vallées larges. En outre, dans les vallées à fond large, il existe une relation étroite entre un cours d'eau et ses plaines alluviales durant les périodes de crue (NAIMAN *et al.*, 2005).

La méthodologie suivie afin d'arriver à un découpage en fonction de la largeur du lit majeur, nécessite quelques explications supplémentaires. Notamment, les notions d'*enveloppe du lit majeur* et d'*axe de la vallée* et la démarche suivie pour les déterminer dans le présent travail, sont expliquées ci-dessous.

Enveloppe du lit majeur

D'après GUYON *et al.* (2003b,c), le lit majeur est considéré comme l'enveloppe théorique correspondant à la zone potentiellement inondable d'un cours d'eau, délimitant le fond de la vallée. Cette enveloppe ne peut pas être confondue avec celle de la zone effectivement inondée lors des crues et qui ne correspond souvent qu'à une partie de la zone potentiellement inondable, en fonction des aménagements (remblais, digues de protection,...) présents dans le lit majeur et qui limitent l'expansion des crues.

Pour la détermination de l'enveloppe du lit majeur, les nouvelles cartes géologiques, qui sont encore actuellement en cours d'élaboration, ont été consultées dans les laboratoires à l'Université de Liège (planche « Natoye-Ciney ») et à l'Université catholique de Louvain (planche « Bioul-Yvoir »). Ces cartes sont réalisées dans le cadre du programme de révision de la Carte géologique de Wallonie, lancé par le Gouvernement wallon en avril 1990. Les levés ont été réalisés à l'échelle de 1:10.000 et ont mené à l'élaboration des cartes géologiques détaillées au 1:10.000. C'est ces documents qui ont été consultés dans le cadre de ce travail. La synthèse et la réduction à 1:25.000 de ces cartes sont prévues pour publication en 2007 ou 2008 (DELCAMBRE & PINGOT, à paraître ; MARION & BARCHY, à paraître).

En particulier, les cartes reprennent d'une manière détaillée le tracé des **alluvions modernes**, constituées de limons argileux, de silts, de sables et de graviers. Les géologues ont établi ce tracé des alluvions modernes d'après la morphologie des fonds de vallées lors du levé de terrain¹⁹. Les cartes pédologiques (au 1:20.000) et les courbes de niveau ont ensuite servi de source de vérification.

Le tracé des alluvions modernes repris sur **les cartes géologiques détaillées à 1:10.000** a été digitalisé en ArcView 9.1 et constitue ainsi pour notre travail l'enveloppe du lit majeur (DELCAMBRE & PINGOT, à paraître ; MARION & BARCHY, à paraître).

¹⁹ Le relief et les limites inférieures des affleurements sont importants à considérer dans ce cas-ci (Communication personnelle, Jean-Louis Pingot).

Une attention particulière a été accordée à la délimitation du lit majeur au niveau des affluents, car, à ces endroits de confluence, il y a un mélange des cortèges alluvionnaires des deux rivières, ce qui rend impossible la distinction entre le lit majeur du Bocq et le lit majeur des affluents.

Par conséquent, à ces endroits particuliers, nous nous sommes basés sur le modèle numérique de terrain levé par laser aéroporté²⁰, et non sur le tracé des alluvions modernes.

Vérification des limites de l'enveloppe du lit majeur

La cartographie des **zones inondées historiques** réalisée (à une échelle de 1:10.000) dans le cadre de la convention d'étude entre la Région wallonne et le Contrat de Rivière Haute Meuse, intitulée « *Aide à la cartographie des zones inondées historiques des cours d'eau du sous-bassin hydrographique Meuse amont et Oise* » (DUCHATEAU & MACORS, 2004), a servi comme outil de vérification des limites de l'enveloppe du lit majeur. En fait, cette cartographie résulte d'enquêtes de terrain auprès des riverains, soutenue par l'avis des gestionnaires des cours d'eau.

Théoriquement, toutes les zones inondées historiques doivent être entièrement comprises dans le lit majeur délimité sur la base des cartes géologiques. Cela a généralement été le cas, sauf dans quelques exceptions où les différences se sont révélées mineures et dont nous n'avons pas tenu compte, nous contentant du tracé des cartes géologiques ; dans ces cas, les différences obtenues étaient probablement attribuables à l'échelle de réalisation des levés de terrain, soit le 1:10.000²¹ pour les deux cartes, ce qui conditionne la précision.

Néanmoins, l'enveloppe du lit majeur délimitée sur la base des alluvions modernes a été modifiée à deux endroits afin d'englober les zones inondées historiques. Il s'agit de jardins, d'habitations et d'une voirie à Spontin, où les riverains interrogés avaient indiqué le débordement du cours d'eau (principalement en février 2002). Le modèle numérique de terrain détaillé, levé par laser aéroporté, devait confirmer ces modifications.

Axe de la vallée et largeur du lit majeur

D'abord, la médiane du fond de la vallée est déterminée à partir de l'enveloppe du lit majeur. La méthodologie, qui se base sur les **polygones de Thiessen**, est expliquée à l'**Annexe 5** (GUYON *et al.*, 2003a ; RABOTIN, 2005).

Ensuite, la largeur du lit majeur est déterminée tous les 50 mètres le long de l'axe de la vallée en générant des lignes perpendiculaires à cet axe, délimitées par l'enveloppe du lit majeur (pour les détails de ladite **méthode des transects de mesure**, voir **Annexe 6**) (PELLA *et al.*, 2001 ; GUYON *et al.*, 2003a,b,c).

Pour aboutir à une division du linéaire en fonction de la largeur du lit majeur, les valeurs des transects de mesure obtenues tous les 50m sont analysées sur la base des quartiles et percentiles de leur répartition²².

En outre, cette analyse est confrontée avec la carte géologique, car il nous a semblé logique de prendre en compte les limites des formations géologiques dans les zones où il existe une relation directe entre la géologie et la largeur du lit majeur.

²⁰ Modèle numérique de terrain du lit majeur du Bocq (1^{ère} catégorie), qui est issu du dernier écho laser, levé entre mars 2000 à avril 2004. La résolution est de 1 point/m². Ce modèle numérique de terrain est mis à notre disposition par le Ministère de l'Équipement et des Transports (MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DES TRANSPORTS, DIRECTION GÉNÉRALE DES VOIES HYDRAULIQUES, 2004).

²¹ A une échelle de 1:10.000, un trait de crayon de 1mm d'épaisseur constitue une différence de distance de 10m !

²² Notamment par l'affichage en ArcView 9.1 des lignes perpendiculaires en couleurs différentes selon que leur longueur est inférieure au premier quartile, se situe entre le premier et troisième quartile ou est supérieure au troisième quartile, ce qui permet à mieux distinguer visuellement les grandes zones de différence de largeur. En faisant la même chose avec les percentiles (0-10%, 10-90%, 90-100%), les zones correspondant aux valeurs extrêmes étaient encore plus clairement mises en évidence.

Finalement, la valeur médiane de tous les transects appartenant au même tronçon correspond à la largeur moyenne du lit majeur du tronçon considéré (GUYON *et al.*, 2003a,b,c).

COHEN (1998) propose de classer la largeur du lit majeur (LMAJ) en fonction de la largeur du lit mineur (LMIN) (**Tableau 1**). Le concept « *largeur du lit mineur* » sera traité par la suite dans ce travail, la valeur moyenne étant déterminée de la même manière (la valeur médiane des transects du tronçon).

Tableau 1. Les classes de largeur du lit majeur (LMAJ) telles que définies en fonction de la largeur du lit mineur (LMIN) par COHEN (1998).

Classe de lit majeur	Valeurs limites
LMAJ1	$LMAJ < 3LMIN$
LMAJ2	$3LMIN \leq LMAJ < 6LMIN$
LMAJ3	$6LMIN \leq LMAJ < 12LMIN$
LMAJ4	$12LMIN \leq LMAJ < 24LMIN$
LMAJ5	$24LMIN \leq LMAJ$

▪ Sinuosité

La sinuosité d'un cours d'eau est le résultat d'un équilibre entre la pente de la vallée et la charge solide transportée par le cours d'eau. D'après COHEN (1998), elle est définie comme le rapport de la longueur développée par le cours d'eau (telle que calculée dans la couche *Réseau hydrographique*) à la longueur du fond de sa vallée (c'est-à-dire, la longueur de l'axe de la vallée, comme définie ci-dessus à la section « *Largeur du lit majeur* »). Théoriquement, la sinuosité calculée de cette manière est supérieure à 1 (COHEN, 1998 ; GUYON *et al.*, 2003a). Dans ce travail, nous utiliserons la répartition en classes de sinuosité (SI) telles que définies par COHEN (1998) (**Tableau 2**).

Tableau 2. Les classes de sinuosité (SI) (COHEN, 1998).

Classe de sinuosité	Valeurs limites	Signification
SI1	$SI < 1.05$	Rectiligne
SI2	$1.05 \leq SI < 1.25$	Sinueux
SI3	$1.25 \leq SI < 1.5$	Très sinueux
SI4	$1.5 \leq SI$	Méandrique

Il est important de noter que la sinuosité dépend considérablement de l'échelle à laquelle on l'étudie. Il est clair que même un cours d'eau méandrique peut être considéré comme rectiligne si la longueur du linéaire à étudier devient trop petite. Par analogie, la sinuosité calculée peut devenir inférieure à 1, notamment dans le cas d'une vallée asymétrique où le trajet du cours d'eau se situe à l'intérieur du virage (**Figure 2**).

L'examen de la sinuosité sur un linéaire plus long évitera d'aboutir aux valeurs qui ne reflètent pas la situation réelle ou peuvent mener à une interprétation aberrante sur le plan physique, car inférieures à 1.

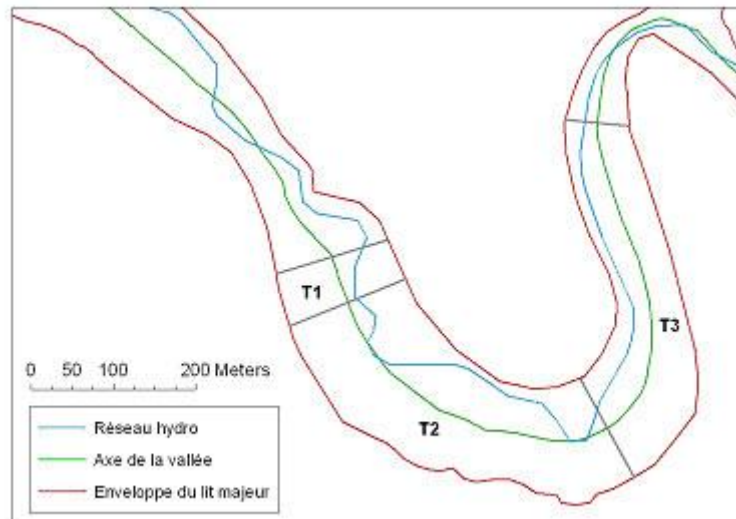


Figure 2. La figure montre clairement que la longueur des tronçons est trop courte pour déterminer correctement la sinuosité. T1 apparaît plutôt rectiligne (SI1), alors qu'il appartient à un ensemble plus méandreux. Pour T3, la sinuosité est de 0.93 à cause de sa localisation à l'intérieur du virage (*Origine de l'information : MRW-DGRNE*).

Attardons-nous à présent quelque peu sur la définition de sinuosité comme reprise ci-dessus, car elle diffère de celle utilisée dans l'outil QUALPHY (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b).

Le calcul de la sinuosité défini préalablement aboutit à estimer le degré de méandrisation du linéaire dans le fond de la vallée. La présence de méandres implique une variabilité spatiale du régime énergétique du cours d'eau, s'exprimant par des zones d'érosion en rives concaves et des zones de sédimentation en rives convexes. La forme de la vallée contrôle la méandrisation (NAIMAN *et al.*, 2005); en effet, il est clair qu'il ne peut y avoir de méandrisation quand le fond de la vallée est étroit (cours d'eau encaissés).

Par contre, dans la notice d'utilisation des fiches de l'outil QUALPHY, le coefficient de sinuosité est défini comme « *le rapport entre le linéaire de rivière calculé entre les extrémités du tronçon et la distance à vol d'oiseau entre ces 2 points* » (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b). Ainsi, la méandrisation du cours d'eau n'est pas mise en relation avec la forme de la vallée, mais la méthode considère la méandrisation de la vallée elle-même. Les deux approches ont leur utilité à des échelles différentes; il ne faut donc pas se formaliser du fait qu'elles peuvent mener à des valeurs de sinuosité tout à fait différentes pour un même tronçon (*Figure 3*).

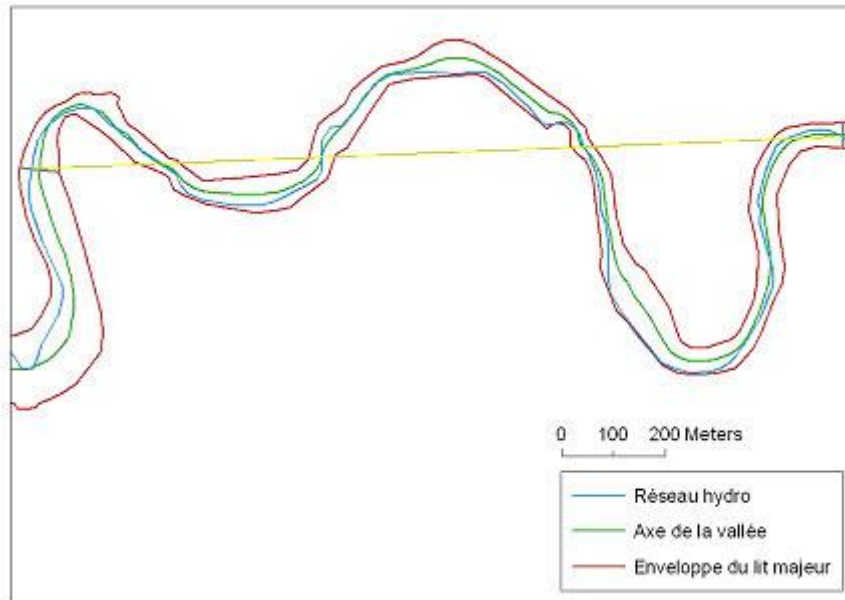


Figure 3. La sinuosité du tronçon indiqué dans cette figure est égale à 1.04 correspondant à la classe « rectiligne » (S11) quand on se base sur la méthode qui prend en compte l'axe de la vallée. Par contre, si on calcule le rapport entre le linéaire et la distance à vol d'oiseau, on arrive à 1.66, ce qui correspond à la classe « méandrique » (S14) (Origine de l'information : MRW-DGRNE).

Pour la délimitation des tronçons, nous avons opté pour la méthode qui considère la sinuosité du cours d'eau par rapport à l'axe de la vallée, car l'indice de sinuosité ainsi obtenu représente la méandrisation d'une rivière au sein de sa vallée. Par contre, pour le remplissage des fiches de terrain, il a fallu suivre la définition indiquée dans la notice accompagnant l'outil QUALPHY, définition qui considère le rapport entre le linéaire et la distance à vol d'oiseau (GUYON *et al.*, 2003a ; Communication personnelle, Francis Guyon).

▪ Pente des versants

La pente des versants est déterminée par le relief et la géologie, deux facteurs globaux de structuration de l'habitat physique des cours d'eau. Cette variable intervient dans la structuration de la morphologie par l'apport potentiel de matériaux solides au cours d'eau, et cela, indépendamment du débit solide hérité des tronçons situés en amont. En outre, elle permet de mettre en évidence les formes de la vallée (COHEN, 1998 ; GUYON *et al.*, 2003a).

La pente des versants est calculée à partir du modèle numérique de terrain (MNT), nommé *DTM10.000*²³, mis à notre disposition par l'IGN. Ce MNT a fait l'objet d'un levé photogrammétrique sur la base de photos aériennes prises à l'échelle de 1:20.500. La précision générale en x, y et z sur des points bien visibles, est d'environ 1 mètre (INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL, Non daté_b).

Le fichier de départ constitue des données *CAD* (*Computer-Aided Design*). Plus concrètement, il s'agit des lignes qui correspondent aux courbes de niveau des cartes topographiques 1:10.000, auxquelles une valeur Z est attribuée. Grâce à la fonction « *Topo to Raster* » d'ArcView 9.1, on arrive ainsi à un MNT à maille de 28 mètres. Ensuite, on

²³ INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL, Non daté_b.

calculé avec la fonction « *Slope* » le changement maximal entre la valeur Z d'une cellule et ses 8 cellules voisines.

Afin de déterminer la pente des versants, des transects ont été tracés tous les 500m perpendiculairement à l'axe de la vallée (pour les explications, voir *Annexe 6*). Ces transects ont une longueur minimale de 1500m (750m de part et d'autre de l'axe de la vallée), pour couvrir intégralement les crêtes des versants de la vallée du Bocq.

Après avoir soustrait l'enveloppe du lit majeur des transects précités, la pente maximale de ce qui reste de chaque transect a été déterminée. Cette méthode est expliquée en détails à l'*Annexe 7* (PELLA *et al.*, 2001 ; GUYON *et al.*, 2003b,c ; Communication personnelle, Francis Guyon).

Pour l'analyse des données, on s'est basé sur les classes de pente telles que proposées par COHEN (1998) :

Tableau 3. Les classes de pente des versants (PVERS)(COHEN, 1998).

Classe de PVERS	Valeurs limites
PVERS1	$PVERS < 10\%$
PVERS2	$10\% \leq PVERS < 30\%$
PVERS3	$30\% \leq PVERS < 60\%$
PVERS4	$60\% \leq PVERS$

Des tronçons sont ainsi désignés, regroupant des zones qui appartiennent à la même classe de pente des versants. Ensuite, des transects perpendiculaires à l'axe de la vallée ont été tracés au niveau des limites supposées, cette fois-ci tous les 50m, de manière à localiser plus précisément les limites entre tronçons.

La pente moyenne des versants par tronçon est obtenue par la détermination de la médiane des pentes maximales de tous les transects appartenant au tronçon considéré (COGELS *et al.*, 2004).

▪ Largeur du lit mineur

Comme déjà indiqué, la largeur du lit mineur est corrélée à l'ordre de Strahler. Cependant, le relief, la densité de drainage et la géologie peuvent également influencer la largeur du lit mineur, même si l'ordre de Strahler du cours d'eau ne change pas (COHEN, 1998 ; GUYON *et al.*, 2003a).

On s'est basé ici sur les profils en travers de l'*Atlas des cours d'eau non navigables* (SOCIÉTÉ D'ÉTUDES TOPOMÉTRIQUES, 1989 ; MARNEFFE, 1990)²⁴, qui, dressés au 1:100, indiquent d'une manière très précise²⁵ la largeur du lit mineur de crête de berge à crête de berge (donc, à débit de plein bord). Un profil en travers a été dressé tous les 45 à 50 mètres environ et au niveau de chaque ouvrage d'art.

Nous avons encodé ces valeurs en *Excel*, mais sans pour autant intégrer dans le traitement des données les valeurs provenant des levés réalisés au niveau des ouvrages d'art. Ces

²⁴ Il s'agit des modifications qui ont remplacé l'ancienne version qui date de la fin des années 50 (Portail SIG - DGRNE).

²⁵ On peut considérer que l'erreur de mesure ne doit pas dépasser 4 ou 5 cm (erreurs de verticalité de la mire, d'enfoncement éventuel dans le substrat, d'appréciation subjective de l'emplacement exact de la crête de berge) (Communication personnelle, Louis-Michel Petiau, 1^{er} attaché de la service extérieure de la Division de l'Eau à Namur).

profils en travers ne sont pas considérés représentatifs, car ils représentent une situation ponctuelle et artificielle du lit mineur, dans la plupart des cas associés à un changement radical de la largeur sur une très courte distance.

Un désavantage de cette méthode de travail est qu'elle ne permet pas de déterminer la largeur du lit mineur en continu tout au long du cours d'eau. Or, la création d'une enveloppe du lit mineur, comme nous l'avons réalisée pour le lit majeur, aurait permis d'appliquer la méthode des transects de mesure.

Pourtant, les plans terriers au 1:500 sont suffisamment précis²⁶ pour nous permettre de déterminer la largeur du lit majeur entre les profils en travers levés.

La digitalisation de l'enveloppe du lit mineur sur la base des plans terriers de *l'Atlas des cours d'eau* (dont les planches ont été géoréférencées et sont dès lors directement consultables en ArcView) n'a pas été effectuée dans le cadre de ce travail, du fait d'un manque de temps, mais est à recommander²⁷.

Pour l'analyse des données, on s'est basé sur les classes de largeur du lit mineur (LMIN) comme proposées par COHEN (1998) :

Tableau 4. Les classes de largeur du lit mineur (LMIN) (COHEN, 1998).

Classe de LMIN	Valeurs limites
LMIN1	$LMIN < 3m$
LMIN2	$3m \leq LMIN < 6m$
LMIN3	$6m \leq LMIN < 10m$
LMIN4	$10m \leq LMIN < 20m$
LMIN5	$20m \leq LMIN < 50m$
LMIN6	$50m \leq LMIN$

▪ Pente du lit

La pente d'un cours d'eau contrôle la dynamique fluviale, avec les débits solides et liquides. C'est une variable déterminante du style géomorphologique et du fonctionnement morphodynamique des cours d'eau. Plus concrètement, elle conditionne l'énergie propre au cours d'eau et donc ses capacités morphogènes (COHEN, 1998).

La pente en combinaison avec la largeur du lit du cours d'eau sont souvent utilisées pour caractériser les cours d'eau. Citons par exemple ici la « *Règle des pentes* » de HUET (1949, *in* GUYON *et al.*, 2003a), qui détermine les différentes zones piscicoles qui se succèdent généralement tout au long du cours d'eau en fonction de leur pente et de leur largeur moyenne (GUYON *et al.*, 2003a).

Il existe plusieurs méthodes et sources cartographiques à partir desquelles on peut

²⁶ *Le cahier des charges régissant le levé topographique exigeait qu'entre deux profils en travers, le géomètre relève au moins 6 points pour chacune des lignes caractéristiques du lit du cours d'eau (crêtes de berges, pieds de berges) et un nombre supérieur si la représentation fidèle du tracé l'exigeait. La distance moyenne entre deux points levés est donc au maximum de 6 à 7 mètres. Quant à la précision de la détermination de la largeur du lit mineur sur cette base, on estime que l'erreur ne devait pas dépasser 10 cm au moment du levé* (Communication personnelle, Louis-Michel Petiau).

²⁷ Des difficultés pourraient se poser quand on veut utiliser l'Atlas des cours d'eau en combinaison avec le *Réseau hydrographique*. Comme déjà mentionné, le *Réseau hydrographique* a été établi à partir des **anciennes cartes** topographiques (qui datent des années 80 pour la zone d'étude, Communication personnelle, IGN) pour **toute la Région wallonne**. On a pu constater que le tracé des cours d'eau du *Réseau hydrographique* ne correspond parfois pas bien avec le tracé des nouvelles cartes topographiques au 1:10.000 et avec l'Atlas des cours d'eau.

déterminer la pente du lit. D'abord, on peut distinguer, comme linéaire le long duquel on calcule la pente :

1. Le **Réseau hydrographique**²⁸ ;
2. Vu le fait que la pente de la vallée et la pente de la ligne d'eau sont très liées (COHEN, 1998), on pourrait imaginer déterminer la pente **le long de l'axe de la vallée**, celui-ci étant déterminé préalablement (voir « *Largeur du lit majeur* » et **Annexe 5**) ;
3. Le **thalweg**, défini comme la ligne fictive joignant les points les plus bas de la vallée, souvent matérialisée par un cours d'eau, et déterminé grâce à un outil nommé « *Arc Hydro* », gratuitement téléchargeable sur Internet²⁹.

Ensuite, les différentes sources cartographiques qui étaient à notre disposition pour déterminer la hauteur, sont :

1. Le modèle numérique de terrain du lit majeur du Bocq (1^{ère} catégorie)³⁰, qui est issu du dernier écho laser (levé entre mars 2000 à avril 2004) et qui se marque par une densité d'un point mesuré par m² avec une précision d'environ 15 cm en planimétrie et en altitude (DIERICKX, 2005).
2. Le modèle numérique de terrain mis à notre disposition par l'IGN³¹, en format brut (courbes de niveau digitalisées) ou en format interpolé, c'est-à-dire le raster obtenu en ArcInfo (maille 28m) (voir « *Pente des versants* »).

Enfin, nous mentionnons ici également la possibilité d'utiliser *l'Atlas des cours d'eau* comme source de données, soit par un profil en long directement utilisable, soit par l'encodage en *Excel* des données altimétriques des profils en travers.

Quant à la partie de *l'Atlas* couvrant la zone d'étude, il n'y avait pas de profil en long disponible. L'encodage des données altimétriques en *Excel* n'a pas été effectué dans le cadre de ce stage à cause d'un manque de temps.

La méthodologie utilisée dans le cadre de ce rapport consistait de déterminer en ArcView la pente le long du *Réseau hydrographique* en se basant sur les points d'intersection de celui-ci avec les courbes de niveau (différence de hauteur de 5m entre les courbes successives) du modèle numérique de terrain de l'IGN.

Le modèle numérique de terrain du lit majeur du Bocq, avec sa haute précision, n'est pas utilisable sans traitement préalable (à la fois statistique et spatial). On a pu constater cela par les valeurs négatives obtenues pour la pente dans le cas où on l'a déterminée³² à partir des valeurs de hauteur mesurées le long du *Réseau hydrographique* et de l'axe de la vallée. Ceci s'explique par le fait que le dernier écho laser comprend également les bâtiments, ponts, voiries et d'autres constructions. De plus, comme déjà signalé plus haut, le *Réseau hydrographique* ne correspond parfois qu'approximativement avec le tracé réel du cours

²⁸ MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE, DIRECTION GÉNÉRALE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT, 2005.

²⁹ Notamment sur le site nommé « *Arc Hydro Online Support System* » du *Center for Research in Water Resources* de l'Université de Texas, où l'outil, qui est en fait un modèle SIG appliqué aux ressources en eau est développé : <http://www.cwrw.utexas.edu/giswr/hydro/ArcHOSS/index.cfm> (Consulté en décembre 2005).

³⁰ MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DES TRANSPORTS, DIRECTION GÉNÉRALE DES VOIES HYDRAULIQUES, 2004.

³¹ INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL, Non daté_b.

³² On a généré une couche de points le long de ces deux linéaires en Arc-Info, auxquels on a attribué la valeur Z du modèle numérique de terrain (avec la fonction « *Extract Values to Points* »). On a généré des points tous les 50, 100 et 500m, mais chaque fois, certaines valeurs calculées de pente étaient négatives.

d'eau.

Néanmoins, il serait intéressant à se baser sur ce modèle numérique de terrain afin de déterminer le thalweg via « *Arc Hydro* ». A cause d'un manque de temps, on n'a pas pu effectuer cela dans le cadre de ce stage et on a opté pour la méthode la plus simple, à savoir celle basée sur les courbes de niveau.

Nous reprenons ci-dessous les classes de pente telles que définies par COHEN (1998).

Tableau 5. Les classes de pente du lit (PLIT), exprimée en pour mille (COHEN, 1998).

Classe de PLIT	Valeurs limites
PLIT1	$PLIT < 0.5\text{‰}$
PLIT2	$0.5\text{‰} \leq PLIT < 1\text{‰}$
PLIT3	$1\text{‰} \leq PLIT < 3\text{‰}$
PLIT4	$3\text{‰} \leq PLIT < 10\text{‰}$
PLIT5	$10\text{‰} \leq PLIT < 30\text{‰}$
PLIT6	$30\text{‰} \leq PLIT$

2.4.1.2. Découpage anthropique en segments

▪ État des berges

Selon COGELS *et al.* (2004), les aménagements de berges de types gabions ou empierrements qui s'étendent sur un linéaire suffisamment grand, justifient la délimitation d'un segment spécifique.

L'Atlas des cours d'eau, dans sa version modifiée, a été utilisé ici (SOCIÉTÉ D'ETUDES TOPOMÉTRIQUES, 1989 ; MARNEFFE, 1990). Les planches de cet *Atlas* se sont avérées très utiles dans ce cadre-ci, étant donné leur échelle au 1:500 pour les plans terriers et l'indication précise de l'artificialisation des berges. De plus, les modifications au lit effectuées depuis la date des levés ont été considérées négligeables (Communication personnelle, Louis-Michel Petiau).

L'état des berges a aussi fait l'objet d'une vérification systématique sur le terrain.

Nous avons divisé le linéaire de la zone d'étude en différents segments au sein desquels l'état des berges peut se caractériser comme suit :

1. **Artificialisation continue** : artificialisation qui s'étend sur les deux berges sur toute la longueur du linéaire ;
2. **Artificialisation discontinue** : artificialisation qui s'étend sur plusieurs dizaines voir quelques centaines de mètres du linéaire (pas nécessairement d'une manière continue), sur l'une ou sur les deux berges ;
3. **Artificialisation ponctuelle** : les berges sont majoritairement naturelles, l'artificialisation se limitant à quelques zones de longueur limitée (de l'ordre de quelques mètres), par exemple au niveau des ouvrages d'art.

▪ Rectifications du lit mineur

Les rectifications qui ont été exécutées depuis le milieu du XIX^e siècle et qui se marquent par un changement fondamental de la sinuosité du lit sont retenues. Pour y arriver, le linéaire du Bocq indiqué sur les cartes topographiques actuelles au 1:10.000 a été comparé avec le linéaire sur les cartes de Vandermaelen au 1:20.000 (VANDERMAELEN, 1853a,b ; INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL, Non daté_a).

▪ Occupation du sol

D'après COGELS *et al.* (2004), le critère d'occupation du sol est pris en compte dans le découpage dans la mesure où des changements majeurs d'occupation du sol interviennent, par exemple le passage d'un milieu agricole ouvert à un milieu forestier, justifiant la délimitation d'un segment spécifique. En outre, l'occupation du sol identifie les usages dans le lit majeur dont on présume l'impact négatif sur le lit mineur et/ou majeur (artificialisation des berges et remblais en zone urbanisée, par exemple).

Trois sources de données cartographiques ont été utilisées :

1. La carte d'occupation du sol de la Région wallonne³³ qui a été réalisée par traitement numérique de données issues de la télédétection spatiale (satellites LANDSTAT TM et SPOT XS). Il s'agit d'une carte thématique à l'échelle 1:50.000 qui représente la **situation existante de 1989**.

Outre le fait qu'il s'agisse d'une carte au 1:50.000, la notice qui accompagne les données numériques mentionne encore quelques types d'imprécisions spécifiques (directement ou indirectement liées à l'échelle de travail), dont certaines sont citées ci-dessous (d'après MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE, DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE, DU LOGEMENT ET DU PATRIMOINE, 1989) :

- *« Les entités minimales à cartographier sont, à l'exception des zones d'habitat, d'un hectare. Tout objet inférieur à cette taille peut avoir été omis.*
- *Il y a une marge d'erreur due au contenu de certaines classes des données brutes, par exemple, les classes urbaines ne représentent pas que le bâti pur, elles englobent aussi les environs immédiats (parcages, jardins,...).*
- *La mise en correspondance des données satellitaires avec un système de projection cartographique affiche une précision moyenne de l'ordre de la dimension du pixel.*
- *La précision de la classification permet d'atteindre en moyenne une correspondance locale (au niveau du pixel) dans 88.8% des cas entre la cartographie de l'occupation du sol et de l'affectation réelle de celui-ci. »*

Afin d'éviter toute utilisation inappropriée de la carte d'occupation du sol, on l'a utilisée uniquement pour obtenir un aperçu global et on a consulté d'autres données cartographiques pour le travail plus fin.

2. & 3. La nouvelle carte topographique au 1:10.000 (version papier en couleur, INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL, 2002) et les **Plans Photographiques Numériques Communaux (PPNC)³⁴** (CICADE & WALPHOT, 2001) ont servi de base pour une analyse plus détaillée de l'occupation du sol.

Enfin, une grande importance a été attachée à la validation des limites grâce à une visite de terrain.

▪ **Obstacles à la libre circulation des poissons**

« Tout poisson est migrateur », c'est-à-dire, toutes les espèces se déplacent dans le réseau hydrographique, mais cette activité migratoire peut être plus ou moins importante pour le bon déroulement de leur cycle biologique (CROZE & LARINIER, 2001).

D'abord, il y a les grands migrateurs, comme le saumon atlantique et la truite de mer, qui effectuent une remontée des lieux de croissance en mer vers les lieux de reproduction situés en eau douce (espèces anadromes). La situation est inversée chez les espèces catadromes comme l'anguille qui grossit en eau douce, puis migre vers la mer pour la reproduction dans la mer des Sargasses (Golf du Mexique).

Mais, même chez les espèces vivant uniquement en eau douce, nombreuses sont celles qui

³³ (MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE, DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE, DU LOGEMENT ET DU PATRIMOINE, 1989).

³⁴ Il s'agit d'orthophotoplans numériques en couleur élaborés par couvertures aériennes successives prises entre 1994 et 2001. Les PPNC sont uniformisés en JPG 24 bits avec une résolution spatiale au sol de 40 cm. Etant donné que la radiométrie n'est pas uniforme, la précision varie d'un PPNC à un autre. La précision est comprise « au mieux » entre 1,60 m et 3,20 m (Portail cartographique de la Région Wallonne).

se déplacent pour occuper le compartiment écologique le plus approprié à leur stade de développement. Les zones indispensables aux phases successives du cycle biologique peuvent être bien individualisées. Par exemple, la truite fario, l'ombre commun et le barbeau fluviatile remontent les cours d'eau et les affluents à la recherche de zones de reproduction particulières indispensables pour le dépôt des oeufs, notamment des bancs de graviers bien oxygénés pour ces espèces rhéophiles.

Et enfin, quant aux espèces³⁵ pour lesquelles la remontée vers l'amont n'est pas une condition impérative au succès de la reproduction, il faut quand même éviter l'isolement génétique des populations qui se développent entre deux obstacles physiques successifs (CROZE & LARINIER, 2001 ; OVIDIO & PHILIPPART, 2001).

Il s'est donc avéré opportun de dresser un inventaire de tous les obstacles à la libre circulation des poissons et d'évaluer les possibilités réelles de migration, même locale, des poissons dans les cours d'eau. C'est dans ce cadre que la Région wallonne a chargé, depuis 1997, la Fédération des Sociétés de Pêche Vesdre Amblève de réaliser l'inventaire des obstacles physiques à la libre circulation des poissons dans les cours d'eau non navigables du territoire wallon. Cet inventaire vise particulièrement le saumon atlantique, la truite commune, mais est évidemment profitable à l'ensemble des espèces piscicoles (DENOËL, 2002).

Durant l'inventaire, les obstacles repérés sont pointés sur une carte topographique (1:10.000), une description détaillée de l'obstacle étant élaborée, basée sur différents critères. Des photos accompagnent le descriptif (DENOËL, 2002 ; FÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS DE PÊCHE VESDRE AMBLÈVE, 2004).

Lors des réunions du comité d'accompagnement, les rapports sont examinés techniquement et les obstacles sont classés en différentes catégories, en termes de « *franchissabilité apparente par les poissons* ». Ainsi, quatre types d'obstacles ont été distingués (OVIDIO & PHILIPPART, 2001) :

1. « *Les **obstacles mineurs** qui ne semblent poser peu ou pas de problèmes à toutes les espèces ;*
2. *Les **obstacles importants** qui semblent susceptibles de causer des retards migratoires dans certaines conditions de débit ;*
3. *Les **obstacles majeurs** qui semblent causer des problèmes sérieux à toutes les espèces et semblent parfois infranchissables pour des espèces à faibles capacités de saut ;*
4. *Les **obstacles** qui sont manifestement **infranchissables**. »*

Suivant en cela GUYON *et al.* (2003a,b,c), les obstacles classés majeurs et infranchissables ont été retenus comme critère suffisant pour justifier la délimitation d'un nouveau segment.

³⁵ La brème commune, la perche et la bordelière, par exemple (OVIDIO & PHILIPPART, 2001).

2.4.2. Résultats du découpage

Bien que la validation sur le terrain du découpage ait entraîné quelques modifications au découpage initial, dit « de bureau », on se limitera ici à présenter uniquement les résultats finaux.

Les résultats du découpage par critère (2.4.2.1 & 2.4.2.2) sont rapportés dans un tableau ainsi que sur une carte couvrant toute la zone d'étude (2.4.3) et donnant un aperçu du découpage final.

2.4.2.1. Découpage géomorphologique en tronçons

- **Territoire écologique**

Le Bocq semble traverser trois secteurs différents (DELVAUX & GALOUX, 1962, ONCLINCX *et al.*, 1987) :

1. « *Vallées inférieures et moyennes du bassin mosan (Domaine atlantique)* » : secteur couvrant la zone aval, à partir de la carrière de Chansin jusqu'à l'embouchure dans la Meuse, à l'exception d'une zone entre Bauche et Yvoir ;
2. « *Marlagne et Ardenne condrusienne (Domaine médio-européen)* » : secteur s'étendant sur environ 1km du linéaire du Bocq, entre Bauche et Yvoir ;
3. « *Condroz et Condroz oriental (Domaine médio-européen)* » : secteur couvrant la zone amont jusqu'à la carrière de Chansin.

Néanmoins, des réserves doivent être émises au sujet d'une telle zonation. En effet, étant donné l'échelle de la carte des territoires écologiques, des changements de secteur sur une courte distance n'ont pas de signification réelle. C'est le cas au niveau de la carrière et du château de Dapsens à Yvoir, où le Bocq traverse sur une longueur d'environ 1km une zone appartenant au *Condroz et Condroz oriental*, au milieu d'une zone qui appartient au *Domaine atlantique*. L'échelle de la carte des territoires écologiques, digitalisée en 1992 à 1:400.000 par Didier Lambert (Communication personnelle), restreint considérablement sa précision et par conséquent son utilité comme critère de délimitation des tronçons à une échelle de travail de 1:10.000. A cet égard, il ne faut pas oublier l'objectif initial des auteurs de cette carte qui l'avaient conçue comme un outil permettant de distinguer grossièrement des zones d'aptitude pour différentes essences forestières, en prenant en compte le climat, la géomorphologie, le rayonnement énergétique et les disponibilités en eau.

- **Ordre de Strahler**

Le linéaire du Bocq, à partir de sa confluence avec le Petit Bocq jusqu'à l'embouchure, appartient au même ordre de Strahler, soit l'ordre 4 (GUYON *et al.*, 2005). Ce constat nous indique déjà que le lit mouillé du Bocq (voir largeur du lit mineur) dans la zone d'étude ne montrera pas de grandes variations, puisque l'ordre Strahler est directement corrélé à l'importance du cours d'eau (COHEN, 1998).

▪ Lithologie

La planche *Géologie du quaternaire, lithologie des terrains superficiels* met en évidence que le Bocq traverse un seul type de couverture lithologique sur toute la longueur de la zone étudiée : les *dépôts sur fortes pentes*. Cette couverture, caractéristique des vallées fortement encaissées, se termine un peu en amont de la confluence avec le Petit Bocq (MARÉCHAL, 1992). Le lien avec les différences constatées entre la partie amont et aval, notamment en ce qui concerne la pente des versants et la pente du lit (voir les critères en question et 2.3.2), est évident.

On pourrait formuler la même remarque ici que pour la carte des territoires écologiques : l'utilité d'une carte à une échelle de 1 :250.000 pour une échelle de travail de 1:10.000 est restreinte. Heureusement, dans la zone d'étude qui nous intéresse, aucun changement de lithologie n'a été observé, nous affranchissant ainsi de ce problème.

▪ Largeur du lit majeur

La *Figure 4* montre l'évolution de la largeur du lit majeur pour chaque transect de mesure (tous les 50m sur l'axe de la vallée) et la moyenne obtenue par tronçon après le découpage. Le *Tableau 6* affiche cette moyenne par tronçon, en valeur absolue et par rapport à la largeur moyenne du lit mineur, la classe LMAJ et la longueur du tronçon.

Parmi les cinq tronçons qui ont ainsi été délimités, les tronçons amont (n°1 du *Tableau 6*) et aval (n° 5) regroupent des largeurs parfois très divergentes. Ces zones appartiennent malgré tout au même tronçon, car les variations sont observées sur une courte distance et ne reflètent pas une relation univoque et simple avec la nature du substratum géologique. En fait, différentes formations géologiques s'y succèdent sur des distances relativement courtes et sont souvent elles-mêmes constituées d'unités lithologiques hétérogènes (DELCAMBRE & PINGOT, à paraître ; MARION & BARCHY, à paraître).

Par contre, la situation est tout à fait différente à hauteur du village de Bauche, qui se situe dans une vallée à fond large, délimitée franchement des deux côtés par une zone de rétrécissement marquée de la vallée. C'est à cet endroit que les abrupts calcaires de l'Anticlinal de Lustin, se marquant par une vallée étroite, contrastent nettement avec l'ouverture de la vallée dans les schistes de la Formation de Famenne. C'est dans cette vallée large de schistes que s'est établi le village de Bauche (PRICK & OZER, 1995).

Tableau 6. Résultat par tronçon du découpage en fonction de la largeur du lit majeur. Par tronçon sont représentés : la largeur moyenne du lit majeur (LMAJ), le rapport avec la largeur moyenne du lit mineur (LMIN), la classe de LMAJ correspondante, la formation géologique et la longueur du tronçon.

N° tronçon LMAJ (*)	N° limite (**)	Moyenne LMAJ (m)	Rapport avec LMIN	Classe (***)	Formation géologique	Longueur tronçon (m)
1 (amont)		75.4	7.6*LMIN	LMAJ3	Plusieurs	16065
2	L3	32.5	3.3*LMIN	LMAJ2	F. de Lustin	596
	L4					
3	L5	212.5	19.7*LMIN	LMAJ4	F. de Famenne	1252
	L6					
4		40.2	3.8*LMIN	LMAJ2	F. de Lustin	819
5 (aval)		99.2	9.7*LMIN	LMAJ3	Plusieurs	4303

(*) Correspond aux numéros de tronçons LMAJ de la *Figure 4*.

(**) Correspond aux numéros des limites entre les tronçons sur la *Carte 1*.

(***) Voir *Tableau 1*.

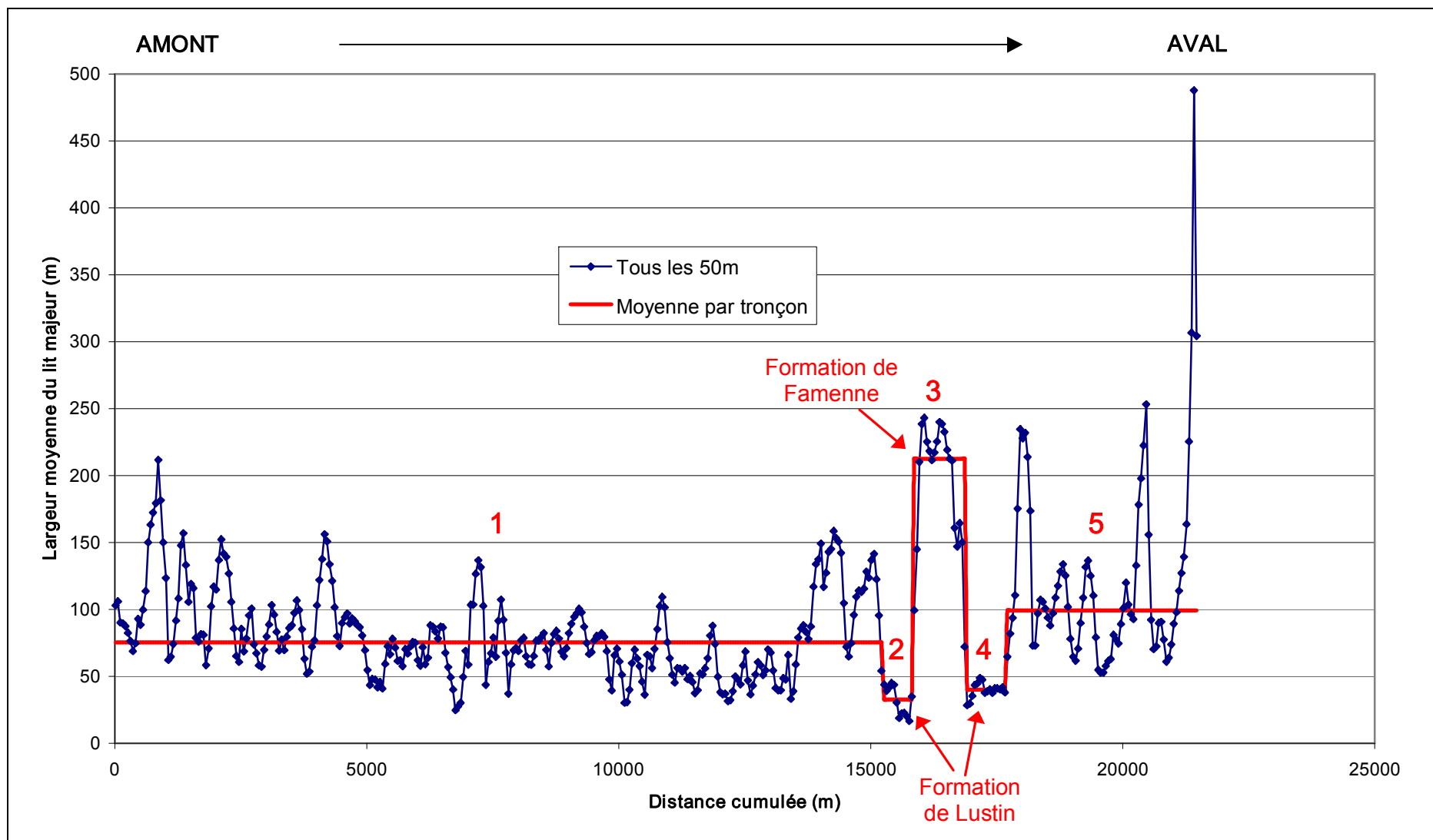


Figure 4. La largeur du lit majeur déterminée tous les 50m sur l'axe de la vallée. Résultat du découpage en tronçons avec la largeur moyenne (médiane) par tronçon. Les formations géologiques qui ont déterminé les limites des tronçons sont également indiquées à titre indicatif.

- **Sinuosité**

Vu le fait que la largeur du lit majeur conditionne directement l'espace de liberté du cours d'eau, on a examiné si des changements importants de sinuosité apparaissaient à l'intérieur des tronçons délimités préalablement sur la base de la largeur du lit majeur.

Outre quelques changements de sinuosité sur de courtes distances, la sinuosité ne semble pas beaucoup varier à l'intérieur des tronçons considérés. De plus, ces changements de sinuosité étaient majoritairement liés à la rectification du lit, critère anthropique intervenant par ailleurs dans la délimitation des segments. Dès lors, la sinuosité n'est pas intervenue dans la délimitation de tronçons supplémentaires.

- **Pente des versants**

Deux tronçons ont pu être délimités : dans le premier, en amont à l'intérieur de la zone étudiée, les pentes des versants se situent dans la classe PVERS2 (la médiane est de 22.3%), tandis que pour le second, situé plus en aval, elles appartiennent à la classe PVERS3 (médiane de 44.4%). La limite se trouve au centre de Spontin. Par la suite, on a décidé de la déplacer d'environ 25 mètres en aval pour qu'elle coïncide avec un obstacle majeur à la libre circulation des poissons au niveau du Château de Spontin (voir limite L2 sur la *Carte 1*, voir *Tableau 8*).

Deux profils en travers de la vallée ont été tracés sous ArcView - Module 3D. Leur positionnement est indiqué sur la *Carte 1*. Ils illustrent, en complémentarité avec le fond de la *Carte 1*, les différences de pente de versants entre la zone amont (*Figure 5*) et la zone aval (*Figure 6*).

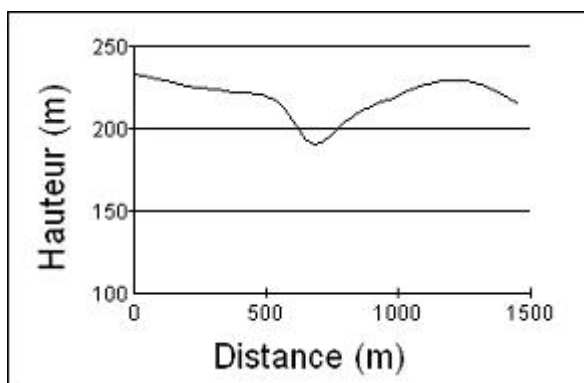


Figure 5. Profil en travers (zone amont) de 1500m de longueur, perpendiculaire à l'axe de la vallée. Le positionnement exact est indiqué sur la Carte 1 (Origine de l'information : IGN).

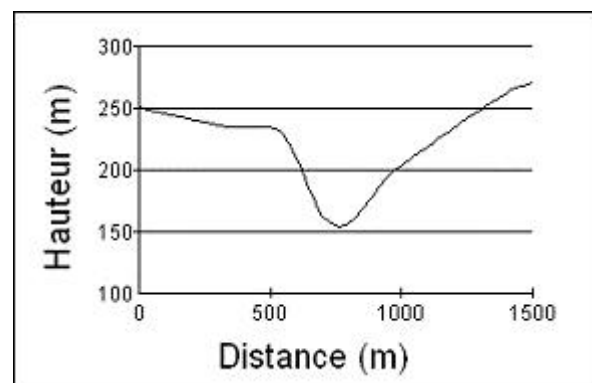


Figure 6. Profil en travers (zone aval) de 1500m de longueur, perpendiculaire à l'axe de la vallée. Le positionnement exact est indiqué sur la Carte 1 (Origine de l'information : IGN).

- **Largeur du lit mineur**

Le résultat de l'encodage en *Excel* des profils en travers de l'*Atlas des cours d'eau* est présenté à la *Figure 7*. Nous soulignons encore une fois ici que les levés au niveau des ouvrages d'art ne sont pas intégrés à cette analyse.

La médiane de la distribution de la largeur du lit mineur est égale à 10.06m, le premier quartile est égal à 8.89m et le troisième à 11.3m. La *Figure 7* montre que la largeur du lit mineur varie parfois considérablement sur de courtes distances. En outre, les valeurs semblent osciller autour de la limite de 10 entre les classes LMIN3 et LMIN4. Et, comme le Bocq dans la zone étudiée appartient au même ordre de Strahler et que la méthodologie

utilisée est critiquable (voir 2.4.1.1), nous avons décidé de ne considérer ce critère dans le découpage des tronçons.

- **Pente du lit**

L'évolution du profil en long de l'amont à l'aval de la zone étudiée est mise en évidence à la **Figure 8**. Il y a une différence de hauteur d'environ 125m entre l'amont et l'aval. La rupture de pente qui se marque à la **Figure 8** (indiquée par la flèche), correspond à l'emplacement d'un pertuis.

Par rapport à la **Figure 8**, il faut bien remarquer qu'un changement de pente sur une courte distance n'a pas de signification pour le découpage en tronçons (voir remarque à l'introduction de ce chapitre, 2.4). Sur la base d'un regroupement en zones plus grandes pour lesquelles on a calculé la pente moyenne, on est arrivé à diviser la zone d'étude en 2 parties (limite L1 sur la **Carte 1**) : un tronçon (n°1, voir **Carte 1**) en amont avec une pente de 2.2‰ (classe PLIT3) et le reste de la zone d'étude, avec une pente moyenne de 5.5‰ (PLIT 4).

La pente est un facteur de contrôle de la distribution des faciès d'écoulement des cours d'eau (GUYON *et al.*, 2003a). Combiné au fait que la méthode basée sur les courbes de niveau est une approche approximative, le faciès d'écoulement, soit l'alternance plat/radier, a été observé attentivement sur le terrain afin de vérifier le découpage proposé. Comme on verra par la suite (2.6.2.3, Discussion du segment 1A), on a considéré que ce choix était justifié.

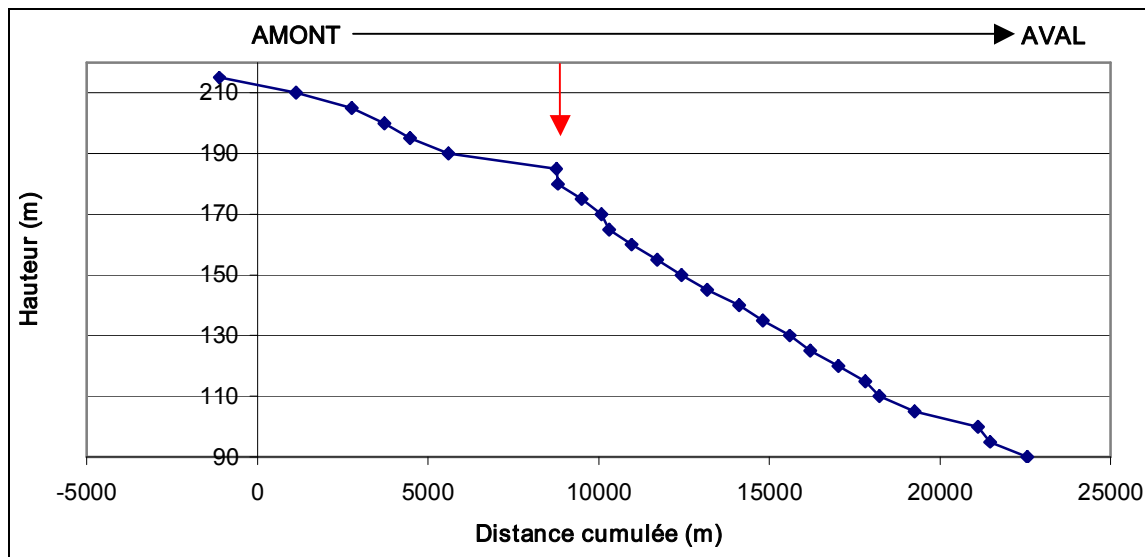


Figure 8. Évolution du profil en long de l'amont à l'aval de la zone d'étude, déterminée sur la base des courbes de niveaux qui coupent le *Réseau hydrographique* (INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL, Non daté_b; MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE, DIRECTION GÉNÉRALE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT, 2005). La flèche rouge correspond à l'emplacement d'un pertuis.

- **Vue d'ensemble du découpage géomorphologique**

La **Carte 1** montre le résultat du découpage géomorphologique de la zone d'étude en 7 tronçons.

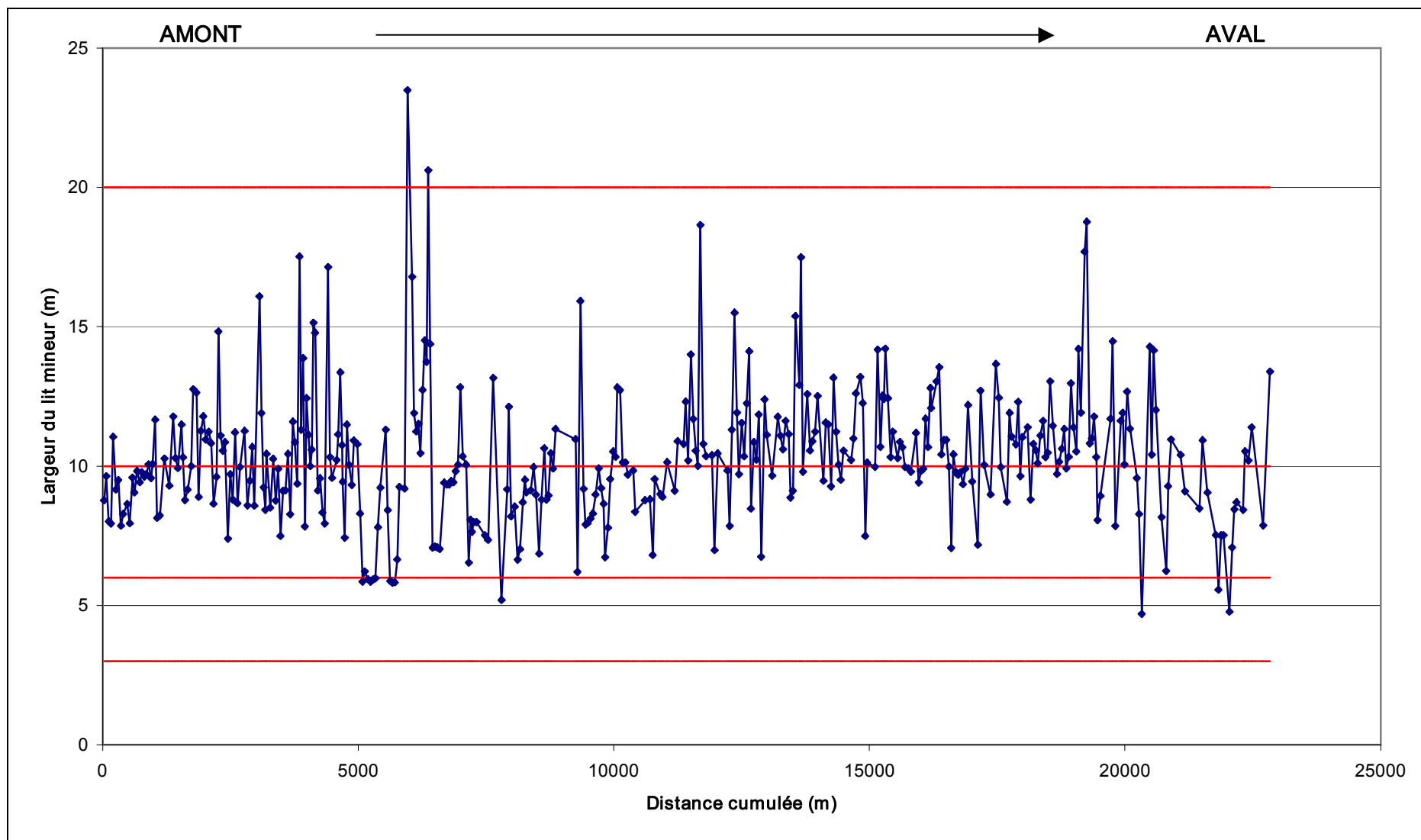
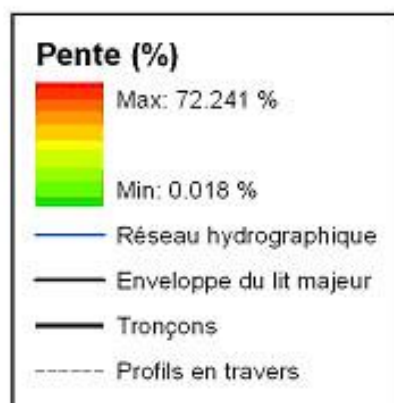
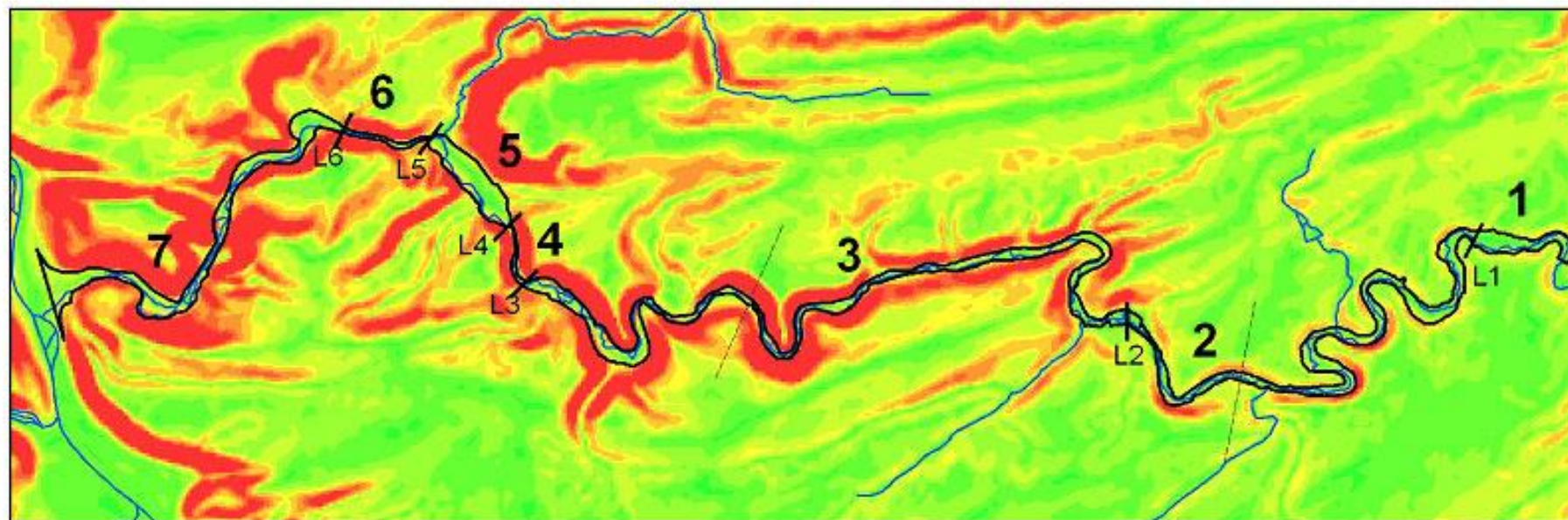


Figure 7. La largeur du lit mineur comme indiquée sur les profils en travers de *l'Atlas des cours d'eau* (SOCIÉTÉ D'ÉTUDES TOPOMÉTRIQUES, 1989 ; MARNEFFE, 1990). Les valeurs limites des classes LMIN, comme définies par COHEN (1998), sont indiquées à titre indicatif (lignes rouges).

Le Bocq - Zone d'étude

CARTE 1
Découpage géomorphologique en tronçons



Origine de l'information : MRW-DGRNE & IGN
Cartographie réalisée par VAN BRUSSEL S., 2005

2.4.2.2. Découpage anthropique en segments

- **Etat des berges**

Le **Tableau 7** présente l'état des berges pour les segments résultant du découpage final. La numérotation correspond à la numérotation finale des segments (voir **Carte 2, 3 & 4**). Ils sont ordonnés de l'amont à l'aval. A chaque nouvelle ligne, le critère « état des berges » (éventuellement en combinaison avec d'autres critères) a joué un rôle dans le découpage. Le degré d'artificialisation et sa cause présumée sont mentionnés (voir également **Tableau 8**).

Tableau 7. Les segments du découpage final avec leur degré d'artificialisation et la cause présumée (de l'amont à l'aval).

Segments	Degré d'artificialisation	Cause
1A, 2A, 2B	Ponctuelle	
2C	Discontinue	Captage
2D	Ponctuelle	
2E	Continue	Captage
2F	Discontinue	E411
2G	Continue	Captage
2H, 3A	Discontinue	Urbanisé (Spontin)
3B	Ponctuelle	
3C	Continue	Pertuis
3D, 3E, 3F, 3G, 4A, 5A, 6A, 7A, 7B	Discontinue	
7C	Continue	Carrière Dapsens
7D	Discontinue	
7E	Continue	Urbanisé (Yvoir)

Il s'est avéré que la catégorie « artificialisation discontinue » regroupe des situations parfois très divergentes. Même si la création d'une catégorie supplémentaire pourrait résoudre cet inconvénient, le critère d'occupation des sols a déjà mené à un découpage plus fin des segments en question (7A et 7B notamment).

Le critère « état des berges » permet de repérer des effets néfastes d'origine anthropique sur la morphologie et le fonctionnement du cours d'eau qui ne sont pas toujours mis clairement en évidence par l'occupation du sol. Citons, par exemple, l'artificialisation continue des berges au niveau des captages et les artificialisations sur plusieurs dizaines de mètres en amont et aval d'un croisement du pont de chemin de fer en plein milieu forestier.

- **Rectifications du lit mineur**

La comparaison avec la carte de Vandermaelen nous indique que le lit a été rectifié d'une manière radicale entre Gémenne et Reuleau, comme l'indique la différence entre la **Figure 8** et la **Figure 9**. Ce constat a abouti à la délimitation du segment 2B (voir **Carte 2, Tableau 8**).

Au niveau du pertuis et au niveau des zones de captage à Senenne et Sainte-Cathérine, le lit du Bocq a été détourné. Mais là, le détournement du lit n'a pas considérablement changé la sinuosité (il s'agit de zones déjà peu sinueuses sur la carte de Vandermaelen). De plus,

ces zones « artificialisées » sont déjà mises en évidence par l'artificialisation de leurs berges.

Enfin, il reste quelques zones qui ont fait l'objet d'une rectification, mais qui n'ont pas une longueur assez importante pour être prises en compte dans le découpage. Néanmoins, la présence d'une rectification au sein d'un segment plus grand a été rapportée au *Tableau 9*.



Figure 8. Extrait de la carte de Vandermaelen (VANDERMAELEN, 1853a) (*Origine de l'information : IGN*).

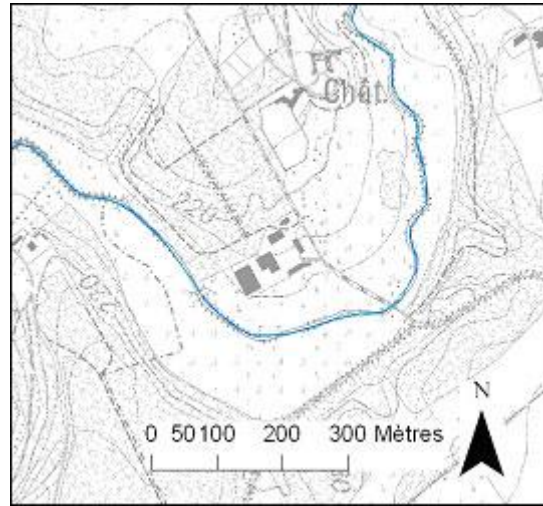


Figure 9. Extrait du Réseau hydrographique avec fond de la carte topographique IGN 1:10.000 (*Origine de l'information : MRW-DGRNE ; IGN*).

▪ Occupation du sol

Le *Tableau 9* reprend l'occupation principale du sol pour chaque segment.

Du fait que la limite entre différents types d'occupation du sol n'était pas toujours très claire à partir des sources cartographiques utilisées, on s'est permis d'affiner les limites sur le terrain. Ci-dessous sont mentionnés les segments qui ont été séparés sur la base d'un changement important de l'occupation du sol, éventuellement combiné avec d'autres critères (voir également *Tableau 8*) :

- les segments 3A et 3B, respectivement urbanisé (jardins avec empiècement à Spontin) et forestier ;
- les segments 7A et 7B, respectivement naturel (prairie et forêt) et urbanisé (maison, parc, jardin)³⁶ ;
- le segment 7C a été séparé des segments adjacents à cause de la présence de la carrière de Dapsens ;
- les segments 7D et 7E, le premier comprenant un parc (château) et des prairies et le second est une zone urbanisée.

³⁶ Ici, l'occupation du sol a permis de mieux distinguer les différents degrés de l'artificialisation des berges qui appartiennent pourtant à la même classe « *artificialisation discontinue* ». Le segment 7A se marque par une occupation du sol naturel, mais avec de berges bloquées sur environ 15% de la longueur de la rive gauche à cause de la présence d'une voirie sur remblais, d'où sa classification en artificialisation discontinue des berges. Le reste du segment 7A, qui est par ailleurs repris dans le réseau Natura 2000, se situe en prairie et forêt avec des berges naturelles et la présence d'une ripisylve, tandis que le segment 7B est majoritairement urbanisé, surtout sur la rive droite.

- **Obstacles à la libre circulation des poissons**

L'inventaire, qui a eu lieu en été 2004, a identifié 17 obstacles à la libre circulation des poissons sur le linéaire étudié du Bocq. Lors de la réunion du comité d'accompagnement, 1 obstacle a été jugé infranchissable, 6 ont été jugés majeurs, 5 importants et 5 mineurs (FÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS DE PÊCHE VESDRE AMBLÈVE, 2004 ; WARNOTTE, 2005).

Ces obstacles ont été digitalisés et la couche a été mise à notre disposition par la DGRNE. Ils sont localisés sur la **Carte 2, 3 & 4**, accompagnés de la catégorie de franchissabilité à laquelle ils appartiennent (WARNOTTE, 2005). Il s'agit de vannes, de barrages ou de seuils, qui, dans la plupart des cas, alimentent ou alimentaient des bief de moulins.

La couche « *Moulins* » (mise à notre disposition par la DGRNE et présentée également sur **Carte 2, 3 & 4**) indique la présence de 17³⁷ moulins sur le linéaire étudié, dont la majorité est actuellement désaffectée, avec parfois des biefs à sec. Pour plus d'informations au sujet des moulins sur le Bocq et leur état actuel, nous renvoyons à l'inventaire des ouvrages d'art sur le Bocq, réalisé par Jean-François Jandrain dans la cadre d'un mémoire (JANDRAIN, 2000).

Parmi les 7 obstacles jugés infranchissable ou majeurs, 5 ont été retenus pour former la limite entre deux segments. Les deux autres, qui se localisent à Yvoir, sont intégrés dans un segment plus grand, dont un est fortement urbanisé (centre d'Yvoir) et l'autre comprend deux obstacles jugés majeurs (voir **Carte 4**).

³⁷ Il ne faut pas accorder trop d'importance au nombre de moulins. A l'heure actuelle, de nombreux biefs de moulin ne sont pas ou plus accompagnés d'un obstacle à la libre circulation des poissons. Par exemple : lors de l'inventaire de terrain, on a rencontré des vannes, dont il n'existe plus que les piliers.

2.4.3. Vue d'ensemble du découpage en segments

Le *Tableau 8* représente le résultat du découpage en tronçons et segments, en indiquant le(s) critère(s) qui ont/a permis de fixer une limite et les différentes classes du critère considéré. Les segments sont énumérés dans l'ordre amont-aval.

Le *Tableau 9* montre également le résultat du découpage en tronçons et segments, cette fois-ci avec les caractéristiques hydromorphologiques des tronçons et les caractéristiques anthropiques des segments (état des berges, obstacles et perturbations majeures, l'occupation des sols) ainsi que la longueur des segments.

Les *Cartes 2, 3 & 4* représentent la version cartographiée (1:10.000) du découpage final en segments. Tous les obstacles à la libre circulation des poissons, avec leur degré de franchissabilité, y sont représentés, de même pour les moulins (FÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS DE PÊCHE VESDRE AMBLÈVE, 2004 ; Couche « Moulins », *Origine de l'information : MRW-DGRNE*).

Tableau 8. Résultat du découpage final en segments, indiquant les critères qui sont à la base du découpage des segments successifs, leurs caractéristiques principales et la longueur des segments.

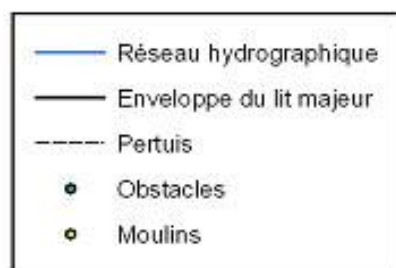
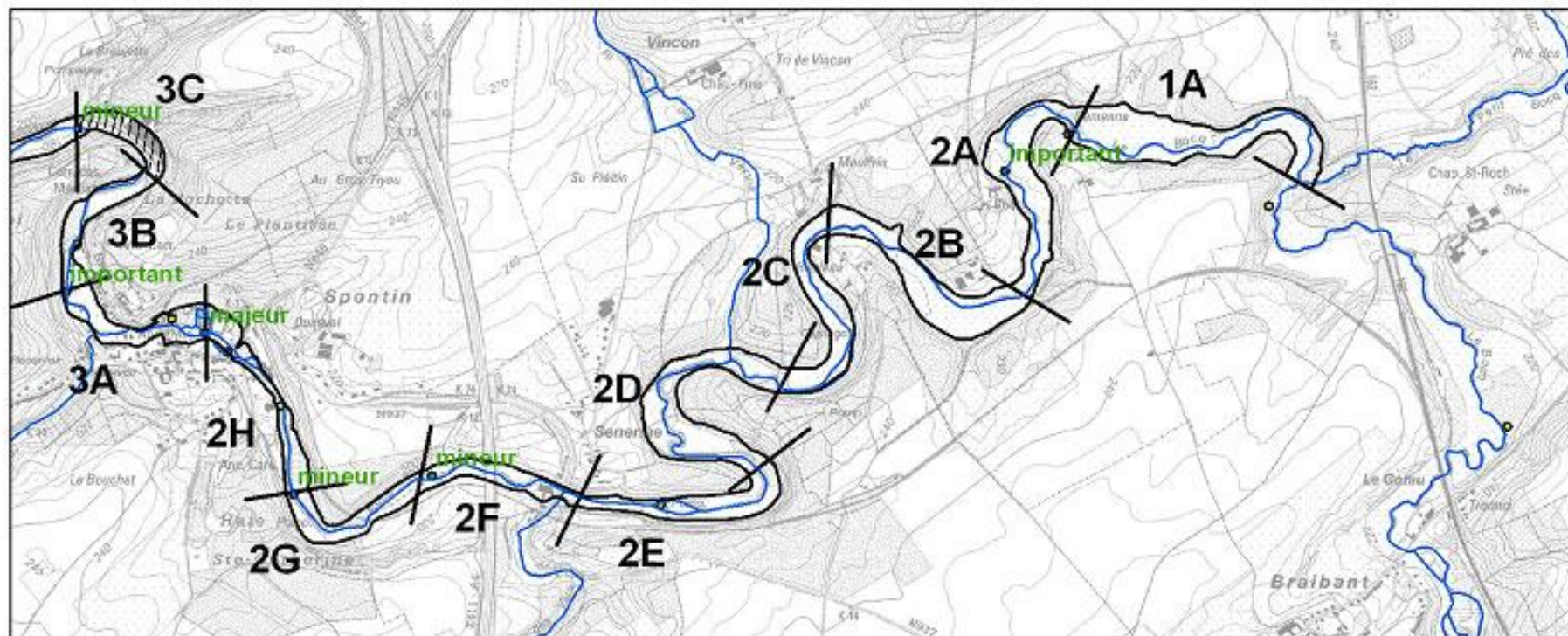
Code	Critère	Classe	Longueur(m)
1A		PLIT3	1155
	pente du lit		
2A		PLIT4, non rectifié	977
	rectification		
2B		rectifié, artificialisation ponctuelle	805
	rectification, berges		
2C		non rectifié, artificialisation discontinue	826
	berges		
2D		artificialisation ponctuelle	1137
	berges		
2E		artificialisation continue	763
	berges		
2F		artificialisation discontinue	607
	berges		
2G		artificialisation continue	579
	berges		
2H		artificialisation discontinue, PVERS2	700
	pente versants, obstacle majeur		
3A		PVERS3, artificialisation discontinue, urbanisé, jardins	614
	berges, occupation		
3B		artificialisation ponctuelle, forêt, prairie	579
	berges, occupation		
3C		artificialisation continue, urbanisé (pertuis sous route)	314
	berges, occupation		
3D		artificialisation discontinue, prairie, forêt, carrière, camping	1265
	obstacle majeur		
3E			1631
	obstacle majeur		
3F			2594
	obstacle majeur		
3G		LMAJ3	1520
	largeur lit majeur		
4A		LMAJ2, forêt, prairie	596
	largeur lit majeur, occupation		
5A		LMAJ4, urbanisé, prairie	1252
	largeur lit majeur, occupation		
6A		LMAJ2, forêt	820
	largeur lit majeur		
7A		LMAJ3, prairie, forêt	452
	occupation		
7B		urbanisé, parc, artificialisation discontinue	1186
	occupation, berges		
7C		carrière, artificialisation continue	1058
	occupation, berges		
7D		parc, prairie, artificialisation discontinue	867
	occupation, berges, obstacle majeur		
7E		urbanisé, artificialisation continue	746

Tableau 9. Résultat du découpage de la zone étudiée en tronçons et segments. Au niveau des tronçons, l'hauteur des cellules est liée à la longueur des tronçons. RG= Rive gauche et RD= Rive droite (structure du tableau inspirée par GUYON et al. (2003a,b,c)).

Pente des versants (%)	Largueur du lit majeur (m)	Sinuosité (-)	Pente du lit (pour mille)	Code tronçon	Etat des berges	Obstacles et perturbations majeures	Occupation des sols du lit majeur	Code segment	Longueur segment (m)
22.3 (PVERS2)	75.4 (LMAJ3)	1.05 (SI2)	2.2 (PLIT3)	1	naturelles, localement piétinées		prairie, forêt (RD)	1A	1155
			5.5 (PLIT4)	2	naturelles, localement piétinées	1 obstacle important	prairie, (forêt, RD)	2A	977
					naturelles, localement piétinées	rectification	prairie, (forêt, RD)	2B	805
					partiellement bloquées en RG (empierrement), naturelles (stables/érodées)	berges bloquées partiellement en RG (captage)	prairie	2C	826
					majoritairement naturelles avec ripisylve, localement bloquées en RD (chemin sur remblais)	rectification et remblaiement (RD) sur 15% du linéaire	prairie, forêt (RG)	2D	1137
					bloquées (empierrement, béton)	lit détourné, canalisation, berges bloquées	captage eau (pelouse bien entretenue)	2E	763
					piétinées et érodées, bloquées sous E411	piétinement par les vaches, berges bloquées sous E411, 1 obstacle mineur	prairie	2F	607
					bloquées (empierrement, béton)	lit détourné, canalisation, berges bloquées, 1 obstacle mineur	prairie, captage eau (pelouse bien entretenue), plantation peupliers	2G	579
partiellement bloquées	remblaiement du lit majeur, berges bloquées, 1 obstacle majeur	urbanisation et jardins (Spontin), plantation peupliers, forêt	2H	700					
44.4 (PVERS3)	32.5 (LMAJ2)	1.04 (SI1)	5.5 (PLIT4)	3	partiellement bloquées, naturelles (stables)	berges partiellement bloquées, 1 obstacle important	jardins et urbanisation (Spontin)	3A	614
					naturelles (stables), partiellement encaissées en RD	remblaiement du lit majeur (RD)	forêt, terrain vague (RD), (prairie, RD)	3B	579
					bloquées (pertuis)	pertuis	urbanisation (route, chemin de fer)	3C	314
					partiellement naturelles (partie amont), partiellement bloquées (remblais au niveau carrière)	remblaiement du lit majeur, 1 obstacle mineur, 1 obstacle majeur	forêt, carrière, prairie	3D	1265
					majoritairement naturelles, localement bloquées (empierrement, remblais)	berges localement bloquées, 1 obstacle majeur	forêt, jardin, carrière de Chansin	3E	1631
					naturelles, ripisylve, localement bloquées (pont chemin de fer)	berges localement bloquées, 1 obstacle majeur, 1 obstacle mineur	forêt	3F	2594
	40.2 (LMAJ2)	1.04 (SI1)		4	majoritairement bloquées par empierrement, enrochement (chemin de fer sur remblais en RD)	majoritairement canalisé, rectifié, berges bloquées	forêt, prairie	4A	596
	212.5 (LMAJ4)	1.18 (SI2)		5	partiellement naturelles, partiellement bloquées	berges partiellement bloquées	jardins, forêt, urbanisation (Bauche), prairie	5A	1252
	40.2 (LMAJ2)	1.04 (SI1)		6	partiellement naturelles, partiellement bloquées	berges partiellement bloquées, partie du lit majeur remblayée (chemin de fer, route)	forêt, voirie	6A	820
	99.2 (LMAJ3)	1.11 (SI2)		7	majoritairement naturelles avec ripisylve, localement bloquées (rive gauche, route sur remblais)	berges localement bloquées (route)	forêt, prairie, voirie	7A	452
					partiellement bloquées (surtout en RD), partiellement naturelles	berges partiellement bloquées, partie rectifiée, 3 obstacles importants	jardins et urbanisation (RD), parc, forêt et friche (RG)	7B	1186
bloquées			berges bloquées, remblaiement du lit majeur, rectification		carrière de Dapsens	7C	1058		
partiellement bloquées			partie rectifiée, berges partiellement bloquées, 2 obstacles majeurs		parc château de Dapsens, prairie, forêt	7D	867		
bloquées			berges bloquées, remblaiement du lit majeur, rectification, 1 obstacle infranchissable		urbanisation (Yvoir)	7E	746		

Le Bocq - Zone d'étude

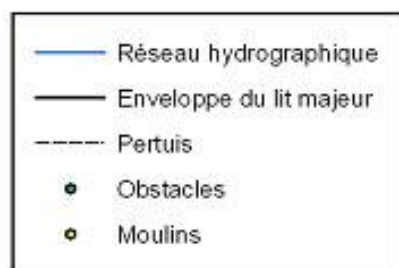
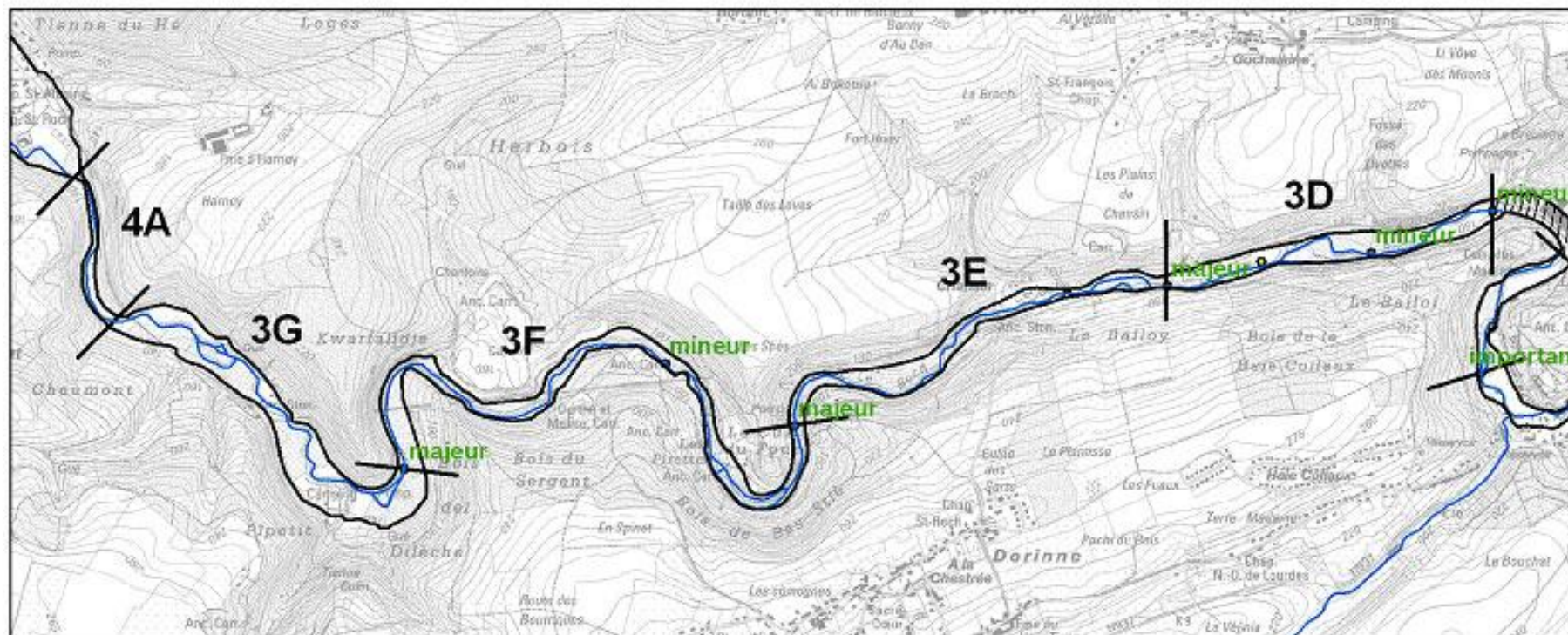
CARTE 2
Découpage final en segments



Origine de l'information : MRW-DGRNE & IGN
 Cartographie réalisée par VAN BRUSSEL S., 2005

Le Bocq - Zone d'étude

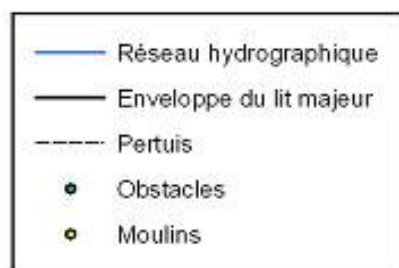
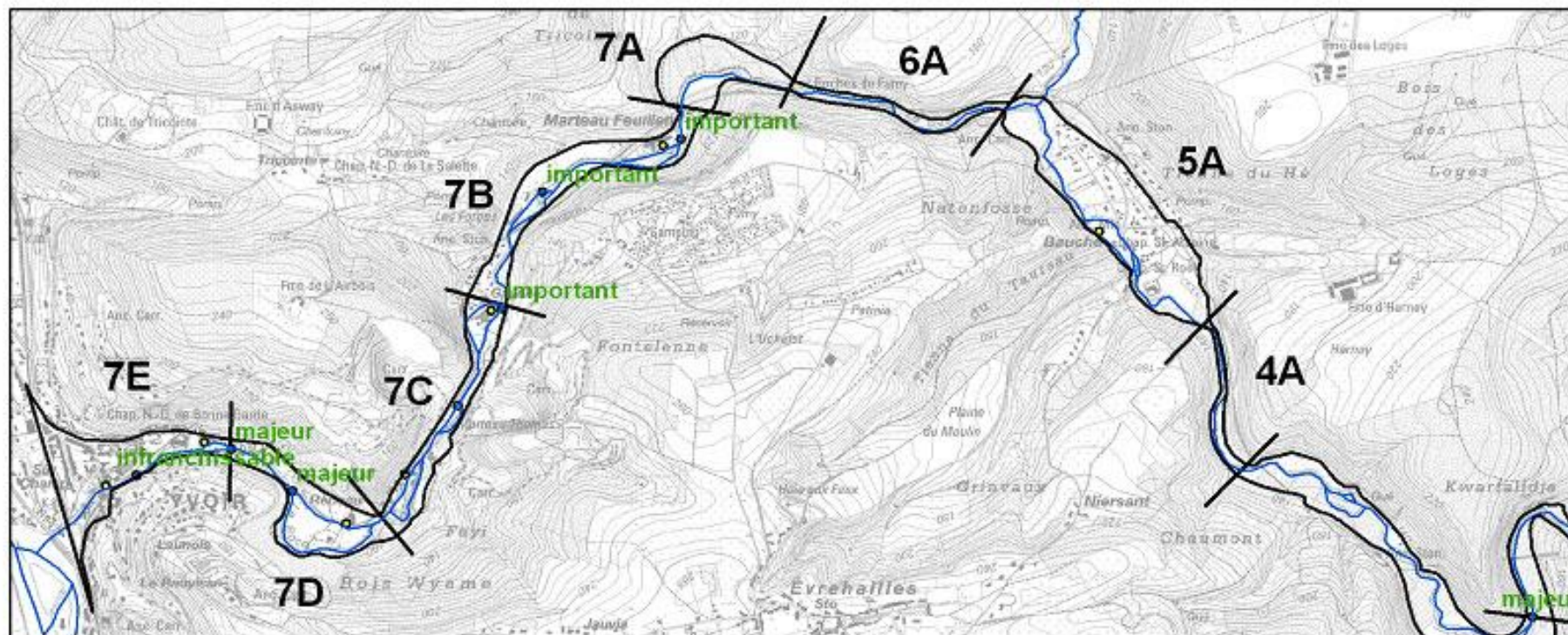
CARTE 3
Découpage final en segments



Origine de l'information : MRW-DGRNE & IGN
 Cartographie réalisée par VAN BRUSSEL S., 2005

Le Bocq - Zone d'étude

CARTE 4
Découpage final en segments



Origine de l'information : MRW-DGRNE & IGN
 Cartographie réalisée par VAN BRUSSEL S., 2005

2.5. Inventaire de terrain

2.5.1. Déroulement

Les 23km du linéaire étudié ont été inventoriés en 4 journées de terrain (18/11, 21/11, 24/11 et 25/11/2005). L'inventaire de terrain a été réalisé avec l'aide de Frédéric Dumonceau, chargé des missions à la Maison wallonne de la pêche.

Quatre visites supplémentaires ont été effectuées, notamment une au début du stage qui avait pour but principal d'avoir une vision globale de la zone d'étude et de la végétation à la fin de l'été (visite de quelques points le long du linéaire à étudier), ensuite un essai de remplissage de la fiche de terrain sur deux segments, puis une visite avec Francis Guyon qui nous a permis de mieux estimer ultérieurement les paramètres sur le terrain. La dernière visite a eu lieu après l'inventaire de terrain et a inclus la visite de la masse d'eau amont de la zone d'étude afin de comparer les types T2 et T5 (voir **2.6.2.3**).

Plus de 500 photos ont été prises lors de l'inventaire et une flèche numérotée sur les plans terrier de *l'Atlas des cours d'eau* indique pour chaque photo la position à partir de laquelle elle a été prise.

Une remarque importante est à faire au sujet de la période durant laquelle l'inventaire est effectué. Du fait que l'étude préliminaire a pris plus de temps que prévu, l'inventaire a eu lieu fin novembre. Ceci a causé non seulement des problèmes pratiques (mauvais temps et journées courtes), mais a également rendu difficile l'estimation de la présence des « exotiques colonisatrices ». La Renouée du Japon (*Fallopia japonica*) était encore facilement repérable sur le terrain ; l'Impatiens de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*) par contre, n'était plus visible. La présence de celle-ci avait pourtant été mise en évidence lors de la visite de terrain effectuée au début du stage.

La période de l'inventaire a probablement aussi eu des répercussions au niveau de l'estimation de la végétation aquatique dans le chenal d'écoulement et l'estimation de l'éclairement de l'eau, ce dernier critère n'étant pas compris dans le calcul des indices (voir ci-dessous).

Les conditions hydrologiques lors de l'inventaire, une période de moyennes eaux, se sont révélées favorables à l'observation des différents compartiments du cours d'eau, comme l'impose la notice d'utilisation de QUALPHY (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b).

2.5.2. L'estimation des paramètres sur le terrain

Plus de 50 paramètres sont à remplir pour décrire le milieu physique des segments, parmi lesquels 40 paramètres correspondant aux zones grises sur la fiche (**Annexe 2**), sont effectivement encodés dans l'outil informatique (voir **2.6.1**). Les choix à effectuer sont toujours classés, de haut en bas dans les différentes rubriques, de la situation la moins déclassante à la situation la plus dégradante. Dans le cas de choix multiples (axes de communication, annexes hydrauliques,...), c'est systématiquement la situation la plus déclassante qui est retenue pour le calcul de l'indices de qualité (voir **2.6.1**).

L'observateur est censé parcourir l'entièreté du segment afin d'avoir une image synthétique pour chaque descripteur à estimer avant le remplissage de la fiche (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b ; GUYON *et al.*, 2003a).

2.5.2.1. Méthodologie utilisée

Les 77 plans terriers de *l'Atlas des cours d'eau*³⁸ couvrant la zone d'étude ont été photographiés et ensuite imprimés sur A4, ont constitué une aide précieuse pour l'estimation des paramètres sur le terrain.

En premier lieu, ces plans terriers reprennent l'artificialisation des berges, les zones remblayées et les ouvrages d'art (qui ont fait l'objet d'une vérification de la situation réelle sur le terrain) et en deuxième lieu, ils constituent « un fond » très adéquat pour noter les remarques prises en parcourant les segments. On a notamment indiqué sur les plans terriers la présence de ripisylve, d'érosion des berges, de piétinement et de végétation aquatique dans le chenal d'écoulement, au fur à mesure du parcours du segment.

Ainsi, nous disposons d'un outil de travail très utile, qui nous a aidés à avoir une vision globale de ces paramètres sur l'ensemble d'un segment. Cet outil de synthèse a été particulièrement utile pour les segments qui regroupaient des situations plus hétérogènes et/ou qui avaient une longueur considérable.

Outre *l'Atlas des cours d'eau*, les cartes topographiques au 1:10.000 de l'IGN (INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL, 2002) ont été très utiles pour l'estimation de certains paramètres.

L'indication des « *formations anthropiques* »³⁹, correspondant aux zones hachurées en surcharge de la planche *Natoye-Ciney* (nouvelle carte géologique de Wallonie, MARION & BARCHY, à paraître), nous a aidés à repérer les zones remblayées.

Mentionnons également ici la cartographie des zones inondées historiques (DUCHATEAU & MACORS, 2004) qui a constitué une aide précieuse pour estimer le paramètre « inondabilité » du lit majeur⁴⁰.

2.5.2.2. Difficultés rencontrées

Ce chapitre comprend les principales difficultés rencontrées pour l'estimation des paramètres sur le terrain. La plupart de ces difficultés sont liées à un manque d'expérience de notre part.

En outre, comme l'indiquent bien GUYON *et al.* (2003a) : « *l'observateur sur le terrain adapte son estimation du paramètre pour le segment qu'il étudie (définissant donc un état de perturbation pour ce paramètre) en fonction des autres états de perturbation qu'il a pu identifier pour d'autres segments de la même rivière ou du même type de cours d'eau. Ce constat signifie que la méthode est plus à considérer comme une expertise nécessitant une certaine connaissance du fonctionnement et de l'écologie des cours d'eau que comme un outil standardisé et bien calibré applicable en routine.* »

Dans cette optique, il aurait été très utile de visiter d'autres rivières de typologie T2 et en particulier la situation de référence de ce type (ou une situation qui s'approche de ce type de référence).

Ci-dessous sont énumérées les principales difficultés rencontrées :

³⁸ SOCIÉTÉ D'ETUDES TOPOMÉTRIQUES, 1989 ; MARNEFFE, 1990.

³⁹ Les « formations anthropiques » de la carte géologique comprennent les terrains remaniés par de gros travaux de terrassement, les terrils (remblais) d'anciennes carrières et les décharges (MARION & BARCHY, à paraître).

⁴⁰ Choix entre : « situation normale », « diminuée de moins de 50% », « modifiée par d'autres causes (calibrage,...) », « réduite de plus de 50% » et « supprimée » (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000a).

- **Ripisylve de faible densité**

Les explications au sujet de la ripisylve reprises dans la notice d'utilisation de QUALPHY ne sont pas toujours très claires, notamment au sujet de la densité requise pour qu'il ne s'agisse plus d'arbres isolés le long du cours d'eau, mais d'une frange d'arbres et/ou d'arbustes le long du cours d'eau qui remplit les fonctions principales attribuées aux ripisylves⁴¹.

Même si la rubrique « *végétation aquatique* » dans la description du lit mineur, consiste en une évaluation simultanée de la nature et l'importance de la végétation aquatique en bordure du lit et dans le chenal d'écoulement⁴² et répond donc partiellement à la question posée, on a ici aussi rencontré des difficultés durant le remplissage de la fiche, telles que : *à partir de quelle densité ou pourcentage du linéaire du segment considère-t-on qu'il y a une ripisylve en « situation anecdotique » ? À partir de quelle densité ou de quel pourcentage peut-on considérer que l'importance de la ripisylve est de 10% au lieu de 0% ?* (voir fiche **Annexe 2**).

La rubrique concernant l'état de la ripisylve vise à résoudre partiellement les problèmes de ce type, en intégrant la possibilité de cocher « ripisylve ayant fait l'objet de trop de coupes » dès que le pourcentage global de ripisylve est inférieur à 50% sur la moyenne des deux rives (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b).

On verra par la suite (2.6.2.1) que finalement il n'y a qu'un segment où la ripisylve est considérée comme étant en bon état, les autres segments étant, soit sans ripisylve, soit avec une ripisylve ayant fait l'objet de trop de coupes ou encore avec une ripisylve perchée. Ainsi, la faible densité de la ripisylve se marque souvent par des zones d'érosion de la berge entre deux arbres successifs (**Photo 4 & 5**).



Photo 4. Ripisylve de faible densité sur la rive droite (photo prise vers l'amont) (18/11/2005).



Photo 5. Zone d'érosion entre deux arbres successifs (18/11/2005).

- **« Argiles, limons et terre (sol) »**

Ici, on mentionne sur la fiche de remplissage de QUALPHY la présence d'« argiles », « limons », « terre (sol) » parmi les matériaux naturels à entourer pour les berges (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000a). La définition de « terre (sol) » n'étant pas reprise dans la notice d'explications, on estime qu'il pourrait s'agir ici de terre agricole, soit des limons ou des argiles qui ont été labourés, avec comme conséquence une perte de structure. Mais on

⁴¹ Notamment leur rôle dans la fixation des berges (rempart contre l'érosion), leur rôle comme support et abri pour la faune aquatique par les systèmes racinaires immergés, leur rôle de filtre des apports terrestres en nutriments et matières en suspension, d'écran contre le réchauffement des eaux (ombrage), de brise-vent naturel, de fourniture de matière organique grossière et des débris ligneux grossiers (eux-mêmes structurant la morphologie des cours d'eau et servant de support/abri pour la flore et la faune), leur effets bénéfiques sur l'écoulement des crues, leur fonction paysagère,... (SOUCHON *et al.*, 2000 ; PIERARD, 2004).

⁴² Où la prolifération et l'envahissement du lit par la végétation aquatique est directement mise en relation avec l'absence de ripisylve (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b).

n'a pas de certitude à ce sujet. Pour éviter toute redondance, on a décidé de n'entourer qu'un cas par segment au maximum (Communication personnelle, Francis Guyon).

- **Longueur moyenne des tronçons**

Nous avons constaté que plusieurs critères qui entrent dans l'évaluation sont fonction de la longueur des tronçons. Par exemple, en ce qui concerne la nature des berges, la possibilité de rencontrer plusieurs types de matériaux différents qui interviennent de manière assez importante dans le calcul, augmente quand le linéaire en question devient plus long. Il en va de même pour la nature des fonds et pour le nombre de types d'occupation du sol rencontrés par segment.

Une autre chose qui est inhérente à la méthodologie, est l'évaluation de l'importance de la ripisylve par rapport à la longueur totale du segment. Une ripisylve s'étendant sur 200m le long du cours d'eau sera évaluée autrement dans un segment de 500m (classe 40%, ou 50% quand on considère les limites des classes définies en QUALPHY) que dans un segment de 2km (10%). A titre illustratif, un découpage en segments qui intègre le critère d'importance de la ripisylve pourrait ainsi mener au découpage d'une série de segments caractérisés par des différences considérables de l'importance de la ripisylve entre eux. Par contre, le fait d'unir ces segments et de considérer ainsi l'importance de la ripisylve sur des linéaires plus longs, mènera à une valeur dite « moyenne ».

Dans ce contexte, on peut légitimement se poser la question de savoir si ce type de remarques doit déboucher sur une recommandation que la longueur des segments devrait non seulement se situer entre certaines longueurs admissibles (minimale et maximale), mais en outre ne pas montrer trop de variations de longueur entre eux (et ceci dans la mesure du possible, car cela peut s'avérer difficilement réalisable vu le nombre de critères qui déterminent le découpage en tronçons/segments).

- **Annexes hydrauliques**

D'abord, nous tenons à signaler que nous n'avons pas eu à notre disposition d'anciennes cartes pour nous aider à juger la situation rencontrée sur le terrain, comme recommande la notice d'utilisation (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b).

Sachant que le type T2 se marque par des annexes hydrauliques « modestes », une situation naturelle pourra correspondre à un segment ne comportant naturellement pas d'annexe hydraulique (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & ATELIER D'ÉCOLOGIE RURALE ET URBAINE, 1997 ; AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b).

Ces deux facteurs ont, entre autres, compliqué l'estimation du critère « annexes hydrauliques »⁴³. Par conséquent, pour ce jugement sur le terrain, nous nous sommes basés sur la situation rencontrée pour les autres paramètres du lit majeur à juger (l'occupation du sol, la présence des axes de communication sur remblais, l'inondabilité, la présence des digues et du remblai). Néanmoins, en cas de doute, on a eu tendance à cocher « situation naturelle, mais perturbation ».

- **Nature des berges**

Dans la fiche d'inventaire de terrain de QUALPHY, il y a 3 catégories pour décrire la nature des berges : « matériaux naturels », « enrochements ou remblais », « béton ou palplanches ». Nous avons classé les empierrements dans la catégorie « béton ou palplanches », étant donné que leur impact est comparable aux matériaux de cette catégorie. En effet, des murs bien intacts et maçonnés entre les pierres, empêchent le

⁴³ Cases à cocher possibles : « situation totalement naturelle (annexes ou non) », « situation naturelle mais perturbation », « situation dégradée », « annexes supprimées (traces visibles/pas de traces) » (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000a).

développement de la végétation et bloquent la dynamique des berges.

▪ **Dynamique des berges**

Quant à la différenciation entre « *berges stables (naturellement soutenues)* » et « *érodées verticales instables* », on s'est basé sur l'état réel des berges au moment de la visite de terrain, même si on supposait qu'il s'agissait d'une berge « *potentiellement érodable* », à cause d'une végétation insuffisante pour soutenir durablement la berge (absence de ripisylve,...) (**Photo 6**). La question se pose particulièrement au niveau des segments 1A et 2A où l'occupation du sol est constituée principalement de prairies intensives et dont on pouvait imaginer que les berges étaient susceptibles d'être affectées par l'érosion et du piétinement. Quant à leur dynamique, les berges des segments 1A et 2A ont été évaluées « stables en situation dominante », « piétinées en situation secondaire » et « érodées verticales instables en situation anecdotique ».



Photo 6. Une prairie intensive avec une berge « potentiellement érodable » sur la rive gauche. Par contre, il y a une berge soutenue par la végétation sur la rive droite (Segment 1A, 21/11/2005).

2.6. Evaluation de la qualité physique

2.6.1. Principe de QUALPHY

Les 40⁴⁴ paramètres à encoder dans le logiciel QUALPHY (*DAM*), sont associés aux 3 compartiments des cours d'eau : le lit majeur, les berges et le lit mineur. Ils sont présentés sous une forme arborescente, reprise à la *Figure 10*, et sont ainsi hiérarchisés, de sorte que le poids d'un paramètre donné dans le score global est dépendant du poids du paramètre du niveau supérieur dans l'arborescence. Les indices globaux sont obtenus par la somme des produits de la valeur de chaque paramètre descriptif par son coefficient de pondération respectif (GUYON *et al.*, 2003a).

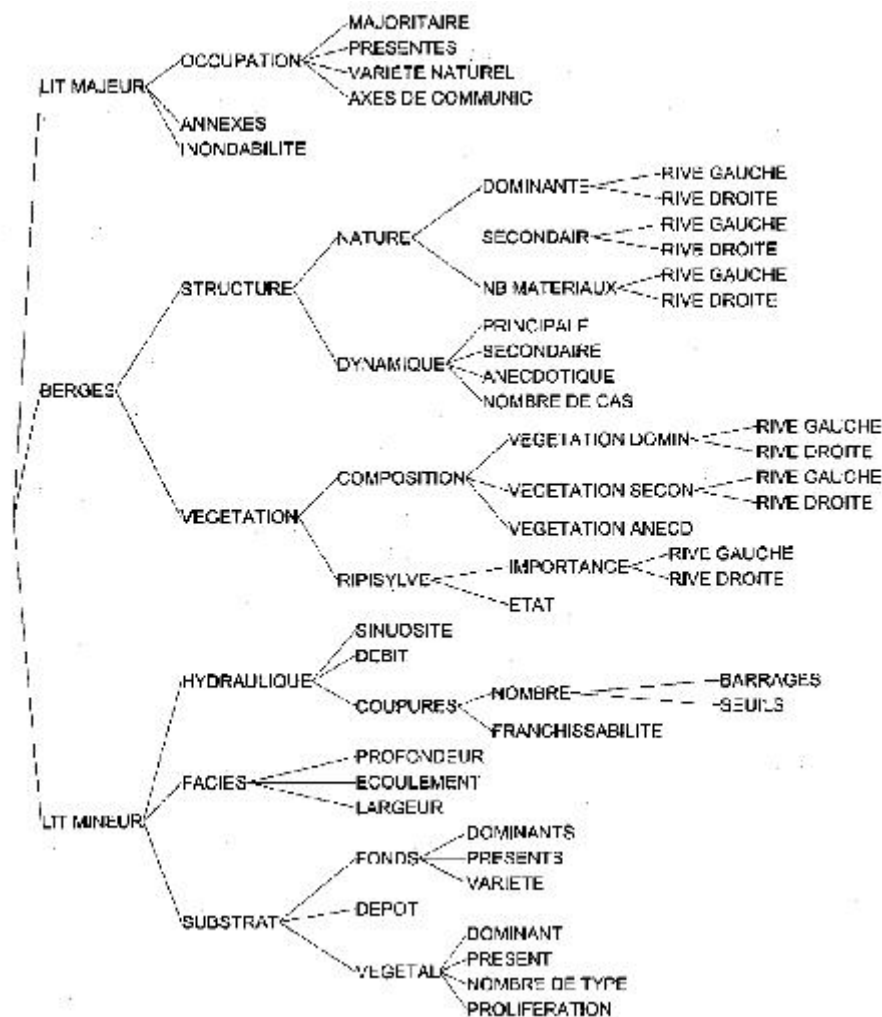


Figure 10. Arborescence des paramètres estimés sur le terrain par secteur et encodés dans le logiciel QUALPHY (Figure reprise de COGELS *et al.*, 2004).

⁴⁴ Tous ces 40 paramètres, à l'exception de ceux auxquels un facteur de pondération égal à 0 est attribué (dépendant du type de cours d'eau, voir tableau en *Annexe 3*), sont pris en compte dans le calcul des indices de qualité physique.

L'indice obtenu est une expression de l'état de dégradation du tronçon par rapport à son type de référence typologique. Un indice de 0% correspond à une dégradation maximale et un indice de 100% correspond à une dégradation nulle. Cinq classes de qualité ont été définies (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & LA DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE CHAMPAGNE-ARDENNE, 2004) :

Tableau 10. Classes de qualité du milieu physique (Tableau repris de l'AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & LA DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE CHAMPAGNE-ARDENNE, 2004).

Indice Habitat	Classe de qualité	Signification - interprétation
81 à 100%	Qualité excellente à correcte	Le tronçon présente un état proche de l'état naturel qu'il devrait avoir, compte tenu de sa typologie (état de référence du cours d'eau).
61 à 80%	Qualité assez bonne	Le tronçon a subi une pression anthropique modérée, qui entraîne un éloignement de son état de référence. Toutefois, il conserve une bonne fonctionnalité et offre les composantes physiques nécessaires au développement d'une faune et d'une flore diversifiées (disponibilité en habitats).
41 à 60%	Qualité moyenne à médiocre	Le milieu commence à se banaliser et à s'écarter de façon importante de l'état de référence. Le tronçon a subi des interventions importantes (aménagement hydrauliques). Son fonctionnement s'y trouve perturbé. La disponibilité en habitats s'est appauvrie mais il en subsiste encore quelques éléments intéressants dans l'un ou l'autre des compartiments étudiés (lit mineur, lit majeur, berges).
21 à 40%	Qualité mauvaise	Milieu très perturbé. En général, les trois compartiments (lit mineur, lit majeur et berges) sont atteints fortement par des altérations physiques d'origine anthropique. La disponibilité en habitats naturels devient faible et la fonctionnalité du cours d'eau est très diminuée.
0 à 20%	Qualité très mauvaise	Milieu totalement artificialisé, ayant totalement perdu son fonctionnement et son aspect naturel (cours d'eau canalisés).

2.6.2. Résultats et discussion

Le découpage géomorphologique et anthropique a abouti à la délimitation de 24 segments. Les résultats de l'analyse de la qualité physique de ces segments avec QUALPHY sont présentés ci-dessous. Dans un premier temps, les indices de qualité physique sont présentés pour tous les segments inventoriés ; dans un second temps, quelques groupes de segments et quelques « cas particuliers » sont traités plus en détail.

2.6.2.1. Qualité physique par segment

Pour cette partie, nous avons adopté le mode de présentation des résultats de GUYON *et al.* (2003a,b,c).

Le *Tableau 11* reprend pour chaque segment :

- L'indice global de la qualité physique ;
- Les 3 indices partiels par compartiment, notamment le lit majeur, les berges et le lit mineur ;
- Les 8 sous-indices correspondant à des groupes de paramètres situés à un niveau intermédiaire dans l'arborescence des paramètres entre les compartiments et les paramètres élémentaires (voir arborescence à la *Figure 10*). Il s'agit des sous-indices qui représentent la qualité physique de :
 - l'occupation des sols du lit majeur,
 - la situation des annexes hydrauliques,
 - l'inondabilité du lit majeur,
 - la structure des berges (la nature et la dynamique),
 - la végétation des berges,
 - les aspects hydrauliques du lit mineur (sinuosité, perturbation du débit et ouvrages hydrauliques),
 - la variabilité des faciès du lit mineur (profondeur, écoulement, largeur du lit mineur),
 - les substrats (y compris la végétation aquatique).

La *Figure 11* présente graphiquement l'évolution (le long du linéaire étudié) de l'indice global et des indices partiels par compartiment pour chaque segment.

La cartographie des indices globaux et partiels est présentée aux *Cartes 5 à 8*.

Pour rappel, l'*Annexe 3* reprend les facteurs de pondération pour les différents types de cours d'eau. Pour le type T2, le poids donné aux compartiments dans la détermination de l'indice global est de 15% pour le lit majeur, de 30% pour les berges et de 55% pour le lit mineur.

Tableau 11. Dans ce tableau, est repris pour chaque segment : son code, sa longueur, son indice global, son indice de qualité du compartiment le plus pénalisé, le sous-indice le plus pénalisant, l'indice par compartiment, chacun suivi des sous-indices des paramètres qui le composent. Le segment correspondant au pertuis est hachuré. Légende des classes de qualité : 0-20%= très mauvaise, 21-40% = mauvaise, 41-60%= moyenne à médiocre, 61-80%= assez bonne, 81-100%= excellente à correcte (structure du tableau inspirée de GUYON *et al.*, 2003a,b,c).

Code	Longueur segment (m)	Indice global	Indice partiel le plus pénalisant	Sous-indice le plus pénalisant	Lit majeur	Occupation	Annexes hydrauliques	Inondabilité	Berges	Structure	Végétation	Lit mineur	Hydraulique	Facies	Substrat
1A	1155	56	42	16	90	84	100	100	65	74	36	42	84	16	20
2A	977	57	45	30	88	81	100	100	65	74	36	45	53	30	49
2B	805	69	62	47	82	81	68	100	75	82	50	62	82	47	55
2C	826	68	62	44	62	58	68	68	65	71	44	71	84	65	62
2D	1137	74	74	65	74	78	68	68	74	74	72	74	85	69	65
2E	763	38	11	10	36	35	31	21	11	10	14	54	84	44	30
2F	607	59	45	39	63	59	68	68	45	46	39	65	82	65	49
2G	579	29	0	0	31	45	31	21	0	0	0	41	84	15	18
2H	700	45	21	0	21	23	31	0	54	60	34	47	35	47	58
3A	614	54	39	21	40	23	68	68	39	44	21	65	57	65	75
3B	579	67	48	21	48	62	31	21	67	71	54	73	94	73	50
3C	314	21	0	0	14	22	0	0	0	0	0	33	82	0	9
3D	1265	61	57	31	57	62	31	68	67	71	52	59	51	65	62
3E	1631	57	53	31	57	62	31	68	66	71	49	53	31	69	63
3F	2594	66	61	51	73	75	68	68	73	76	59	61	51	87	51
3G	1520	64	60	41	76	71	68	100	64	71	41	60	65	65	51
4A	596	62	40	37	71	72	68	68	40	37	49	71	89	62	58
5A	1252	61	57	47	70	71	68	68	66	71	49	57	61	47	60
6A	820	67	46	21	46	46	68	21	66	71	50	73	94	73	51
7A	452	77	64	59	64	62	68	68	73	77	59	83	96	69	81
7B	1186	54	51	43	57	50	68	68	57	61	43	51	53	47	53
7C	1058	36	11	0	11	7	31	0	21	21	22	50	57	44	49
7D	867	48	42	28	69	69	68	68	48	54	28	42	37	30	56
7E	746	13	4	0	4	7	0	0	8	10	1	17	34	0	15

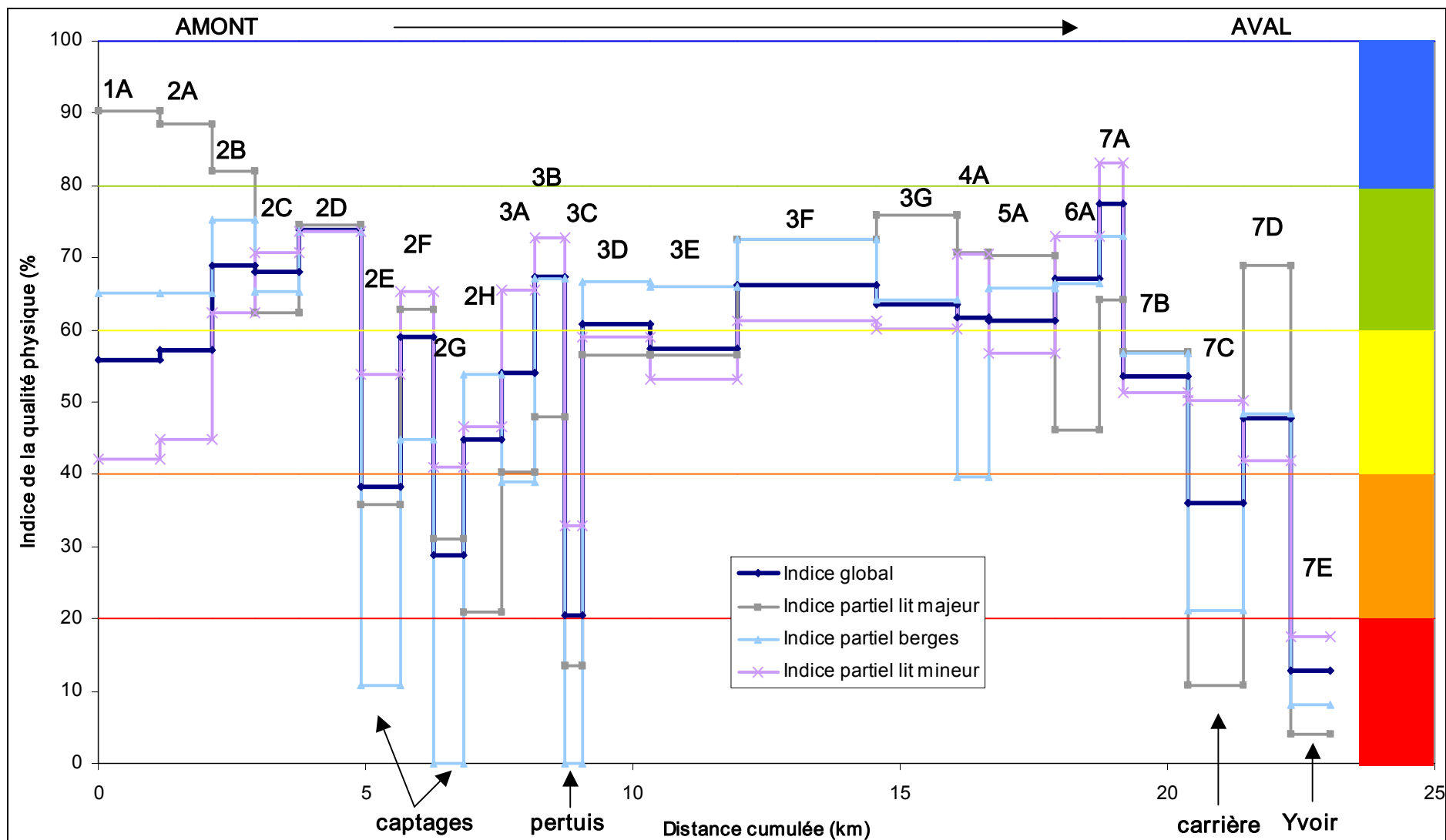
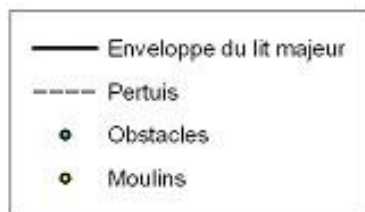
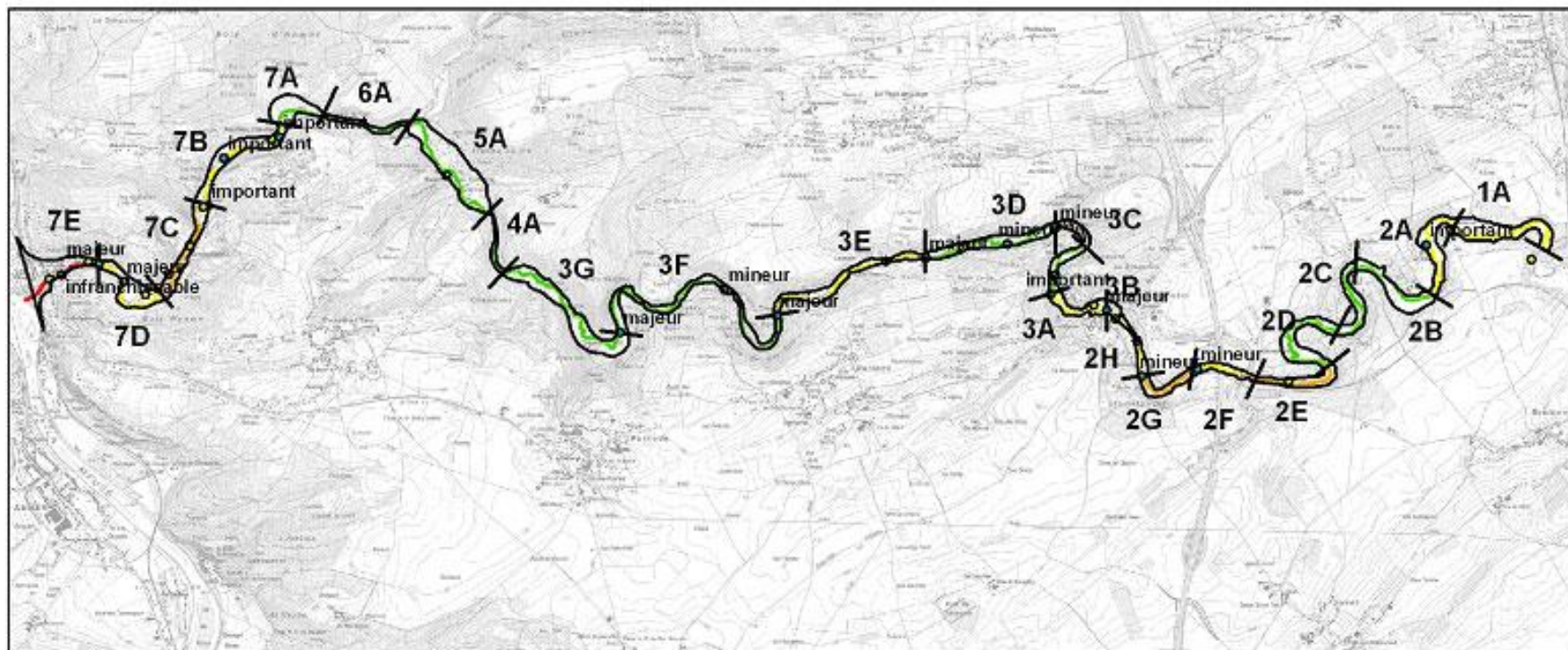


Figure 11. Les indices de qualité physique globaux et partiels par segment. Les classes de qualité sont indiquées, légende des classes de qualité : 0-20%= très mauvaise, 21-40% = mauvaise, 41-60%= moyenne à médiocre, 61-80%= assez bonne, 81-100%= excellente à correcte (structure du tableau inspirée de GUYON *et al.*, 2003a,b,c; AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & LA DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE CHAMPAGNE-ARDENNE, 2004).

Le Bocq - Zone d'étude

CARTE 5
Indice GLOBAL



Indice GLOBAL

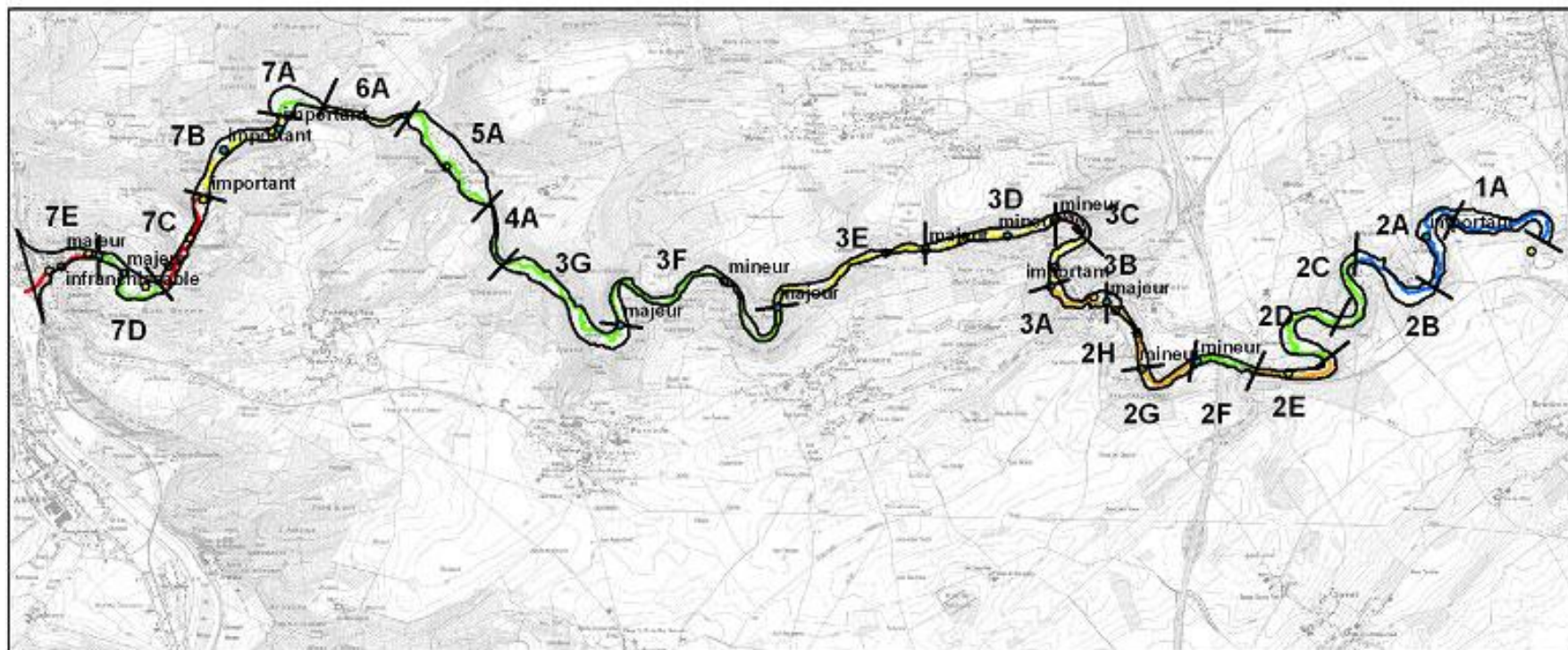


Echelle 1:50.000

Origine de l'information : MRW-DGRNE & IGN
Cartographie réalisée par VAN BRUSSEL S., 2005

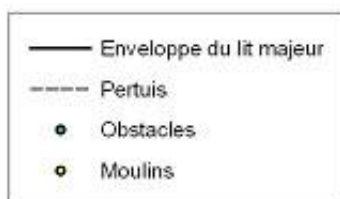
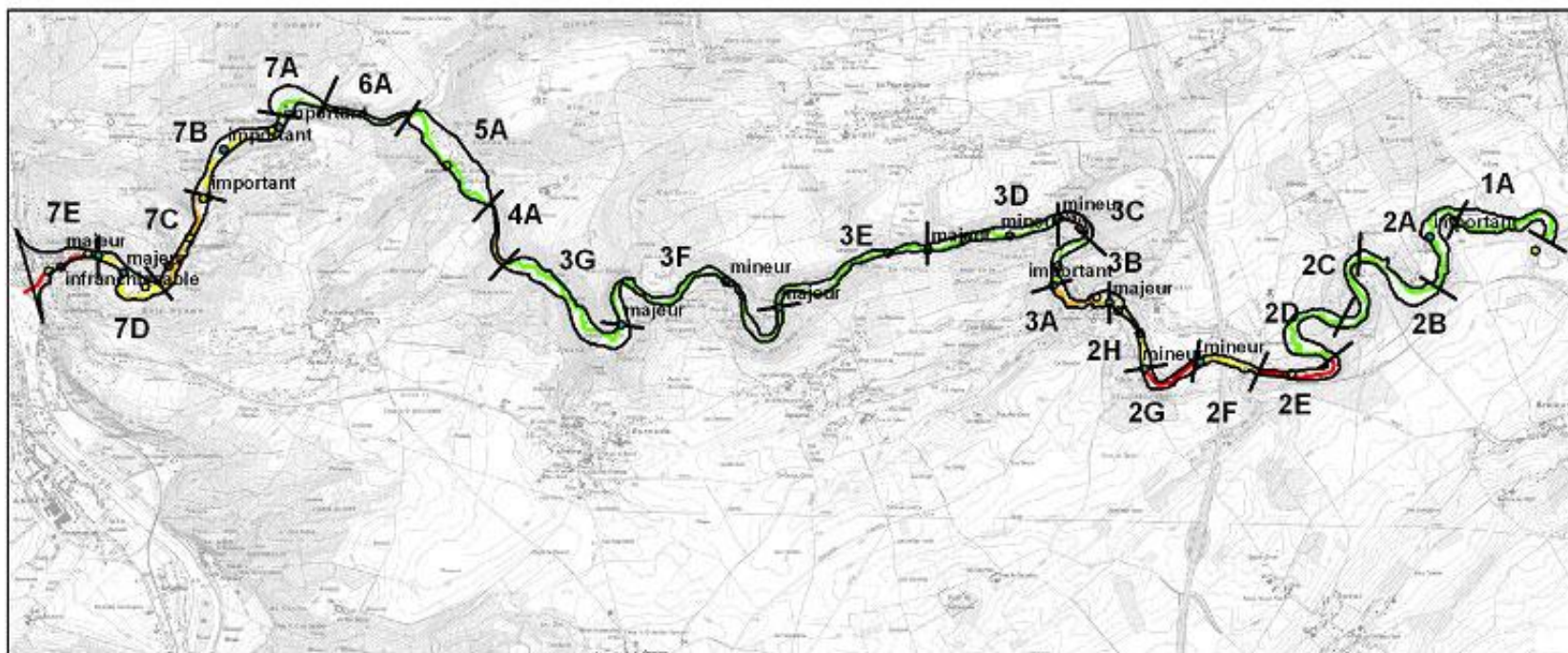
Le Bocq - Zone d'étude

CARTE 6
Indice partiel LIT MAJEUR

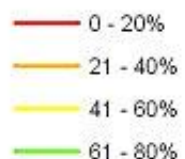


Le Bocq - Zone d'étude

CARTE 7
Indice partiel BERGES



Indice BERGES

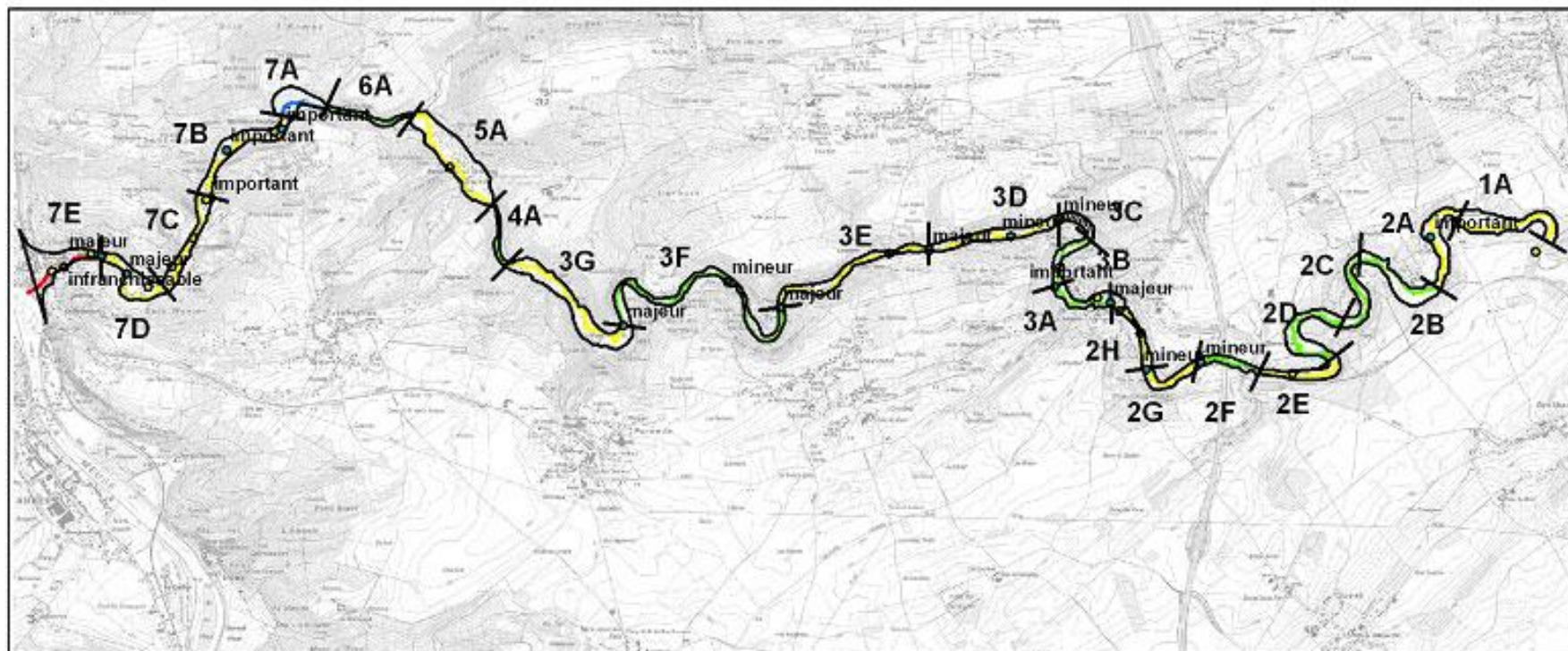


Echelle 1:50.000

Origine de l'information : MRW-DGRNE & IGN
Cartographie réalisée par VAN BRUSSEL S., 2005

Le Bocq - Zone d'étude

CARTE 8
Indice partiel LIT MINEUR



Selon les résultats obtenus pour l'indice global, **51%** du linéaire étudié montre une « **qualité assez bonne** », **34%** du linéaire se marque par une « **qualité moyenne à médiocre** », **12%** par une « **qualité mauvaise** » et **3%** par une « **qualité très mauvaise** ».

Néanmoins, quand on tient en compte de l'indice partiel du compartiment le plus pénalisé pour chacun de ses segments, seulement **25%** du linéaire a une « **qualité assez bonne** », tandis que **51%** est de « **qualité moyenne à médiocre** », **8%** de « **qualité mauvaise** » et **15%** de « **qualité très mauvaise** ».

Enfin, sur la base du sous-indice le plus pénalisant rapporté au *Tableau 11*, on arrive à **5%** du linéaire qui a une « **qualité assez bonne** », **37%** ayant une « **qualité moyenne à médiocre** », **35%** de « **qualité mauvaise** » et **23%** de « **qualité très mauvaise** ».

Au *Tableau 11*, on voit qu'après Chansin (3F) jusqu'à à Yvoir (7A), l'indice global est de « **qualité assez bonne** ». L'indice global est inférieur à 40% dans les deux zones de captage (2E et 2G), le pertuis (3C), la carrière de Dapsens (7C) et le centre d'Yvoir (7E) ; ces zones sont mises en évidence à la *Figure 11*. La qualité de ces segments contraste souvent fortement avec celle des segments voisins.

Quant aux indices partiels, c'est surtout la *Figure 11* qui nous révèle que la qualité physique des 3 compartiments peut être très divergente pour un même segment (notamment pour 1A, 2A, 2E, 2G, 7C).

On remarque que les trois segments le plus en amont de la zone étudiée se marquent par un lit majeur qui est de « **qualité excellente à bonne** ». Il s'agit de prairies où l'inondabilité du lit majeur n'a pas été modifiée par des remblais.

Au sujet des sous-indices, le *Tableau 11* met en évidence que la végétation des berges atteint uniquement dans le segment 2D une « **qualité assez bonne** ». Ceci est lié au fait que, dans l'évaluation de la végétation des berges, beaucoup d'importance est attachée à la ripisylve, vu qu'elle est évaluée trois fois⁴⁵ ! Quand on combine ce constat avec le mauvais état de la ripisylve (faible densité, perchée,...) ou l'absence complète de celle-ci, on arrive à des indices de moindre qualité.

Les paramètres hydrauliques sont le plus souvent de « **qualité excellente à bonne** » (voir *2.6.2.3* & *2.6.3.2*).

⁴⁵ L'état de la ripisylve est évaluée dans chacune des 3 rubriques reprises sous « **végétation des berges** » (« **la composition de la végétation** », « **importance de la ripisylve** » et « **état de la ripisylve** », voir fiche de remplissage en *Annexe 2*).

2.6.2.2. Qualité physique de la masse d'eau

Les indices obtenus par segment ont été pondérés en fonction des linéaires concernés pour chaque segment afin d'obtenir des valeurs moyennes pour l'entièreté de la masse d'eau étudiée (MM30R). Ces résultats sont présentés au **Tableau 12** (méthode selon GUYON *et al.*, 2005).

On constate que, à l'exception du sous-indice relatif à l'hydraulicité, tous les sous-indices se situent dans la classe « qualité moyenne à médiocre ». Même si on retient pour chaque segment l'indice partiel du compartiment le plus pénalisé, on arrive à une qualité physique moyenne de 46%.

Il paraît étonnant que le sous-indice relatif à l'hydraulicité (pour rappel, celui-ci comprend la sinuosité, la perturbation du débit et les coupures transversales) soit de qualité assez bonne, vu le grand nombre d'obstacles présents⁴⁶ sur le linéaire étudié (voir **2.6.2.3** et **2.6.3.2**).

Tableau 12. Les indices moyennés pour la masse d'eau étudiée.

	MM30R
Indice global	57
Compartiment le plus pénalisé	46
Sous-indice le plus pénalisant	32
Lit majeur	59
Occupation	59
Annexes	58
Inondabilité	60
Berges	56
Structure	60
Végétation	42
Lit mineur	56
Hydraulique	63
Faciès	54
Substrat	51

⁴⁶ Notamment 1 obstacle jugé infranchissable, 6 jugés majeurs, 5 importants et 5 mineurs (FÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS DE PÊCHE VESDRE AMBLÈVE, 2004 ; WARNOTTE, 2005).

2.6.2.3. Discussion : les indices de qualité et leur représentation sur le terrain

L'optique de ce chapitre est de voir dans quelle mesure les indices de qualité physique (globaux, partiels et intermédiaires) obtenus avec QUALPHY reflètent la situation telle qu'on l'a perçue durant l'inventaire de terrain. Même si on peut considérer que cette approche comporte une part de subjectivité, on a estimé qu'il était intéressant de déterminer si les différentes perturbations d'origine anthropique, présentes à l'intérieur d'un segment, se traduisent d'une manière proportionnelle sur l'indice de qualité physique du compartiment⁴⁷ le plus touché de ce segment.

Pour alimenter cette discussion, nous avons regroupé les segments présentant des situations similaires. Évidemment, il n'était pas possible de discuter en détails des 24 segments inventoriés.

- **Segment 1A : transition entre T2 et T6bis**

Le segment 1A, de 1155m de long, s'étend de la confluence avec le Petit Bocq jusqu'à la vanne d'un ancien moulin au niveau de la Rue de Gémenne (à Gémenne).

Ce segment pourrait être considéré comme une phase de transition entre un *cours d'eau de moyenne montagne* (T2 de la typologie de l'Agence d'Eau Rhin-Meuse) et un *cours d'eau de collines argilo-limoneuses* (T6bis).



Photo 7. Vue typique du segment 1A (21/11/2005).

En fait, une visite de terrain de la masse d'eau amont, classée en T6bis, nous a montré que l'apparence du Bocq et de sa vallée ressemble fort à la situation retrouvée dans le segment 1A : écoulement constant et lent, fond du lit mineur vaseux, colmatage généralisé du fond du lit mineur, profondeur peu variée, lit majeur large et occupation du sol constituée principalement de prairies (voir *Photo 7*).

La possibilité que le segment 1A soit influencé par de l'érosion régressive provoquée dans le passé⁴⁸ par l'obstacle à l'écoulement qui se trouve en limite aval devrait être examinée plus en profondeur. Néanmoins, vu l'homogénéité du segment sur toute sa longueur et la grande ressemblance avec la masse d'eau aval, on suppose qu'il s'agit ici d'une situation de transition entre deux typologies, probablement marqué par l'effet historique d'un obstacle lié au moulin (Communication personnelle, Francis Guyon).

⁴⁷ C'est-à-dire, lit majeur, lit mineur et berges.

⁴⁸ Aujourd'hui, le moulin a disparu, tandis que la vanne est encore intacte, au moment de la visite de terrain, la plus grande partie du débit était détournée avant l'obstacle.

A titre indicatif, on a calculé ici les indices de qualité avec les facteurs de pondération du type T6⁴⁹ (pour les facteurs de pondération, voir *Annexe 3*), le *Tableau 13* compare les résultats pour les deux types :

Tableau 13. Les indices de qualité physique pour le segment 1A, d'une part avec les facteurs de pondération du type T2, d'autre part avec les facteurs de pondération du type T6bis.

Code segment	1A (T2)	1A (T6bis)
Indice global	56	66
Compartiment le plus pénalisé	42	46
Sous-indice le plus pénalisant	16	20
Lit majeur	90	95
Occupation	84	88
Annexes	100	100
Inondabilité	100	100
Berges	65	64
Structure	74	89
Végétation	36	38
Lit mineur	42	46
Hydraulique	84	61
Facies	16	20
Substrat	20	27

On constate que l'indice global est 10% plus élevée quand on la calcule sur la base de la pondération T6bis. Cela s'explique surtout par le fait que le poids relatif donné à la qualité du lit majeur est le double en T6bis par rapport au T2, tandis que le poids donné à la qualité du lit mineur est moins important en T6bis (40% de l'indice global pour T6bis et 55% pour T2). Quand on combine ce constat avec le fait que l'occupation du sol dans le lit majeur est naturelle (forêts et prairies) et la zone inondable n'est pas modifiée d'une part, et que le lit mineur est de moindre qualité physique d'autre part, on arrive à un tel résultat.

Quant aux berges, elles sont de qualité assez bonne, surtout grâce à la qualité de la structure, car l'importance de la ripisylve (à laquelle est donnée la moitié du poids dans la rubrique végétation des berges) est estimée à moins de 10% pour la rive droite et à 0% pour la rive gauche, où il n'y a que quelques arbres isolés.

La différence importante entre l'indice de qualité relatif à l'hydraulicité (84% par rapport à 61%) est surtout liée à la différence de poids attribuée à la sinuosité : pour le type T6(bis), dont l'état de référence est censé comporter des méandres tortueux, le facteur de pondération y attribué est égal à 16.8 ; par contre, pour le type T2, le facteur de pondération est égal à 1.8 (voir *Annexe 3*) ! Le coefficient de sinuosité est de 1.5, soit justement en dessous de la limite avec la classe suivante⁵⁰ et le score qui lui est attribué, est la moitié du score maximal.

Durant l'inventaire de terrain, on s'est aperçu que les limites entre les typologies ne sont effectivement jamais nettes. Un changement progressif d'apparence se marquait surtout au niveau du lit mineur, par la variabilité du lit mineur et par le substrat (nature et dépôt du fond). L'augmentation progressive de ces deux indices de qualité du segment 1A au

⁴⁹ Il faut appliquer les mêmes facteurs de pondération pour le type T6 et T6bis (*Annexe 3*).

⁵⁰ Les classes de sinuosité distinguées dans l'outil QUALPHY, sont : « 1 », « 1.1 », « 1.2 à 1.5 », « 1.6 à 1.9 », « 2 et plus ».

segment 2C illustre ce constat (*Tableau 11*). Plus concrètement, la situation observée a varié du segment 1A à 2C, comme suit :

	1A	—————▶	2C
Profondeur :	peu variée	—————▶	variée
Écoulement :	constant	—————▶	varié
Nature du fond :	vase	—————▶	mélange (galets, graviers et blocs)
Colmatage du fond :	généralisé	—————▶	localisé colmatant

▪ Segment 2C, 2E, 2G : *les captages*

Les formations des calcaires dinantiens en position synclinale dans les dépressions du Condroz sont fortement sollicitées pour l'adduction de l'eau.⁵¹ Il en va de même pour la vallée du Bocq et les vallées affluentes, où la CIBE⁵² exploite des captages de sources par galeries creusées à flanc de coteau, notamment à Spontin, Crupet et Durnal⁵³ (DELCAMBRE & PINGOT, à paraître ; MARION & BARCHY, à paraître ; site Internet de la CIBE).

Diverses précautions ont été prises en vue d'assurer aux eaux captées leur potabilité naturelle. Une des précautions indispensables afin d'éviter toute altération des ressources par des possibles contaminations diffuses à partir des eaux du Bocq, est l'installation des captages principaux en surplomb de la rivière. Les captages secondaires se situent dans le lit majeur, après que le lit mineur ait été détourné et ait été étanchéifié.

Par conséquent, les activités de captage ont entraîné des effets négatifs sur le Bocq. Là où le Bocq côtoie des zones de captage, son lit est détourné et rectifié, ou même canalisé et au moins une des rives est artificialisée. Au niveau de la zone de captage de Sainte-Catherine, le lit mineur est imperméabilisé sur toute sa longueur (DELTERNE 2004 ; Communication personnelle, Jean-Pierre Dujardin, CIBE, Secteur Namur).

D'amont en aval, les captages à Spontin sont situés dans trois zones, caractérisées par un degré croissant d'artificialisation du Bocq (2C→2E→2G), qui se traduit sur les indices de qualité (*Tableau 14*).

⁵¹ Il s'agit généralement des aquifères de fissures localement karstifiées. Ils sont profonds et très importants, et sont exploités intensivement par des sociétés de distribution d'eau, notamment par la Compagnie Intercommunale Bruxelloise des Eaux (CIBE) dans la vallée du Bocq (DELCAMBRE & PINGOT, à paraître ; MARION & BARCHY, à paraître).

⁵² Compagnie Intercommunale Bruxelloise des Eaux.

⁵³ Le débit journalier varie entre 15000 et 40000m³ par jour à Spontin et entre 9000 et 20000 m³ par jour à Crupet et Durnal réunis (DELTERNE, 2004).

Tableau 14. Les indices de qualité physique pour les segments où se situent les captages : zone de Reuleau (2C), zone de Senenne (2E) et zone Sainte-Catherine (2G).

Code segment	2C	2E	2G
Longueur segment (m)	826	763	579
Indice global	68	38	29
Compartiment le plus pénalisé	62	11	0
Sous-indice le plus pénalisant	44	10	0
Lit majeur	62	36	31
Occupation	58	35	45
Annexes	68	31	31
Inondabilité	68	21	21
Berges	65	11	0
Structure	71	10	0
Végétation	44	14	0
Lit mineur	71	54	41
Hydraulique	84	84	84
Facies	65	44	15
Substrat	62	30	18

La zone de Reuleau (Segment 2C, *Photo 8*) : se caractérise par des berges bloquées par deux murs imperméables d'environ 75m et de 185m de longueur sur la rive gauche (côté captages). La rive droite est restée naturelle.

La zone est intégrée dans un segment plus grand, comprend encore quelques zones des berges artificialisées de moindre importance, mais sans que l'empierrement devienne la situation dominante sur l'ensemble du segment. Le remblaiement dans le lit majeur est également moins important par rapport aux autres zones de captage. Ce qui explique pourquoi l'indice global est de qualité assez bonne.

La zone de Senenne (Segment 2E, *Photo 9*) : ici, le lit du Bocq a été détourné⁵⁴ et les deux berges bloquées sur toute la longueur du segment, majoritairement par un mur imperméable, localement par des gabions ou des enrochements à sec⁵⁵. La ripisylve présente en situation secondaire sur la rive droite est perchée. Ces facteurs expliquent l'indice de 11% pour la qualité physique des berges.

Le lit majeur est de « qualité mauvaise », principalement à cause du fait que les pelouses bien entretenues dans la zone de captage ne sont pas considérées comme étant des prairies, mais sont classées en « espaces verts, jardins », ce qui réduit la variété d'occupation naturelle des sols à zéro.

La zone de Sainte-Catherine (Segment 2G, *Photo 10*) : le lit du Bocq est détourné et les deux berges sont bloquées sur une longueur d'environ 580m par un mur imperméable. L'empierrement sur la totalité des berges et l'absence d'une ripisylve (perchée) réduit la qualité des berges à zéro.

Le fond du lit est imperméabilisé par du béton sur tout le trajet, ce qui diminue l'indice pour le lit mineur par rapport au segment 2E. Néanmoins, quant à l'indice de qualité du lit mineur pour ce segment, avec le fond du lit bétonné et une largeur du lit mineur qui est constante de

⁵⁴ Par rapport à la carte de Vandermaelen, éditée en 1853.

⁵⁵ Enrochement à sec : protection des berges constituée de grosses pierres de minimum 500kg qui sont disposées les unes sur les autres pour constituer un mur. Le terme « à sec » s'explique par l'absence du mortier (ou du béton) entre ces pierres (Communication personnelle, Jean-Pierre Dujardin, CIBE, Secteur Namur).

berge à berge, on estime que la classification en « qualité moyenne à médiocre » surestime la qualité du lit mineur. D'abord, il faut mentionner que la cote de 41% dépasse la limite de justesse. De plus, c'est surtout lié à l'indice élevé pour l'hydraulicité⁵⁶ (84%) qui aboutit à un indice global pour le lit mineur de 41%. En effet, le coefficient de sinuosité du segment 2G est de 1.3, étant donné la définition de sinuosité reprise en QUALPHY et le fait que ce segment comprend un virage de la vallée (et du cours d'eau). De plus, toutes les coupures transversales sont considérées comme franchissables et il n'y a pas de perturbation du débit.



Photo 8. La zone de Reuleau (18/11/2005).



Photo 9. La zone de Senenne (18/11/2005).



Photo 10. La zone de Sainte-Catherine (21/11/2005).

- **Segment 2F : piétinement important**

Le segment 2F (*Photos 11 & 12*) est un segment caractérisé principalement par un usage agricole intensif. A plusieurs endroits, la végétation de la prairie avait totalement disparu et la prairie n'était plus qu'une grande surface boueuse (fin novembre).

Ici, le paramètre « occupation des sols » peut faire l'objet d'une discussion. En fait, les prairies sont reprises dans la première classe, correspondant donc à la situation la moins déclassante. Cette situation regroupe tous les types d'occupation des sols dits « naturels » : « prairies, forêts, friches, bosquets, zones humides » (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000a).

⁵⁶ Qui englobe « coefficient de sinuosité », « perturbation du débit » et « coupures transversales ».

On peut difficilement accepter que toutes les prairies, indépendamment de l'intensité de leur exploitation, se trouvent dans la même catégorie que les forêts et les zones humides. Quant au segment 2F par exemple, on estime que les effets néfastes⁵⁷ pour le cours d'eau entraînés par l'occupation du sol sont comparables à ceux des cultures saisonnières.

De plus, il peut sembler contradictoire que l'occupation de sol des zones de captage (2E et 2G) soit considérée comme des « espaces verts/jardins » (au même niveau de perturbation que les cultures), tandis qu'une prairie intensive est considérée comme plus naturelle.

Donc, on a recalculé les indices avec « cultures » comme occupation du sol : l'indice pour l'occupation du sol devient alors égal à 32% (au lieu de 59%) ; pour le lit majeur, l'indice devient égal à 46% (au lieu de 63%). L'indice global ne change pas beaucoup, 57% au lieu de 59%, car le facteur de pondération attribué au lit majeur n'est que de 15%.



Photo 11. Piétinement avec clôture dans le lit mineur du Bocq (18/11/2005). **Photo 12.** Piétinement (18/11/2005).

▪ Segment 3C : *le pertuis*

Le segment 3C est un segment particulier, car il s'agit d'un pertuis sur toute la longueur du segment (314m). Le pertuis est rectangulaire avec une largeur de 3.55m (et une hauteur de 2.55m) (**Photo 13**) et se situe en dessous de la N944 (Rue de Spontin). Même si plusieurs suppositions⁵⁸ ont été nécessaires pour remplir la fiche, on a estimé qu'il serait intéressant à savoir comment cette partie du linéaire serait évaluée par QUALPHY.

Il est frappant que l'indice global atteint ici encore malgré tout 21%, et se situe par conséquent dans la classe « qualité mauvaise », surtout quand on compare cette valeur avec les résultats obtenus pour le segment 7E, dans le centre d'Yvoir, où la qualité physique globale est évaluée à 13% (« qualité très mauvaise »).

La différence entre ces deux segments se situe au niveau des paramètres du type « hydraulique » : le segment 7E comprend un barrage infranchissable et il y a une modification localisée du débit, tandis que le pertuis en soi est considéré comme un obstacle franchissable. Ceci est basé sur le fait que le comité d'accompagnement de l'inventaire des obstacles à la libre circulation des poissons a jugé en séance qu'il s'agirait d'un obstacle

⁵⁷ Telles qu'instabilité des berges, apports de sédiments aux cours d'eau,...

⁵⁸ Notamment au niveau du « dépôt sur le fond du lit » et de « l'écoulement ». Ici, on a toujours opté pour la situation la plus déclassante, dans l'optique où un pertuis est un cas particulier qui se situe le plus loin de l'état naturelle de référence (Communication personnelle, Francis Guyon).

« mineur », du fait que le pertuis a une grande largeur accompagnée d'une lame d'eau suffisante (FÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS DE PÊCHE VESDRE AMBLÈVE, 2004 ; WARNOTTE, 2005, Communication personnelle, Philippe Denoël).

Il reste que si un pertuis aussi long⁵⁹ ne comprend pas d'aires de repos à l'intérieur, il pourrait s'avérer être difficile à franchir pour certaines espèces au moins dans certaines conditions défavorables⁶⁰. Néanmoins, ce sujet n'a pas pu être abordé dans le cadre de ce stage et nécessite, par son caractère complexe, des études supplémentaires.



Photo 13. Photo prise en aval du pertuis (21/11/2005).

- **Segment 3D, 3E, 7C : les carrières**

Dans le passé, les activités d'extraction ont été nombreuses dans la vallée du Bocq et aujourd'hui encore plusieurs exploitations sont en activité qui ont pour objet de produire des granulats de calcaire et de grès, des pierres de taille en « *Petit granit du Bocq* », et des moellons de grès (DELCAMBRE & PINGOT, à paraître).

Dans la zone d'étude, il y a deux carrières qui sont encore exploitées et entraînent des perturbations au niveau de la qualité physique du Bocq.

D'abord, le plus en amont, entre Spontin et Chansin, est localisée la carrière de Chansin. Les activités d'exploitation ne se situant pas directement le long du cours d'eau, provoquent surtout des effets sur la qualité du lit majeur (57% pour les deux segments en question), par la présence de remblais. Par conséquent, la zone de carrière est même reprise dans des segments plus grands (notamment 3D et 3E) et n'interfère pas en soi sur le découpage en segments. La moindre qualité physique du segment 3E (57% pour l'indice global) est surtout

⁵⁹ Longueur reprise dans le rapport de l'inventaire des obstacles à la libre circulation (FÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS DE PÊCHE VESDRE AMBLÈVE, 2004), la longueur de 324m du segment vient du *Réseau hydrographique* (MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE, DIRECTION GÉNÉRALE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT, 2005).

⁶⁰ Les capacités de nage, et donc l'aptitude à franchir les obstacles sont fonction, de l'espèce et de la taille des individus et de la température (CROZE & LARINIER, 2001).

Quand l'épaisseur de la lame d'eau à l'intérieur du pertuis devient importante, la vitesse de l'eau dans le pertuis peut augmenter considérablement. Des facteurs déterminants la vitesse de l'eau à l'intérieur d'un pertuis sont la « section mouillée », la pente, l'épaisseur de la lame d'eau,... Quant à la pente, on n'a pas d'informations au sujet de la structure du pertuis, on sait uniquement que la différence de niveaux entre les plans d'eau amont et aval est de 2,5m (ce qui mènerait à une pente moyenne d'environ 8‰). Néanmoins, il s'agit ici de suppositions et d'une simplification potentiellement importante du fonctionnement hydraulique du pertuis, en l'absence d'un descriptif précis de ce dernier (DUPONT, 2004 ; FÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS DE PÊCHE VESDRE AMBLÈVE, 2004 ; Communication personnelle, Etienne Dupont & Philippe Denoël).

due au nombre de seuils artificiels et barrages présents au sein du segment, dont un barrage est jugé « infranchissable ».

Par contre, une situation tout à fait différente se pose au niveau de la carrière de Dapsens à Yvoir. Là, la présence de la carrière a mené à la délimitation d'un segment (7C) auquel est attribué un indice de qualité de 36% (« qualité mauvaise »). Le lit majeur est remblayé, les berges sont majoritairement bétonnées ou bloquées d'une autre manière ; par conséquent, la ripisylve est perchée, il y a un dépôt généralisé colmatant sur le fond à cause d'un apport anormal en sédiments (poussières),... (voir *Photos 14, 15 et 16*).



Photo 14. Carrière de Dapsens, berges bétonnées, ripisylve perchée (25/11/2005).



Photo 16. Carrière de Dapsens provoquant un apport en sédiments (25/11/2005).



Photo 15. Carrière de Dapsens (25/11/2005).

- **Segment 2H, 3A, 5A, 7B, 7E : les segments urbanisés**

Les segments urbanisés peuvent être classés en fonction de leur degré de perturbation en correspondance avec la densité de la population :

1. Le segment 5A correspond au village de Bauche et est de « qualité assez bonne » (61%). Parmi les 3 compartiments, le lit mineur est considéré comme de moindre qualité (57%).
2. Le segment 3A se situe dans le village de Spontin, en aval du Château de Spontin. La qualité physique est évaluée à 54% (« qualité moyenne à médiocre »). Ce sont surtout les berges (39%) qui sont atteintes par l'urbanisation, au niveau des jardins, celle-ci se marquant par un empiècement important, l'absence de ripisylve, cette dernière étant remplacée par des plantations urbaines.
3. Le segment 7B se situe à Yvoir (partie en amont de la carrière de Dapsens) et la qualité physique est évaluée à 54%. Le lit mineur a reçu l'indice le plus bas (51%) car il y a 3 barrages qui sont considérés comme infranchissables⁶¹ (*Photo 18*) qui provoquent une rétention de l'eau, une sédimentation importante (le dépôt sur le fond du lit est généralisé colmatant) et une faible variation de la profondeur du lit dans leurs zones amont respectives.
4. Le segment 2H se situe dans le village de Spontin, en amont du château et montre un indice global de 45%. Le lit majeur est visiblement le plus touché par l'urbanisation (21% ou « qualité mauvaise »), la majorité de celui-ci étant remblayée (*Photo 17*).
5. Le segment 7E correspond au centre-ville d'Yvoir et est, parmi tous les segments étudiés, le segment auquel la moindre qualité physique a été attribuée, soit 13% : remblaiement du lit majeur, berges bloquées, un barrage « *infranchissable* » (fiche de remplissage), écoulement constant et fond du lit très vaseux (embouchure dans la Meuse !),... (*Photo 19*).

⁶¹ Il s'agit de 3 obstacles jugés comme « importants » dans l'inventaire sur les obstacles à la libre circulation des poissons (FÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS DE PÊCHE VESDRE AMBLÈVE, 2004) et qui sont susceptibles de provoquer une chute d'eau de plus de 50cm en période de crues (définition reprise dans la notice d'utilisation de QUALPHY, AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000a).



Photo 17. Lit majeur remblayé dans le segment 2H (21/11/2005).



Photo 18. Obstacle « important » (n° 1455⁶²) dans le segment 7B (25/11/2005).



Photo 19. Le Bocq dans le centre d'Yvoir, segment 7E (25/11/2005).

▪ **Segment 7A & 2D : ayant la meilleure qualité physique de la zone d'étude**

Le segment 7A fait montre de l'indice de qualité globale le plus élevé parmi tous les segments inventoriés. Quand on regarde les compartiments séparément, c'est le segment 2D qui montre la meilleure qualité physique.

Le segment 7A est repris en zone Natura 2000 et la majorité du segment se caractérise par des berges naturelles, une largeur du lit mineur variable avec atterrissements et petites îles boisées, une ripisylve (**Photo 20**). Malgré cela, il y a une zone couvrant 15% du linéaire qui se marque par une voirie sur remblais et des berges bloquées sur la rive gauche (la qualité du lit majeur étant de 64%).

Le segment 2D est particulier, dans la mesure où les indices de qualité du lit mineur, du lit majeur et des berges sont tous égaux à 74%. Néanmoins, ce segment comprend une zone d'environ 15% du linéaire qui se marque par une rectification et un remblaiement sur la rive droite (« remblais » en situation secondaire pour la structure des berges), ce qui nous a

⁶² Numérotation dans l'*Inventaire des obstacles physiques à la libre circulation des poissons dans le réseau hydrographique wallon, Bassin du Bocq* (FÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS DE PÊCHE VESDRE AMBLÈVE, 2004).

menés à cocher « inondabilité diminuée de moins de 50% ».

Mais la plupart du segment se caractérise par une structure variée des berges : la majorité des berges est naturellement soutenue par la ripisylve (seul segment pour lequel l'état de la ripisylve est jugé « bon » , *Photo 21*), avec quelques zones d'érosion là où la cette dernière est moins dense. La sinuosité est très élevée, soit de 3.8, mais ceci est partiellement lié au virage pris par la vallée à cet endroit.



Photo 20. Segment 7A, atterrissements, petite île (25/10/2005).



Photo 21. Segment 2D et sa ripisylve (18/11/2005).

- **Segment 4A : en partie rectifié et canalisé**

Environ 55% du linéaire du segment 4A (ayant une longueur totale de 596m) a été rectifié et les berges ont été artificialisées sur cette longueur⁶³, soit par empierrement, soit par enrochement et gabions (*Photo 22*). Le lit majeur est étroit⁶⁴ et on a jugé que l'inondabilité est « diminuée de moins de 50% » à cause de la présence du chemin de fer sur remblais sur la rive droite, parallèle au lit mineur. La ripisylve est considérée comme majoritairement perchée⁶⁵ (*Photo 23*).

⁶³ Sur la rive droite, le chemin jouxtant le lit mineur et le chemin de fer sur remblais plus éloigné du lit, également parallèle au lit, expliquent l'artificialisation. Pour la rive gauche, on n'a pas remarqué de raison particulière qui expliquerait l'artificialisation de la berge.

⁶⁴ Ce critère géomorphologique étant à la base de la délimitation de ce segment (= résultat du découpage en tronçons, ici).

⁶⁵ La notice d'utilisation du modèle QUALPHY indique qu'une ripisylve perchée est inaccessible pour la faune aquatique. Dans le cas d'une berge érodée, ce terme dénomme la ripisylve localisée en haut de la berge, du fait de l'effondrement de la partie basse. Néanmoins, le terme est également repris dans la fiche de description pour les tronçons urbanisés (berges bétonnées, parties souterraines du cours d'eau) (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b).

L'**indice global** de la qualité physique du segment considéré est de **62%** ou « qualité assez bonne » et pour les **berges**, elle est de **40%** (« qualité mauvaise »). Pour la **structure** et la **végétation** de celles-ci, l'indice est respectivement de **37%** (« qualité mauvaise ») et de **49%** (« qualité moyenne à médiocre »).

Quant au choix fait pour caractériser la nature des berges, on a opté pour « enrochements ou remblais »⁶⁶ en situation dominante et pour « matériaux naturels » en situation secondaire.

Étant donné que la longueur de la partie rectifiée et artificialisée approche la longueur de la partie plus naturelle, on a refait le calcul des indices de qualité pour « matériaux naturels » en situation dominante et « enrochements ou remblais » en situation secondaire. L'**indice global** devenait **69%** (« qualité assez bonne ») et l'indice pour les **berges** **65%** (« qualité assez bonne ») et pour sa **structure** **70%** (« qualité assez bonne »).

La différence de 33% entre les deux indices de qualité pour la structure des berges, s'explique par le fait que le « nombre de matériaux naturels » - de 3 (blocs, racines et végétation) pour les 2 rives - est uniquement pris en compte lorsqu'ils sont dominants dans la nature des matériaux structurant les berges (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b).

Même si l'indice global reste dans la même classe de qualité⁶⁷, le choix fait ici a des répercussions importantes au niveau de l'évaluation de la qualité des berges. Ce choix n'est pas toujours évident quand le segment est « hétérogène » pour ce critère.



Photo 22. Partie rectifiée avec berges artificialisées (24/11/2005).



Photo 23. Détail de la berge empierrée sur la rive gauche avec la ripisylve perchée (24/11/2005).

Il aurait été intéressant de diviser le segment 4A en deux segments et examiner comment ils sont évalués à la suite de ce découpage. On a malheureusement pas eu le temps de faire cet exercice, mais les résultats obtenus sont facilement prévisibles.

Il faut remarquer que la délimitation des segments joue un rôle important dans ce cas-ci, de sorte qu'une répartition en segments plus homogènes de moindre longueur⁶⁸ mène à des indices de qualité plus divergents. On devrait examiner les répercussions au niveau biologique et écologique d'un changement de qualité physique du cours d'eau sur une courte distance. Il est par exemple difficile d'imaginer qu'une perturbation anthropique (de type

⁶⁶ L'empierrement n'est plus en bon état et a été colonisé par la végétation sur une partie des berges.

⁶⁷ Parce que le poids attribué aux berges pour la détermination de l'indice globale est de 30%.

⁶⁸ Ce qui aboutit inévitablement à plus de fiches de terrain, mais qui sont probablement plus faciles à remplir, étant donné que les situations rencontrées au sein d'un segment sont susceptibles d'être moins diversifiées.

remblais, berges artificialisées,...⁶⁹) présente sur quelques dizaines de mètres au sein d'un segment dit « *plus naturelle* » justifie la délimitation de 2 ou même 3 segments.

Il est à regretter que la notice accompagnant l'outil QUALPHY ne mentionne pas de contraintes au sujet de la longueur minimale des segments. Il appartient donc à chacun de juger dans son cas précis quelle distance minimale ne peut être dépassée et quelles situations justifient une exception⁷⁰. Selon nous, la largeur du lit mineur est un des facteurs déterminants à considérer pour faire ce choix.

- **Les segments contenant des obstacles à la libre circulation des poissons (2H, 3D, 3E, 3F, 7D, 7E) (Photos 24 & 25)**

La notice d'utilisation de la fiche de remplissage indique que *tout barrage*⁷¹ *situé en limite de 2 portions devra apparaître dans la fiche amont uniquement* (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b). Du fait que les obstacles majeurs et infranchissable à la libre circulation des poissons ont été retenus comme critère pour le découpage en segments, cette situation est arrivée plusieurs fois (voir 2.4.2.2).

Une remarque est à faire au sujet des barrages en limite de deux segments qui sont accompagnés par une perturbation du débit. Il s'agit, dans la majorité des cas, des bras d'alimentation d'un (ancien) moulin qui correspondent à une perturbation de débit localisée par la dérivation. Cette perturbation est généralement de faible amplitude, car le débit prélevé est rapidement restitué (GUYON *et al.*, 2003a ; Communication personnelle, Francis Guyon).

On constate que le double effet d'un tel barrage en limite de deux segments est réparti entre les deux segments successifs. C'est-à-dire que ses répercussions comme obstacle physique sont prises en compte dans le segment amont et la perturbation du débit par la dérivation vers le bief, est pris en compte dans le segment aval. Ceci a notamment été le cas entre les segments 3D et 3E d'une part, et 3F et 3G d'autre part. Étant donné que, pour le type T2, le facteur de pondération attribué à la perturbation du débit est élevé, soit 8.3% sur la totalité des descripteurs, et équivaut en outre au facteur de pondération attribué à l'effet de barrière physique du barrage, on pourrait dire que les indices de la qualité hydraulique ne mettent pas suffisamment en évidence (par des valeurs plus extrêmes) les conséquences d'un barrage en limite de deux segments.

On pourrait se poser la question de savoir si l'échelle d'analyse et d'évaluation utilisée dans le cadre de QUALPHY, notamment celle des segments, convient à évaluer les effets néfastes pour la libre circulation des poissons liés à la présence des barrages. Des études spécifiques à une échelle plus grande (celle des masses d'eau, des contextes piscicoles, voire au-delà) seraient probablement plus adaptées (voir 2.6.3.2). Citons ici l'*Inventaire des obstacles physiques à la libre circulation des poissons dans le réseau hydrographique wallon*, effectué par la FÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS DE PÊCHE VESDRE AMBLÈVE (2004), dans le cadre d'une convention avec la Région wallonne.

⁶⁹ Sauf les obstacles majeurs et infranchissables pour la libre circulation des poissons.

⁷⁰ Dans cette étude-ci, une exception a été faite pour le pertuis (segment 3C) et le segment 7A (voir description de ce segment).

⁷¹ « *Est considéré comme barrage tout ouvrage vertical de hauteur supérieure à 50cm* » (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b).



Photo 24. Obstacle « infranchissable » (n°1450) dans le segment 7E (Yvoir) (25/11/2005).



Photo 25. Obstacle « majeur » (n° 1456) dans le segment 3F, limite entre 3F et 3G (21/11/2005).

2.6.3. Confrontation avec les résultats obtenus avec la méthodologie d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau définies en Région wallonne

2.6.3.1. Méthodologie d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau définies en Région wallonne

GUYON *et al.* (2003a) proposent des ordres de grandeur du temps de travail nécessaire et du coût pour l'exécution des différentes étapes de la méthodologie QUALPHY. Ils estiment que 3,5 jours de prestation⁷² sont à prévoir par personne et pour 10km de cours d'eau. Cela correspond à 150 euros par km !

Étant donné les délais imposés par la Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE et la longueur totale des cours d'eau en Région wallonne⁷³, un « *protocole simplifié* » de QUALPHY a été élaboré qui permet une **évaluation globale de la qualité hydromorphologique des masses d'eau**. La méthodologie⁷⁴ est basée sur trois compartiments majeurs : le régime hydrologique, la continuité de la rivière et les conditions hydromorphologiques du lit mineur et des berges. La classification de l'état hydromorphologique d'une masse d'eau repose sur le principe du score d'indice de la masse d'eau le plus pénalisant des trois éléments. Cette classification est basée sur cinq classes de qualité définies dans la Directive Cadre sur l'Eau : 0-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80% et 80-100% (GUYON *et al.*, 2005).

2.6.3.2. Confrontation des indices

En bref, nous donnons ici un aperçu des critères d'évaluation utilisés dans le cadre du « *protocole simplifié* » de QUALPHY avant d'arriver à la comparaison des résultats pour la masse d'eau considérée (d'après GUYON *et al.*, 2005) :

- **L'élément « Hydrologie » :**
Cet élément vise à caractériser les pressions qui peuvent occasionner un impact significatif sur l'hydrologie des cours d'eau (comme les prises d'eau potabilisables et industrielles, les grands barrages,...). Il en résulte deux critères d'évaluation spécifiques :
 - La stabilité du cycle hydrologique (par rapport à une variabilité naturelle saisonnière du régime hydrologique) ;
 - Perturbation du débit d'étiage (maintien nécessaire d'un certain niveau d'eau pour la faune et la flore aquatique).

⁷² Temps nécessaire par personne et pour 10km de linéaire de cours d'eau (selon GUYON *et al.*, 2003a) :

- Collecte des données nécessaires et leur mise en forme informatique : 1,5 jour
- Validation sur le terrain de la sectorisation, identification de facteurs de perturbation, reportage photographique : 0,5 jour
- Inventaire de terrain : 1 jour
- Production des résultats, de leur mise en forme informatique et rédaction du rapport final : 0,5 jour.

⁷³ La longueur totale des cours d'eau en Région wallonne est estimée d'être plus de 18000km, dont plus de 14000km font l'objet de gestion publique (navigable, 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} catégorie) et 4020km sont non classés (Site de la Direction des Cours d'Eau Non Navigables). Même si QUALPHY s'applique surtout aux « moyens et grands cours d'eau » (GUYON *et al.*, 2003a), la longueur totale reste élevée (et les petits cours d'eau doivent aussi être qualifiés !).

⁷⁴ Mêmes grands principes que pour QUALPHY, notamment quant aux différents types de cours d'eau avec un système de pondération qui diffère selon le type.

▪ **L'élément « Morphologie du lit et des berges » :**

Cet élément comprend trois descripteurs :

- La chenalisation du lit mineur ;
- La nature des berges (degré d'artificialisation suite à des aménagements d'origine anthropique) ;
- La continuité de la ripisylve.

▪ **L'élément « Continuité » :**

Cet élément fait référence à la nécessaire continuité amont/aval pour les flux hydriques, pour les matériaux du lit et pour la faune (et la flore) aquatique. On examine :

- Les obstacles (barrages, seuils, pertuis, étangs barrages,...) : notamment ceux qui sont considérés comme « infranchissables » ou « majeurs » ;
- Le débit solide (dynamique naturelle des cours d'eau qui peut être perturbée par des barrages au fil de l'eau, barrages-réservoirs, dérivations d'eau, prélèvements en matériaux dans le lit vif ou dans le lit majeur,...).

Le **Tableau 15** représente les indices de qualité hydromorphologique de la masse d'eau aval du Bocq (MM30R) qui résulte du « *protocole simplifié* » de QUALPHY (GUYON *et al.*, 2005), tandis que le **Tableau 16** reprend les résultats obtenus dans le cadre du présent rapport.

Tableau 15. Les indices de qualité hydromorphologique comme déterminés par le « *protocole simplifié* » de QUALPHY, résultats repris de GUYON *et al.* (2005).

QUALPHY " <i>protocole simplifié</i> "	MM30R
Indice global	17.1
Indice hydrologie	100.0
Stabilité du cycle hydrologique	100.0
Perturbation du débit d'étiage	100.0
Indice morphologie	74.0
Chenalisation du lit mineur	73.2
Nature des berges	80.2
Continuité de la ripisylve	70.4
Indice continuité	17.1
Obstacles	3.0
Continuité du débit solide	49.9

Tableau 16. Les indices de qualité physique comme déterminés dans le cadre de ce travail.

QUALPHY	MM30R
Indice global	57
Compartiment le plus pénalisé	46
Sous-indice le plus pénalisant	32
Lit majeur	59
Occupation	59
Annexes	58
Inondabilité	60
Berges	56
Structure	60
Végétation	42
Lit mineur	56
Hydraulique	63
Facies	54
Substrat	51

D'abord, il faut mentionner que la comparaison des indices de qualité (globaux et sous-indices) doit être accompagnée de prudence, car ils ont des définitions différentes et résultent de méthodologies différentes. C'est surtout « l'indice morphologie » qui se laisse comparer avec les résultats obtenus par QUALPHY. Par contre, l'indice « hydrologie » n'est pas comparable, car les perturbations du régime hydrologique ne sont pas reprises en tant que telles dans l'outil QUALPHY.

Étant donné que la classification de l'état hydromorphologique d'une masse d'eau repose sur le principe du score d'indice de la masse d'eau le plus pénalisant des trois éléments (GUYON

et al., 2005), il faut comparer l'indice global de **17.1%** avec celui-ci obtenu par QUALPHY moyenné pour la masse d'eau en prenant en compte **le compartiment le plus pénalisé pour chaque segment**, donc égale à **46%**.

Avant d'entamer la comparaison plus poussée de ces valeurs assez divergentes, nous remarquons ici que, dans le cadre de la méthodologie d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau définies en Région wallonne, le seuil de 40% du résultat de l'indice global a été fixé pour désigner les masses d'eau comme « *fortement modifiées* ». Le « *protocole simplifié* » évalue la masse d'eau aval du Bocq donc comme étant fortement modifiée. En outre, elle a déjà fait l'objet d'une désignation provisoire comme masse d'eau fortement modifiée par l'Administration des Eaux de Surface⁷⁵ (GUYON et al., 2005).

Le fait d'être ou de ne pas être désigné comme « *masse d'eau fortement modifiée* », a des conséquences directes sur les objectifs de restauration de la qualité écologique de la masse d'eau pour la Région wallonne. En effet, la Directive Cadre sur l'Eau, à son Article 4, fait une nette différence entre « *parvenir à un bon état écologique* » et « *obtenir un bon potentiel écologique* »⁷⁶.

« *Hydraulique* » et « *Continuité* »

L'indice global de **17.1%** est lié à la présence de 7 obstacles majeurs ou infranchissable sur une longueur de linéaire d'environ 23km, soit un peu plus que 0.3 obstacle par kilomètre de linéaire en moyenne. Cette valeur dépasse le seuil fixé à 0.3⁷⁷ (GUYON et al., 2005) et est, par conséquent, jugée comme « *perturbation très importante* ».

Il faut remarquer que le fait d'enlever un seul obstacle mènerait à 0.26 obstacle par kilomètre ou « *perturbation importante* ». L'indice pour le critère « *obstacle* » deviendrait ainsi 18.2%⁷⁸ (au lieu de 3.0% repris dans le **Tableau 15**) et l'indice pour l'élément « *continuité* » serait 27.7%⁷⁹. L'indice global ne dépasserait donc pas 40% et la masse d'eau serait toujours considérée comme fortement modifiée.

Contrairement à cette situation, l'évaluation de la qualité physique de cette masse d'eau moyennant QUALPHY, mène à un indice moyen (basé sur l'indice du compartiment le plus pénalisé par segment) de **46%** et dépasse donc le seuil de 40%.

Le plus étonnant est le fait que le sous-indice de l'hydraulique⁸⁰, sur la base de laquelle elle a été évaluée comme « *fortement modifiée* » par le « *protocole simplifié* », soit de 63% et constitue ainsi le seul indice moyenné sur la masse d'eau qui corresponde à une « *qualité assez bonne* » !

⁷⁵ Cette désignation des *masses d'eau fortement modifiées* en Région wallonne se base sur trois critères : le pourcentage de berges artificialisées, le pourcentage de masse d'eau en zone urbanisée, le nombre d'obstacles infranchissables ou majeurs par kilomètre de cours d'eau (GUYON et al., 2005).

⁷⁶ Article 4 de la Directive Cadre sur l'Eau (PARLEMENT EUROPÉEN ET CONSEIL EUROPÉEN, 2000) :

(...)

ii) les États membres protègent, améliorent et restaurent toutes les masses d'eau de surface, sous réserve de l'application du point iii) en ce qui concerne les masses d'eau artificielles et fortement modifiées, afin **de parvenir à un bon état des eaux de surface** au plus tard quinze ans après la date d'entrée en vigueur de la présente directive (...);

iii) les États membres protègent et améliorent toutes les masses d'eau artificielles et fortement modifiées, en vue **d'obtenir un bon potentiel écologique** et un bon état chimique des eaux de surface au plus tard quinze ans après la date d'entrée en vigueur de la présente directive (...).

⁷⁷ Les limites des classes étant : « *condition de référence* » (nombre d'obstacles infranchissables ou majeurs par km <0.1), « *perturbation importante* » (entre 0.1 et 0.3 obstacles infranchissables ou majeurs par km) et « *perturbation très importante* » (plus que 0.3 obstacles infranchissables ou majeurs par km) (GUYON et al., 2005).

⁷⁸ Basé sur les facteurs de pondération pour les différents états de perturbation comme repris dans GUYON et al. (2005).

⁷⁹ Basé sur les pondérations des critères pour des cours d'eau d'énergie moyenne à forte caractérisés par une vallée en U (correspond avec type T2) (GUYON et al., 2005).

⁸⁰ Pour rappel, « *l'hydraulique* » en QUALPHY regroupe la sinuosité, la perturbation du débit et les coupures transversales (barrages et seuils artificiels et leur franchissabilité).

Plusieurs causes pourraient se trouver à la base de ceci :

- Dès qu'il y a un barrage au sein d'un segment, les barrages supplémentaires dans ce segment ne sont plus pris en considération, car l'outil QUALPHY permet uniquement le choix entre 0 et 1 barrage (contre une classification progressive pour les seuils : 0 seuil, 1 seuil, 2 seuils, 3 ou plus). Ceci a notamment été le cas pour le segment 7D, qui comprend 2 obstacles majeurs⁸¹.
Ici, on voit bien l'intérêt de la présence des obstacles à la libre circulation des poissons comme critère dans le découpage anthropique en segments.
- On reprend ici la remarque qui a déjà été faite au sujet de la répartition du double effet néfaste d'un obstacle (coupure transversale d'une part et perturbation du débit d'autre part) sur deux segments voisins, ce qui mène à des indices plus moyennés.
- Une autre remarque est intrinsèque à la méthode de détermination de la qualité moyenne de la masse d'eau, utilisée dans le cadre de notre travail, soit la pondération de tous les segments par leur longueur respective. Un obstacle repris dans un segment plus grand, influencera ainsi plus l'indice moyen de toute la masse d'eau qu'un obstacle repris dans un segment plus court. Cet aspect méthodologique demande plus d'attention et devrait être amélioré à l'avenir.

Nous estimons que l'effet de perturbation provoqué par les coupures transversales présentes dans le cours d'eau est sous-estimé dans l'évaluation de la qualité physique par QUALPHY effectuée ici. Par contre, la méthode décrite dans le rapport de GUYON *et al.* (2005), qui consiste en la division du nombre d'obstacles par la longueur totale du cours d'eau, évite les problèmes cités ci-dessus.

Néanmoins, on pourrait se demander si il ne faut pas également prendre en compte la répartition spatiale des obstacles le long du linéaire pour évaluer le degré de la perturbation provoqué sur les populations piscicoles présentes. Les éléments qui devraient faire l'objet d'une étude ciblée, sont par exemple : la localisation d'un obstacle par rapport à **l'ensemble de la masse d'eau (amont/aval ?)** et son rôle **comme barrière éventuelle entre les différentes zones indispensables pour la réalisation du cycle vital des populations des poissons (« contexte piscicole »)**. Il est bien possible que la présence d'un barrage rende par exemple impossible pour une population des poissons la remontée dans les affluents, potentiellement importants comme zones de reproduction (par exemple pour la truite).

Le nombre de barrages importe souvent moins que leur répartition dans l'espace, notamment par rapport à la localisation des différentes zones où les espèces passent les différentes phases de leur cycle vital.

Ainsi, les obstacles devraient être étudiés à l'échelle **d'un contexte piscicole**⁸², dont le découpage au niveau de la Région wallonne correspond assez bien au découpage en masses d'eau (certaines d'entre elles pourront être subdivisées en différents contextes, respectant l'unité fonctionnelle d'une population piscicole, PEREZ *et al.*, 2004).

Sur la base de cette analyse, étudier le linéaire par segment, principe de QUALPHY, ne nous semble pas une manière adéquate pour étudier les influences des obstacles à la libre circulation sur les populations piscicoles.

⁸¹ On considère seulement les obstacles majeurs et infranchissables, même si les obstacles importants ont parfois été considérés comme infranchissables selon la méthodologie proposée par QUALPHY (chute d'eau > 50cm en hautes eaux, AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b).

⁸² Le contexte piscicole est la partie du réseau hydrographique dans laquelle une population de poissons fonctionne de façon autonome, en y réalisant les différentes phases de son cycle vital. Trois types de contexte sont définis: les contextes salmonicole, intermédiaire et cyprinicole (PEREZ *et al.*, 2004).

« Végétation des berges » et « Continuité de la ripisylve »

Comme déjà expliqué avant, voir 2.6.2.1, le sous-indice de **42%** pour la végétation, obtenu avec QUALPHY, est lié au fait que la ripisylve, qui détermine majoritairement l'indice, est soit absente, soit considérée comme perchée, soit comme « ayant fait l'objet de trop de coupes » (absence $\geq 50\%$ du linéaire) (à l'exception du segment 2D dans lequel l'état de la ripisylve est considérée comme « bonne »). Parmi les 6 classes distinguées en QUALPHY pour évaluer l'importance de la ripisylve (notamment 100%, 80%, 50%, 20%, 10%, 0%), les classes 0, 10% et 20% sont les plus représentées.

Par contre, l'indice « continuité de la ripisylve », comme déterminé par GUYON *et al.* (2005)⁸³, est égal à **70.4%** (GUYON *et al.*, 2005).

La différence constatée pourrait être causée entre autres par la source de données utilisée pour évaluer l'importance de la ripisylve dans le « protocole simplifié » de QUALPHY, notamment les PPNC. Ceux-ci ne permettent pas d'estimer les diverses qualités de la ripisylve. De plus, on a pu constater lors de l'inventaire de terrain que la ripisylve fait l'objet de coupes fréquentes. Rappelons ici que les PPNC résultent des couvertures aériennes successives prises entre 1994 et 2001 (Portail cartographique de la Région wallonne).

« Lit mineur » et « Chenalisation du lit mineur »

Le critère « chenalisation du lit mineur » vise les changements majeurs du tracé en plan des cours d'eau en comparant le tracé actuel du cours d'eau avec le tracé à l'époque de Vandermaelen (1853 pour les planches couvrant la zone d'étude). Des travaux de rectification provoquent une homogénéisation de la morphologie, notamment au niveau de la sinuosité, du faciès d'écoulement et du substrat. L'indice obtenu pour le critère « chenalisation du lit mineur » peut donc être comparé au compartiment « lit mineur » évalué par QUALPHY, respectivement **73.2%** et **56%** (GUYON *et al.*, 2005).

Cette différence dans l'évaluation n'est pas simple à expliquer, entre autres parce que l'indice obtenu avec QUALPHY pour le lit mineur est basé sur divers descripteurs. L'utilisation des cartes de Vandermaelen est très simple et utile pour identifier les zones chenalisées durant les 150 dernières années et l'homogénéisation qui en a résulté. Par contre, des parties rectifiées de moindre longueur risquent de ne pas être remarquées dans l'évaluation de QUALPHY quand elles sont reprises dans des segments très grands.

« Structure des berges » et « Nature des berges »

La « nature des berges » est évaluée à **80.2%** par GUYON *et al.* (2005), tandis que nous avons obtenu **60%** pour le sous-indice « structure » des berges avec QUALPHY.

La différence constatée pourrait (entre autres) être provoquée par la manière dont les berges aménagées sont identifiées à partir des différentes sources cartographiques, plus particulièrement sur base des zones d'urbanisation sur les PPNC et la carte d'occupation des sols⁸⁴ et la proximité des voiries (GUYON *et al.*, 2005).

Lors de notre inventaire sur le Bocq, on a pu constater qu'il y a parfois des artificialisations des berges qui n'ont pas un lien direct avec l'occupation du sol. Ceci est notamment le cas pour les segments au niveau des captages d'eau, marquées par une artificialisation complète, mais désignées comme zones de « prairie permanente » et « bois et forêt de feuillus » sur la carte d'occupation du sol. Le sous-indice obtenu avec l'inventaire et QUALPHY pour la structure des berges pour ces segments est de 10% (segment 2E) et de

⁸³ Cette méthodologie distingue 4 classes : « ripisylve continue à subcontinue » (plus de 80% du linéaire total du segment), « discontinue » (entre 20 et 80% du linéaire), « absence ou très clairsemée » (moins de 20% du linéaire) et présence d'une ripisylve potentielle (qui n'existe pas encore ou est à l'état arbustif, pour plus de détails, voir GUYON *et al.*, 2005).

⁸⁴ Carte à l'échelle 1:50.000 qui représente la situation existante de 1989 (MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE, DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE, DU LOGEMENT ET DU PATRIMOINE, 1989).

0% (segment 2G).

Remarquons ici que cette comparaison est loin d'être exhaustive, mais ce serait un travail de très grande ampleur. A ce stade, on peut malgré tout souligner une évidence, soit que QUALPHY est, par sa phase d'inventaire de terrain et l'évaluation de la qualité physique par segment, plus précis que le « *protocole simplifié* » de QUALPHY. Une étude complémentaire spatiale des obstacles à la libre circulation qui dépasse l'échelle spatiale des segments pourrait, à notre avis, remédier en grande partie aux critiques émises dans notre étude.

3. Participation à la vie de l'association et rencontres

3.1. Participation à la 5^{ème} réunion de la Commission Technique d'Après Congrès (CTAC), samedi le 17 septembre, à la Maison wallonne de la pêche

Par la loi de 1954 sur la pêche fluviale, le monde halieutique wallon est structuré autour du fonds piscicole de Wallonie. Les unités actuelles de gestion de ce fonds sont les commissions provinciales piscicoles dans une de laquelle chaque fédération est représentée. La pêche est donc organisée sur la base d'une répartition purement géographique et administrative ne tenant pas compte des réalités hydrographiques régionales.

La Directive européenne sur la gestion de l'eau (DCE) fixant un cadre normatif pour une gestion intégrée de l'eau est entrée en vigueur en décembre 2000. Son originalité tient à l'obligation d'assurer une intégration géographique à l'échelle du bassin hydrographique. La DCE impose aussi la mise en oeuvre d'un plan de gestion intégré de l'eau, incluant l'ensemble des usages et des utilisateurs, dont les fédérations de pêcheurs. Compte tenu des impositions de cette Directive, les actes de gestion posés par les 26 fédérations de pêcheurs reconnues par le fonds piscicole de Wallonie devront être intégrés aux actes des autres partenaires de la gestion de l'eau et envisagés au niveau des 15 sous-bassins hydrographiques wallons définis par le Gouvernement wallon.

En octobre 2003, la maison wallonne de la pêche s'est vu confier par le Président du fonds piscicole de Wallonie, Monsieur DELBEUCK, par ailleurs Directeur général de la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGRNE), la mission de dresser l'état des lieux des structures associatives du milieu halieutique wallon et des adaptations nécessaires à ce niveau pour la mise en application de la DCE.

Dans ce contexte, un congrès des fédérations territoriales a été organisé le 16 octobre 2004 à Louvain-la-Neuve, directement suivi par la mise en place d'une commission technique chargée de finaliser la réforme avant la tenue d'un second congrès. A ce jour, cette commission s'est réunie à cinq reprises dont une fois durant mon stage, le 17 septembre 2005.

Lors de cette séance, les représentants des fédérations ont approuvé un rapport de synthèse faisant le point sur la réforme des structures. La confidentialité de ce rapport étant levée depuis le 17 décembre 2005, nous en résumons ci-dessous les principales avancées par rapport à la législation actuelle en vigueur.

En octobre 2004, les fédérations halieutiques wallonnes ont défini de manière univoque les territoires sur lesquels porte leur gestion. Dans ce cadre, elles ont favorisé leur intégration à l'intérieur des 15 sous-bassins hydrographiques définis en 2001 par le Gouvernement wallon.

En outre, les fédérations se sont engagées à réaliser une gestion concertée entre elles et avec les administrations et gestionnaires des cours d'eau à l'échelle du sous-bassin. À côté des sociétés de pêche et des fédérations déjà existantes, de nouvelles structures ont été

décidées pour les sous-bassins et les bassins. Des compétences particulières ont été définies pour toutes les structures, qu'elles soient anciennes ou nouvelles.

Parmi les compétences principales des nouvelles structures, on notera particulièrement l'élaboration et la mise en oeuvre des plans de gestion piscicole pour les structures de sous-bassin, mais aussi les plans de gestion de parcours de pêche pour les sociétés de pêche. Les structures de bassin auraient davantage comme mission d'assurer la concertation avec les autres régions belges et avec les pays étrangers, tous les bassins hydrographiques wallons faisant en fait partie de districts hydrographiques internationaux (Escaut, Meuse, Rhin et Seine).

La représentation des pêcheurs au Fonds piscicole de Wallonie et au Conseil Supérieur Wallon de la pêche s'adapterait également à la Directive cadre sur l'Eau puisque ce sont les structures de bassin et de sous-bassin qui y enverraient des délégués au lieu de représentants des Commissions Provinciales Piscicoles comme actuellement.

Outre l'intégration de la protection du milieu aquatique et de la gestion des ressources piscicoles dans les statuts des fédérations et des sociétés de pêche, mission d'intérêt public revendiquée par les pêcheurs, un autre pilier du projet de réforme est constitué par le principe d'obligation d'adhésion des pêcheurs aux sociétés de pêche, des sociétés aux fédérations, des fédérations aux structures de sous-bassin, des structures de sous-bassin aux structures de bassin et enfin des structures de bassin au Fonds piscicole de Wallonie. Ce principe devrait permettre d'assurer à l'ensemble du système la cohérence nécessaire à la gestion du continuum rivière, tout en favorisant l'émergence de projets collaboratifs entre les différents niveaux de pouvoir.

La réforme, actuellement en négociations avec l'administration wallonne, reste encore à financer, ce qui devrait nécessairement passer par un apport régional et un refinancement du permis de pêche qui n'a plus été indexé depuis 1989.

3.2. Principales rencontres

Plusieurs rencontres ont eu lieu dans le cadre de ce stage, principalement dans les administrations concernées (DGRNE) et dans les universités. Il s'agissait de la présentation du sujet de stage et de la demande d'autorisation pour pouvoir effectuer l'inventaire, des explications sur des projets de recherche actuellement en cours, la mise à la disposition des données,...

Le *Tableau 17* reprend les principales rencontres. Nombreux sont aussi les contacts téléphoniques et les courriels envoyés, qui ne sont pas repris ici.

Tableau. 17 Calendrier des rencontres, les personnes concernées, l'institution où elles travaillent et le sujet principal du rendez-vous.

Date	Personne(s) rencontrée(s)	Institution	Sujet
31-aug	Francis Guyon	ULg - Campus Arlon	Généralités stage, QUALPHY
12-sep	Pierre Gérard	Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois	Généralités stage
17-sep	Commission technique (Fédérations)	Maison wallonne de la pêche	Réforme monde halieutique wallon, Directive Cadre d'Eau
20-sep	Didier de Thysebaert, Pierre-Nicolas Libert, Patrice Orban, Benoît De Bast	DGRNE, Division de l'Eau, Direction des Cours d'Eau Non Navigables/Direction des Eaux de Surface	Présentation du projet, demande d'autorisation
22-sep	Didier de Thysebaert	DGRNE, Division de l'eau, Direction des Cours d'Eau Non Navigables	Mise à la disposition des données
6-okt	Louis-Michel Petiau, Bernard de le Court	DGRNE, Division de l'Eau, Direction des Cours d'Eau Non Navigables, District de Namur	Présentation du projet, demande d'autorisation
12-okt	Julien Radoux	UCL	Découpage des segments, ArcView
13-okt	Bernard de le Court	DGRNE, Division de l'Eau, Direction des Cours d'Eau Non Navigables, District de Namur	Mise à la disposition des données
14-okt	Jean-Louis Pingot	UCL	Nouvelle carte géologique (planche Bioul-Yvoir)
20-okt	Jean-Marc Marion	ULg - Campus Liège	Nouvelle carte géologique (planche Natoye-Ciney)
21-okt	Didier Deglin	DGRNE, Division de l'Eau, Direction des Cours d'Eau Non Navigables	Cartographie des zones inondées
25-okt	Didier Deglin	DGRNE, Division de l'Eau, Direction des Cours d'Eau Non Navigables	Cartographie des zones inondées
10-nov	Francis Guyon	ULg - Campus Arlon	Discussion méthodologie, Visite de terrain
22-nov	Francis Guyon	ULg - Campus Arlon	Discussion méthodologie
1-dec	Sébastien Den Doncker	DGRNE, Division de l'Eau, Direction des Eaux de Surface	Cartographie des dégradations aux cours d'eau, Contrat de Rivière

3.3. Mise à disposition des données cartographiques

L'étude préliminaire a nécessité plusieurs données cartographiques, pour lesquelles des demandes ont été introduites dans différentes administrations et institutions. Le **Tableau 18** regroupe pour chaque couche cartographique la personne contactée avec ses coordonnées.

Tableau 18. Les personnes de contact et leurs coordonnées pour la demande des données cartographiques. (*): La couche pédologique a été demandée, mais n'a finalement pas été utilisée pour le découpage des tronçons.

Donnée	Personne de contact	Fonction	Organisation	Téléphone	Courriel	Adresse
Atlas des cours d'eau	Louis-Michel Petiau	Chef de district	DGRNE, Division de l'Eau, Direction des Cours d'Eau Non Navigables, District de Namur	081/24.34.66	LM.Petiau@mrw.wallonie.be	Rue Nanon, 98, 5000 Namur
	Didier de Thysebaert	Attaché	DGRNE, Division de l'Eau, Direction des Cours d'Eau Non Navigables	081/33.63.18	d.dethysebaert@mrw.wallonie.be	Avenue Prince de Liège, 15, 5100 Jambes
Carte géologique de Wallonie	Jean-Louis Pingot (carte Bioul-Yvoir)	Chercheur	Université catholique de Louvain	010/47.28.96	pingot@geol.ucl.ac.be	Place Louis Pasteur, 3, 1348 Louvain-la-Neuve
	Jean-Marc Marion (carte Natoye-Ciney)	Chercheur	Université de Liège	04/366.58.11	jmmarion@ulg.ac.be	Allée du 6 Août, Bât. B 18, Parking 40, 4000 Liège
Cartographie des zones inondées historiques des cours d'eau du sous-bassin hydrographique Meuse amont et Oise	Didier Deglin	Attaché	DGRNE, Division de l'Eau, Direction des Cours d'Eau Non Navigables	081/33.65.24	D.Deglin@mrw.wallonie.be	Avenue Prince de Liège, 15, 5100 Jambes
	Isabelle Dauvin	Attachée	MET, Direction Générale des Voies Hydrauliques	081/77.30.28	idauvin@met.wallonie.be	Boulevard du Nord, 8, 5000 Namur
Territoires écologiques de la Wallonie	Etienne Gérard	Directeur	DGRNE, Division de la Nature et des Forêts, Direction des Ressources Forestières	081/33.58.30	e.gerard@mrw.wallonie.be	Avenue Prince de Liège 15, 5100 Jambes
Géologie du quaternaire, lithologie des terrains superficiels	Jean Germain	Directeur	Bibliothèque Générale et de Sciences Humaines, Université catholique de Louvain	010/47.48.59	germain@bgsh.ucl.ac.be	Place Cardinal Mercier, 31, 1348 Louvain-la-Neuve
Carte d'occupation du sol de la Région wallonne	Bernard Collignon	Attaché	DGATLP, Division de l'Observatoire de l'Habitat, Direction de l'Observatoire de l'Habitat et de la Géomatique	081/33.21.18	b.collignon@mrw.wallonie.be	Rue des Brigades d'Irlande, 1, 5100 Jambes
Carte pédologique (*)	Abdel Ilah Mokadem	Attaché	DGA, Division de la Gestion de l'Espace Rural, Direction de l'Espace Rural	081/33.26.55	ai.mokadem@mrw.wallonie.be	Chaussée de Louvain, 14, 5000 Namur
PPNC	François Leruth	Attaché	Direction Générale des Pouvoirs Locaux, Division des Infrastructures routières subsidiées, Direction du Contrôle et des Etudes	081/32.32.61	f.leruth@mrw.wallonie.be	Rue Van Opré, 91-95, 5100, Jambes
Réseau hydrographique	Michelle Duchêne	Assistante	DGRNE, Direction de la Coordination Informatique	081/33.60.05	m.duchene@mrw.wallonie.be	Avenue Prince de Liège, 15, 5100 Jambes
Ordre de Strahler	Pierre-Nicolas Libert	Attaché	DGRNE, Division de l'Eau, Direction des Eaux de Surface	081/33.63.63	pn.libert@mrw.wallonie.be	Avenue Prince de Liège, 15, 5100 Jambes
Ouvrages d'art du Bocq	Benoît De Bast	Attaché	DGRNE, Division de l'Eau, Direction des Cours d'Eau Non Navigables	081/33.63.17	B.Debast@mrw.wallonie.be	Avenue Prince de Liège, 15, 5100 Jambes
Couche « Moulins »						
Obstacles à la libre circulation des poissons dans le réseau hydrographique wallon						
Modèle numérique de terrain du lit majeur	Marina Thunus	Attachée	MET, Direction Générale des Voies Hydrauliques, Division des Etudes et des Programmes, Direction des Études Hydrologiques et des Statistiques	081/77.30.11	mthunus@met.wallonie.be	Boulevard du Nord, 8, 5000 Namur
Modèle numérique de terrain (DTM-1:10 000)	Simon Gysemberg		Institut Géographique National	02/629.82.89	sgy@ngi.be	Abbaye de la Cambre, 13, 1000 Bruxelles

4. Analyse des acquis du stage

En dehors de quelques jobs d'étudiant, le stage effectué à la Maison wallonne de la pêche (MPW) a été pour moi « *ma première immersion* » dans le monde de travail.

J'ai fait connaissance avec une ASBL qui regroupe et représente l'ensemble des 26 fédérations halieutiques de Wallonie reconnues officiellement. Lors de la réunion technique à laquelle j'ai assisté, je me suis rendu compte de son rôle comme organe de concertation entre les différentes fédérations. En outre, j'ai bien perçu le rôle de la MPW dans la représentation des intérêts des pêcheurs au niveau régional, comme étant « *l'intermédiaire* » entre les fédérations de pêche et l'administration.

En particulier, je me suis rendu compte des implications importantes de la Directive Cadre sur l'Eau, considérée déjà d'une *manière théorique* lors des cours suivis dans le cadre du DES, sur le monde halieutique en Wallonie.

De plus, avec l'évaluation de la qualité du milieu physique que j'ai pu effectuer sur une masse d'eau, je me suis également rendu compte de ses répercussions sur la gestion des cours d'eau.

J'ai fait la connaissance du monde halieutique en Wallonie et des gestionnaires des cours d'eau. Je me suis aperçu que les administrations, les asbl, les instituts de recherche et les utilisateurs qui s'intéressent aux cours d'eau sont nombreux.

Au fur à mesure que le stage se déroulait, j'ai trouvé mon chemin dans ce monde des gestionnaires des cours d'eau et mes contacts avec l'administration se sont développés.

Sur le plan personnel, étant pourtant au début du stage assez terrorisée à l'idée de devoir engager des conversations téléphoniques en français au « niveau personnel », j'ai réussi à franchir ce cap vraiment utile car quelques coups de téléphone s'avèrent souvent la manière la plus efficace pour obtenir des informations.

Surtout au début du stage, avec l'acquisition des données indispensables pour l'étude préliminaire, une grande partie de mon temps a été consacrée à des requêtes aux administrations/institutions et en particulier aux personnes de contact qui pouvaient m'aider. L'établissement des contacts et le remplissage des conventions relatives à la mise à disposition des données ont constitué des phases nécessaires qui ont exigé une grande partie de mon temps. Dans ce cadre là, j'espère que le *Tableau guide (Tableau 18)*, dont je suis particulièrement fière, pourra être utile à d'autres personnes.

Évidemment, j'ai appris beaucoup de choses sur le fonctionnement des cours d'eau, la détermination de la qualité de son milieu physique, sur la méthode d'évaluation QUALPHY,... L'inventaire de terrain a été également très enrichissant. Il était notamment intéressant d'apprendre comment juger des perturbations anthropiques en fonction de leur impact sur la qualité physique du milieu aquatique.

Il a été enrichissant d'acquérir certains concepts à la base des critères géomorphologiques et anthropiques dans l'étude préliminaire et en particulier de les quantifier d'une manière objective et scientifique selon les méthodes existantes et avec les moyens disponibles (données cartographiques, connaissance d'ArcView/Info et surtout le temps !). La réalisation de l'étude préliminaire a exigé des méthodes souvent très spécifiques et leur traduction en manipulations réalisables en ArcView/Info n'a pas toujours été facile pour une débutante en la matière...

J'ai dû chercher les solutions les plus efficaces pour résoudre les problèmes qui se sont posés et, en même temps, j'ai dû accepter d'adapter nos objectifs (trop !) ambitieux de départ. Chaque jour, je me suis rendu compte que trois mois pour effectuer un tel stage sont trop courts et... écrire un rapport en français en moins que trois semaines, c'est la première fois de ma vie que cela m'arrive ! Je saurai à l'avenir certainement mieux gérer le stress...

5. Suggestions à l'institution d'accueil

Le diagnostic de « *l'habitat poisson* » représente une étape indispensable dans l'élaboration des plans de gestion piscicole. Les populations de poissons présentes dans un cours d'eau dépendent, outre des caractéristiques physico-chimiques, des caractéristiques physiques des cours d'eau (PEREZ *et al.*, 2004).

Les caractéristiques physiques naturelles d'un cours d'eau sont souvent dans une certaine mesure influencées par des perturbations d'origine anthropique avec des répercussions parfois très importantes sur les populations de poissons. Dans cette optique, l'évaluation de la qualité physique du cours d'eau par QUALPHY pourrait constituer une base pour l'élaboration des **plans de gestion piscicole**, en synergie avec d'autres études déjà effectuées ou encore à faire.

Les études complémentaires visées, permettront d'une part de compléter l'évaluation de la qualité physique de l'habitat poisson, notamment par des informations sur la qualité physico-chimique et biologique, et d'autre part, d'approfondir et de cibler l'évaluation de la qualité physique, de sorte que les perturbations ayant une influence significative, soient localisées dans l'espace. Ici, il faut mentionner la cartographie des dégradations au cours d'eau qui est le résultat d'un inventaire effectué en 2003 par le Contrat de Rivière Haute-Meuse⁸⁵. Cet inventaire vise à identifier les « *points noirs* » et sera, après détermination, vérification et approbation des « *points noirs prioritaires définitifs* », un outil de gestion extrêmement utile (DEN DONCKER, 2004 ; Communication personnelle, Sébastien Den Doncker).

Ceci dit, mes suggestions à la Maison wallonne de la pêche (MPW) vont dans le sens d'établir, en coopération avec d'autres partenaires, par exemple le Contrat de Rivière Haute-Meuse et les futures structures halieutiques de sous-bassin prévues dans le projet de réforme, un **plan de gestion piscicole** pour les contextes piscicoles présents dans le bassin versant du Bocq.

Dans un premier temps, il pourrait s'agir d'effectuer l'inventaire QUALPHY sur tout le bassin versant du Bocq, donc également sur la masse d'eau amont (MM28R, avec le Petit Bocq comme affluent principal) et la masse d'eau du Crupet (MM29R).

Le découpage en segments sur la base des critères hydromorphologiques et des pressions anthropiques et l'évaluation de la qualité physique (par segment), constitueront une base pour la délimitation des contextes piscicoles à l'intérieur du bassin versant du Bocq.

Mais plus important encore pourrait être le rôle de la MPW dans la **traduction des résultats** obtenus par les différentes méthodes d'évaluation de la qualité physique, et plus largement, de la qualité biologique et physico-chimique, **en fonction de la perturbation et des répercussions néfastes directes vis-à-vis des populations piscicoles présentes**.

Dans cette optique, la MPW pourrait par exemple s'engager à identifier parmi les points noirs prioritaires, inventoriés par le Contrat de Rivière Haute-Meuse, tout ceux qui ont des répercussions importantes sur les populations piscicoles et ceux auxquels il faudrait remédier prioritairement.

La traduction de cette liste en propositions concrètes d'aménagements nécessitera encore une étude poussée afin d'analyser les contraintes techniques, foncières et économiques ainsi que les répercussions de chaque aménagement sur le milieu aquatique et ses utilisateurs (levée d'un obstacle, suppression de dégradation sur le cours d'eau et ses abords).

⁸⁵ CONTRAT DE RIVIÈRE HAUTE-MEUSE & DEN DONCKER, 2004.

De façon analogue, la MPW devrait pouvoir se consacrer à **l'établissement d'une liste des obstacles à la libre circulation des poissons prioritairement à enlever** sur la base de l'inventaire effectué par la Fédération des Sociétés de Pêche Vesdre Amblève. Il pourrait s'agir ici d'une étude spatiale qui combine la répartition des obstacles présents dans un contexte piscicole avec la répartition des différentes zones du cycle vital des populations.

Vu l'importance des obstacles sur le linéaire du Bocq, ceci serait une bonne démarche à entreprendre en concertation avec des instituts de recherche actifs dans ce domaine en Belgique voire à l'étranger.

6. Conclusions

L'indice global de la masse d'eau aval du Bocq obtenu avec QUALPHY est 57% (« qualité moyenne à médiocre »). L'indice basé sur le compartiment le plus pénalisé est de 46% (« qualité moyenne à médiocre »). Ce dernier prend pour chaque segment l'indice du compartiment (lit mineur, berges, lit majeur) le plus pénalisé, celui-ci moyenné ensuite sur la masse d'eau en fonction de la longueur du linéaire de ces segments.

La confrontation de ces indices de qualité moyennés à l'échelle de la masse d'eau avec ceux obtenus par « *la méthodologie d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau définies en Région wallonne* » (« *protocole simplifié* » de QUALPHY) (GUYON *et al.*, 2005), a fait apparaître une discordance entre les résultats obtenus par les différentes méthodes.

Au lieu d'être jugé avec QUALPHY comme ayant une qualité moyenne à médiocre, la méthode simplifiée a abouti à un indice de qualité hydromorphologique de 17.1% correspondant à une « qualité très mauvaise ». Cette pénalisation est causée par le nombre d'obstacles infranchissable et majeurs présents sur le linéaire du Bocq dans la masse d'eau considérée.

Même s'il s'agit ici de deux méthodologies aux objectifs spécifiques dont les résultats ne sont pas facilement comparables de manière simple et univoque, on peut malgré tout douter, sur la base de la confrontation des résultats des deux méthodes, de l'aptitude de l'outil QUALPHY pour l'évaluation des perturbations provoquées par la présence d'obstacles à la libre circulation des poissons.

En particulier, on remarquera ici que le sous-indice obtenu avec QUALPHY relatif à « l'hydraulique », qui intègre les coupures transversales, la sinuosité et la perturbation du débit, est estimé à 63%, ce qui le classe en catégorie « qualité assez bonne ». Ce classement ne nous paraît pas refléter correctement l'influence des obstacles à la libre circulation des poissons sur les populations piscicoles de cette masse d'eau du Bocq, notamment à cause du fait qu'il ne tient pas en compte la localisation des obstacles infranchissable ou majeurs sur le cours d'eau. Or, le nombre de barrages importe probablement souvent moins que leur répartition dans l'espace, notamment par rapport à la localisation des différentes zones où les espèces séjournent pour accomplir les différentes phases de leur cycle vital. Par conséquent, l'échelle des segments, « *l'unité de base* » de QUALPHY, ne semble pas une manière adéquate d'étudier l'influence des obstacles à la libre circulation sur les populations piscicoles. Dans ce cadre, une étude ciblée sur la répartition spatiale des obstacles à l'échelle du contexte piscicole paraît à l'avenir incontournable. Cette étude devrait déboucher sur une nouvelle manière de prendre en compte les obstacles avec QUALPHY.

Globalement, l'évaluation de la qualité physique avec QUALPHY nous semble performante et plus précise qu'avec le protocole « *simplifié* » de QUALPHY, étant donné que les indices de qualité physique obtenus par segment permettent de mettre en évidence des zones de perturbations et des zones proches de l'état naturel (et les états de transition entre eux), ainsi que les compartiments les plus touchés. En effet, ce sont surtout les indices partiels et les sous-indices obtenus pour chaque segment qui conduisent à identifier les segments affectés par les diverses perturbations anthropiques. Néanmoins, il est incontestable que le protocole « *simplifié* » de QUALPHY permet une évaluation beaucoup plus rapide de la qualité hydromorphologique à l'échelle de la masse d'eau, l'évaluation sur le terrain n'étant pas nécessaire.

On a pu constater un certain degré de subjectivité dans l'estimation des paramètres sur le

terrain⁸⁶ et la longueur des segments peut influencer les indices obtenus. Néanmoins, quelques spécifications sur la définition de certains termes et sur leur estimation sur le terrain, combiné à une étude préliminaire pertinente, résoudre la plupart des difficultés.

Malgré le fait qu'on n'ait pas eu assez de temps dans ce travail d'examiner dans quelle mesure les résultats de l'évaluation de la qualité physique peuvent constituer une base pour faire des propositions d'amélioration des habitats, on peut malgré tout d'emblée dire que les indices obtenus sont des moyennes par segment, dont la longueur ne peut dépasser 10km, valeur maximale proposée par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse. Même si la longueur minimale n'est pas explicitement fixée dans la notice d'utilisation de QUALPHY, la longueur moyenne proposée pour les segments (3km), indique déjà que QUALPHY ne s'applique pas à une échelle trop petite.

Par conséquent, les indices de qualité ne peuvent pas directement être traduits en propositions de gestion bien localisées dans l'espace. Cependant, ils constituent malgré tout un premier diagnostic pour la dégradation physique du milieu aquatique.

Ainsi, l'outil QUALPHY peut, combiné à des études de la qualité physico-chimique et biologique de ces cours d'eau, préparer, encadrer et orienter des recherches plus détaillées, par exemple la cartographie détaillée des dégradations aux cours d'eau effectuée par le Contrat de Rivière Haute-Meuse.

En outre, comme l'indiquent GUYON *et al.* (2003a), l'outil QUALPHY permet, par son caractère facilement reproductible, de suivre l'évolution d'un milieu dans le temps et d'apprécier ainsi l'effet des actions de restauration effectuées. Une perspective sans aucun doute intéressante pour les gestionnaires des cours d'eau de la Région wallonne et pour les acteurs de la gestion piscicole que sont les pêcheurs.

⁸⁶ Par exemple, au sujet de l'importance de la ripisylve.

7. Bibliographie

▪ Rapports, livres et articles

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000a, *Fiche de description du milieu physique*, 8p.

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000b, *Notice d'utilisation de la fiche « description du milieu physique »*, 38p.

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2002, *Evaluation de la qualité physique du Rabodeau, de l'Albe, du Brénon et du Mouzon – Campagne 2001-2002, Phase de découpage en tronçons homogènes*, 49p. + Annexes.

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & ATELIER D'ÉCOLOGIE RURALE ET URBAINE, 1997, *Typologie des cours d'eau, Compléments et consolidation*, 27p. + Annexes.

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & LA DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE CHAMPAGNE-ARDENNE, 2000, *Qualité du milieu physique de la Largue, Campagne 1998-1999*, Moulins-les-Metz, 20p.

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE & LA DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE CHAMPAGNE-ARDENNE, 2004, *Qualité du milieu physique, La Semoy, Campagne 2001*, Moulins-les-Metz, 29p.

CENTRE DE RECHERCHE DE LA NATURE, DES FORÊTS ET DU BOIS, 1995, 1996, 1997, *Résultats des pêches électriques effectuées dans le Bocq*, Convention Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois - Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement.

COGELS X., MOY J. & GUYON F., 2004, *Caractérisation du milieu physique des cours d'eau*, Rapport final, Novembre 2000 - Octobre 2004, PIRENE, Département en Sciences et Gestion de l'Environnement, Unité Environnement-Eau, Arlon, 114p.

COHEN P., 1998, *Régionalisation de l'habitat physique du poisson. Approche multi-scalaire et application au bassin de la Loire, France*, Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon I, 266p.

CROZE O. & LARINIER M., 2001, *Bassin Rhône Méditerranée Corse, Guide Technique n°4, Libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivière*, Convention Conseil Supérieur de la Pêche - Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, 51p.

DELTERNE M.E., 2004, *La CIBE, multi-spécialiste de l'eau, Production d'eau potable, Distribution d'eau potable, Assainissement des eaux usées*, Compagnie Intercommunale Bruxelloise des Eaux, Aquanews, n° 140, numéro spécial juillet/août, pp. 11-12.

DEN DONCKER S., 2004, *Guide méthodologique des inventaires des contrats de rivière*, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Direction des Eaux de Surface, 17p.

DENOËL P., 2002, *Rétablir la libre circulation des poissons : on y travaille !*, Le Pêcheur Belge, Juillet-Août, pp. 36-38.

- DIERICKX P., 2005, *Utilisation des techniques sonar et laser dans le cadre de la connaissance des zones d'inondations*, Ministère de l'Équipement et des Transports, 7p.
- DUCHATEAU S. & MACORS R., 2004, *Aide à la cartographie des zones inondées historiques des cours d'eau du sous-bassin hydrographique Meuse amont et Oise*, Rapport final à l'attention du Comité d'accompagnement, Convention Région wallonne - Contrat de Rivière Haute Meuse, 40p.
- DUCHATELET J., 2001, *Évaluation de la qualité physique des cours d'eau : application au bassin de la Dyle*, Mémoire de fin d'études en Sciences biologiques, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur, 100p.
- DUPONT E., 1998, *Entretenir les cours d'eau et l'habitat des poissons*, Guide pratique, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Direction des Cours d'Eau Non Navigables, Division de l'Eau, 136p.
- DUPONT E., 2004, *Trout road crossing in Belgium*, V International Symposium on Ecohydraulics, Madrid, 7p.
- GOESSENS E., 2004, L'histoire géologique du Condroz et les pierres de construction de Spontin, pp. 279-295, In : GERMAIN J. & GENETTE L., 2004, *Spontin d'eau et de pierre, Tome 1, Un village millénaire au centre de la Wallonie*, Communications Full Grafic Service, Louvain-la-Neuve, 447p.
- GUYON F., COGELS X. & VANDERBORGHT P., 2003a, *Application d'un outil d'évaluation de la qualité physique des cours d'eau en Région wallonne – Modèle QUALPHY, Validation de la méthode dans le bassin de la Semois*, Rapport Final, Fondation Universitaire Luxembourgeoise et Direction des Cours d'Eau Non Navigables, Arlon, 141p.
- GUYON F., COGELS X. & VANDERBORGHT P., 2003b, *Évaluation de la qualité physique de la Meuse et de la Semois navigable, Application de l'outil QUALPHY, Document 1 : La Meuse*, Draft du rapport final, Novembre 2003, Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Arlon, 39p.
- GUYON F., COGELS X. & VANDERBORGHT P., 2003c, *Évaluation de la qualité physique de la Meuse et de la Semois navigable, Application de l'outil QUALPHY, Document 2 : La Semois navigable*, Draft du rapport final, Novembre 2003, Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Arlon, 28p.
- GUYON F., MOY J., COGELS X. & VANDERBORGHT P., 2005, *Évaluation globale de la qualité hydromorphologique des masses d'eau définies en Région wallonne – Adaptation de la méthodologie QUALPHY et mise au point d'un système d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau de surface en Région wallonne*, Convention Etude Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement/Observatoire des Eaux de Surface - Aquapôle/ULg Campus d'Arlon, Rapport final, 68p. + Annexes.
- JANDRAIN J.F., 2000, *Application au Bassin du Bocq de la modernisation de l'atlas des cours d'eau non navigables via l'outil informatique*, Travail de fin d'études, Convention Etude Haute Ecole de la Province de Namur, Saint Quentin, Institut supérieur provincial d'agronomie de Ciney - Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Direction des Cours d'Eau Non Navigables, 69p.
- JESPERS J.J., 2005, *Dictionnaire des noms de lieux en Wallonie et à Bruxelles*, Editions Racine, 649p.

- MARION J.M. & BARCHY L., 2004, *Le contexte géologique de Spontin*, pp. 273-278, In : GERMAIN J. & GENETTE L., 2004, *Spontin d'eau et de pierre, Tome 1, Un village millénaire au centre de la Wallonie*, Communications Full Grafic Service, Louvain-la-Neuve, 447p.
- MOUCHET F. & LAUDELOUT A., 2005, *Etude de la typologie et de la dynamique des forêts ripicoles wallonnes : conséquences pour la gestion hydrologique et biologique des cours d'eau*, Premier rapport intermédiaire, Mai 2005, Unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels, Faculté universitaire des sciences agronomiques, Gembloux, 58p.
- OVIDIO M. & PHILIPPART J.C., 2001, *L'impact des barrages sur les migrations des poissons de nos rivières*, Paysages, Ressources naturelles et environnement en Wallonie, n°21, pp. 8-12.
- NAIMAN R.J., DÉCAMPS H. & MCCLAIN M.E., 2005, *Riparia, Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities*, Elsevier Academic Press, 430p.
- PARLEMENT EUROPÉEN ET CONSEIL EUROPÉEN, 2000, *Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau*, Journal Officiel L 327, 22.12.2000.
- PELLA H., WASSON J.G. & SOUCHON Y., 2001, *Caractérisation des vallées alluviales*, Rapport Final, Cemagref, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche des Ecosystèmes Aquatiques, Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative, Lyon, France, 56p.
- PEREZ E., GUYON F. & ROSILLON F., 2004, *Méthodologie des plans de gestion piscicole en Région wallonne*, Rapport Final, Convention Etude Ministère de la Région Wallonne, Division Nature et Forêts, Service de la Pêche - Université de Liège, Département en Sciences et Gestion de l'Environnement, 96p. + Annexes.
- PIANEZZOLA A., 1999, *L'habitat aquatique et le peuplement piscicole dans le bassin Rhin-Meuse*, Mémoire dans le cadre du Diplôme d'études supérieures spécialisées en Qualité et traitement des Eaux, Option Systèmes aquatiques, Institut des Sciences et Techniques de l'Environnement, Université de Franche-Comté, France, 41p.
- PIERARD V., 2004, *Proposition d'une méthode de gestion des cours d'eau non navigables de première catégorie. Application à un tronçon de la Lesse situé entre Lessive et Houyet*, Mémoire dans le cadre d'un graduat en agronomie, Haute Ecole de la Province de Liège, Rennequin SUALEM, Département Agronomie, 101p. + Annexes.
- PRICK A. & OZER A., 1995, *Les paysages physiques de l'Ardenne*, pp. 31-52, In : DEMOULIN A., 1995, *L'Ardenne, Essai de géographie physique, Hommage au Professeur A. Pissart*, Département de Géographie physique et Quaternaire, Université de Liège, 238p.
- RABOTIN M., 2005, *Méthodologie pour trouver l'axe d'une rivière*, Communication personnelle, Unité de Recherche Hydrobiologie, Cemagref, Aix en Provence, France, 4p.
- RADOUX J., 2005, *Distance-perpendiculaire points-lignes* Communication personnelle, Département des sciences du milieu et de l'aménagement du territoire, Université catholique de Louvain.
- RUSSO P., 2000, *Pondérations*, Fichier Excel avec les facteurs de pondération par typologie.
- SOUCHON Y., ANDRIAMAHÉFA H., COHEN P., BREIL P., PELLA H., LAMOUREUX N., MALAVOI J.R. & WASSON J.G., 2000, *Régionalisation de l'habitat aquatique dans le bassin de la Loire*, Cemagref de Lyon, 253p. + Annexes.

WARNOTTE N., 2005, *Convention « Obstacles à la libre circulation des poissons dans le réseau hydrographique wallon », P.V. de la réunion du comité d'accompagnement du 25 janvier 2005*, 3p.

▪ Données cartographiques

CICADE & WALPHOT, 2001, *Plans Photographiques Numériques Communaux*, Ministère de la Région Wallonne, Convention Cicade - Walphot - Direction Générale des Pouvoirs locaux.

CONTRAT DE RIVIÈRE HAUTE-MEUSE & DEN DONCKER S., 2004, *Cartographie des dégradations au cours d'eau, Inventaire de terrain du Bocq*, Convention Contrat de Rivière Haute-Meuse - Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Direction des Eaux de Surface.

DELCAMBRE B. & PINGOT J.L., à paraître, *Carte géologique de Wallonie, Bioul-Yvoir n°53/3-4*, avec livret explicatif, Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Jambes.

DELVAUX G. & GALOUX A., 1962 ; ONCLINCX F., TANGHE M., GALOUX A. & WEISSEN F., 1987, *La carte des territoires écologiques de la Wallonie*, Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Jambes.

DUCHATEAU S. & MACORS R., 2004, *Aide à la cartographie des zones inondées historiques des cours d'eau du sous-bassin hydrographique Meuse amont et Oise*, Convention Etude Région wallonne - Contrat de Rivière Haute Meuse.

FÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS DE PÊCHE VESDRE AMBLÈVE, 2004, *Inventaire des obstacles physiques à la libre circulation des poissons dans le réseau hydrographique wallon, Bassin du Bocq*, Convention Etude Fédération des Sociétés de Pêche Vesdre Amblève - Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Direction des Cours d'eau Non Navigables.

GUYON F., COGELS X. & VANDER BORGH T., 2005, *Evaluation globale de la qualité hydromorphologique des masses d'eau définies en Région wallonne – Adaptation de la méthodologie QUALPHY et mise au point d'un système d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau de surface en Région wallonne*, Convention Etude Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement/Observatoire des Eaux de Surface - Aquapôle/ULg Campus d'Arlon, Rapport final, 68p. + Annexes.

INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL, Non daté_a, Cartes IGN 1/10.000 – Nouvelle version, format digital en noir et blanc.

INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL, Non daté_b, *DTM-1 :10.000, Digital Terrain Elevation Data dans le système de coordonnées Lambert, Type 4*, Bruxelles, + Notice explicative, 3p.

INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL, 2002, *Carte topographique de Belgique, 1:10.000, 53/4 Nord, 53/4 Sud, 54/1 Nord, 54/1 Sud*, Version papier, Bruxelles.

LEFÈVRE M.A., 1972, *Lithologie*, Atlas de Belgique, Planche 9, Comité National de Géographie, Commission de l'Atlas, Bruxelles.

MARÉCHAL R., 1992, *Géologie du quaternaire, lithologie des terrains superficiels*, Planches II-3-1/II-3-4, Deuxième atlas de Belgique, Institut National de Géographie, Comité national de géographie, Bruxelles.

MARION J.M. & BARCHY L., à paraître, *Carte géologique de Wallonie, Natoye-Ciney n° 54/1-2*, avec livret explicatif, Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Jambes.

MARNEFFE C., 1990, *Atlas des cours d'eau*, Bocq, n° 422.200, Plan terrier et profils en travers, Ministère de la Région Wallonne.

MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE, DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE, DU LOGEMENT ET DU PATRIMOINE, 1989, *Carte d'occupation du sol de la Région wallonne*, + Notice explicative, 6p.

MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE, DIRECTION GÉNÉRALE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT, 2005, *Réseau hydrographique 1:10.000*.

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DES TRANSPORTS, DIRECTION GÉNÉRALE DES VOIES HYDRAULIQUES, 2004, *DTM_sol : Modèle numérique de terrain du lit majeur du Bocq (1^{ère} catégorie) - Dernier écho laser, représentation du sol sous la végétation*.

SOCIÉTÉ D'ETUDES TOPOMÉTRIQUES, 1989, *Atlas des cours d'eau*, Bocq, n° 422.200, Plan terrier et profils en travers, Ministère de la Région Wallonne.

VANDERMAELEN P., 1853a, *Planchette Emptinne n°18 (2)*.

VANDERMAELEN P., 1853b, *Planchette Yvoir n°18 (1)*.

▪ Sites d'Internet

Direction des Cours d'Eau Non Navigables
<http://mrw.wallonie.be/dgrne/de/dcenn/>

Directive-cadre sur l'Eau - Région Wallonne
http://environnement.wallonie.be/directive_eau

ESRI Support Center
<http://support.esri.com/>

Maison wallonne de la pêche ASBL
<http://www.maisondelapeche.be/>

Portail cartographique de la Région wallonne
<http://cartographie.wallonie.be/PortailCarto/>

Portail SIG - DGRNE
<http://environnement.wallonie.be/cartosig>

Site Internet de la Conférence Permanente du Développement Territorial, Systèmes de gestion d'informations territoriales
<http://lepur03.geo.ulg.ac.be/>

Système d'Informations sur la Biodiversité en Wallonie, Base de données des sites NATURA2000
<http://mrw.wallonie.be/cgi/dgrne/sibw/sibw.n2002.des.pl?CODE=BE35010>

8. ANNEXES

ANNEXE 1

Résultats des pêches électriques effectuées entre 1995 et 1997 (CENTRE DE RECHERCHE DE LA NATURE, DES FORÊTS ET DU BOIS, 1995, 1997)

Entre **Reuleau et Senenne**, des populations importantes de chabots, de truites fario, de loches franches et d'ombres communs ont été répertoriées par pêche électrique. La présence de truites arc-en-ciel, de goujons et sporadiquement d'épinoches à trois épines, de gardons et de saumons atlantiques a pu être mise en évidence. La biomasse a été évaluée au 3/10/1997 à 151 kg/ha.

La pêche électrique réalisée à **Spontin** le 1/12/1997 a mis en évidence une population importante d'ombres communs. Les chabots et les loches franches étaient présents également ainsi qu'un plus faible nombre d'anguilles, de truites fario et de truites arc-en-ciel pour une biomasse estimée à 387 kg/ha.

A hauteur du camping de **Purnode**, des populations de chabots, d'ombres communs ainsi qu'une présence moins importante de truites fario, de vairons et sporadiquement de vandoises, de truites arc-en-ciel, de loches franches, de gardons, de chevaines, de brochets et d'anguilles ont été relevées. La biomasse est estimée à 171 kg/ha au 1/12/1997.

A la hauteur de **Yvoir**, des pêches électriques ont permis de mettre en évidence une présence majoritaire de chabots, d'ombres communs et de truite fario. On relève la présence sporadique de loches franches, d'anguilles et de truites arc-en-ciel. La biomasse totale par hectare représente 185 kg/ha au 20/05/1996 et 128 kg/ha au 16/05/1997.

ANNEXE 2

Fiche d'inventaire de terrain QUALPHY (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 2000a)

FICHE DE DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE

REPERAGE DU SITE

CODE/Tronçon n°.....

TYPOLOGIE RETENUE.....

NOM DU COURS D'EAU.....
COMMUNE(S).....AFFLUENT DE.....
DEPARTEMENT.....

Coller photocopie de la carte IGN au 1/25000 et surligner la portion décrite en gras ou couleur

Code(s) hydrographique(s).....

PK entrée(amont)..... PK sortie(aval).....

Caractéristique principale du tronçon:

IDENTIFICATION DE L'OBSERVATEUR

Nom.....

Organisme.....

N° de téléphone.....

DATE DE L'OBSERVATION

Date.....

Heure.....

CONDITIONS DE L'OBSERVATION ET SITUATION HYDROLOGIQUE APPARENTE

Crue

Lit plein ou presque

Moyennes eaux

Basses eaux

Trous d'eau, flaques

Pas d'eau

LIT MAJEUR

OCCUPATION DES SOLS (Cocher un seul type "majoritaire", plusieurs "présents" possibles)
Entourer dans le texte le ou les cas présents (Cumuler les deux rives) **Flécher le plus présent**

majoritaire présent(s)

prairies, forêt, friches, bosquets, zones humides
cultures, plantations de ligneux, espaces verts, jardins
canal, gravières, plan d'eau
Urbanisée (zone industrielle – zone d'habitations), imperméabilisée, remblaiement du lit majeur

Variété des types d'occupation naturelle des sols
 (1 à 5 types possibles, voir première ligne ci-dessus)

AXES DE COMMUNICATION (autoroute, route, voie ferrée, canal)

(Dans le sens contraintes à l'écoulement des eaux en crue) nombre nature

parallèle au lit majeur, à l'**extrémité**
en travers du lit, **sans remblai** (petit pont)
dans le lit majeur, longitudinal, éloigné du lit
ouvrage sur remblai transversal au lit (autoroute, pont, voie ferrée)
longeant ou jouxtant le lit mineur, parallèle, sur remblai (canal, route)
 sur une partie du cours d'eau
longeant ou jouxtant le lit mineur, parallèle, sur remblai (canal, route)
 sur la quasi totalité du cours d'eau

ANNEXES HYDRAULIQUES (Situation dominante sur le tronçon, ne cocher qu'une seule case)

Pour chaque annexe, on précisera la **nature de la communication** avec la rivière : absente, temporaire (crue), permanente.

	nombre	dimension		communication
		En m ²	% du linéaire	
Situation totalement naturelle (annexes ou non)				
Ancien lit morte reculée marais diffluence
Tourbière bras secondaire plan d'eau naturel
Situation naturelle mais perturbation				
Perte de l'étendue ou de la diversité des annexes
Situation dégradée				
Annexes isolées et/ou très diminuée, gravières en cours
Annexes supprimées				
traces visibles				
pas de traces				

INONDABILITE

situation normale : zone inondable non modifiée ou naturellement non inondable

diminuée de moins de 50 % (fréquence ou champ d'inondation) du fait de digues et remblais

réduite de plus de 50 % (fréquence ou champ d'inondation) du fait de digues et remblais

supprimée : zone anciennement inondable du fait de digues et remblais -----

modifiée par d'autres causes (calibrage...) Voir impérativement notice.

DIGUES ET REMBLAIS (>0,5 m)

	RIVE GAUCHE	RIVE DROITE
% linéaire concerné par une digue
digue perpendiculaire au lit
% surface lit majeur remblayé

STRUCTURE DES BERGES

NATURE

	(plusieurs cases possibles, flécher le plus courant)
(1 seule case) dominante	secondaire(s)
rive gauche	rive droite
rive gauche	rive droite

matériaux naturels (à entourer)

Rive gauche: blocs, galets, graviers, sables, argiles, limons, terre (sol), racines, végétation, fascines

Rive droite: blocs, galets, graviers, sables, argiles, limons, terre (sol), racines, végétation, fascines

enrochements ou remblais

béton ou palplanches

Nombre de matériaux naturels entourés (de 0 à 10) **RG** (Dominant)..... **RD** (Dominant).....

DYNAMIQUE DES BERGES (cumuler les 2 rives)

	situation dominante	situation secondaire	situation (s) anecdotiques (s)
	(Une seule case)	(Une seule case)	(Plusieurs cases)

stables (naturellement soutenues)

berges **d'accumulation**

érodées verticales instables

effondrées ou sapées

piétinées avec effondrement et tassement

bloquées ou encaissées (voir notice de remplissage)

Nombre **de cas** = nombre de cases cochées au total (sauf piétinées et bloquées)

PENTE (cumuler les 2 rives)

	situation (s) secondaire (s)
situation dominante	

berges à pic (> 70°)

berges très inclinées (30 à 70°)

berges inclinées (5 à 30°)

berges plates (< 5°)

ORIGINE SUPPOSEE DES PERTURBATIONS

trace d'érosion progressive

trace d'érosion régressive

aménagement hydraulique

activité de loisirs

voie sur berge, urbanisation

chemin agricole ou sentier de pêche

piétinement du bétail

embâcles

autre :

sans objet

VEGETATION DES BERGES

COMPOSITION DE LA VEGETATION

plus courant Cocher une seule case Plusieurs cases possibles, flécher le

	DOMINANTE		SECONDAIRE		ANECDOTIQUE	
	RG	RD	RG	RD	RG	RD
ripisylve 2 strates (arbres et buissons)						
ripisylve 1 strate arbustive arborescente						
herbacée : roselière ou prairie ou friche						
exotique colonisatrice (renouée)						
ligneux (résineux ou peupliers) plantés						
absence ou cultures						

IMPORTANCE DE LA RIPISYLVE

RG

RD

(utiliser les classes 100 %, 80 %, 50 %, 20 %, 10 %, 0 %)

importance ripisylve % du linéaire % du linéaire
----------------------	---------------------	---------------------

ETAT DE LA RIPISYLVE (situation dominante, cumuler les deux berges)

bon ou sans objet : ripisylve entretenue ou ne nécessitant pas d'entretien (voir notice)	
ripisylve souffrant d' un défaut d'entretien	
ripisylve ayant fait l'objet de trop de coupes	(absence ≥ 50 % du linéaire)
ripisylve envahissant le lit	
ripisylve perchée (non accessible pour la faune aquatique enfoncement du lit)	

ECLAIREMENT DE L'EAU

Part de la surface de l'eau éclairée directement (sans ombre), en fonction de l'importance de la ripisylve.

< 5 %	50 à 75 %
5 à 25 %	> 75 %
25 à 50 %	

ETAT DU LIT MINEUR

HYDRAULIQUE

COEFFICIENT DE SINUOSITE

.....
Reporter ici le calcul de la seconde page.

PERTURBATION DU DEBIT

normal : pas de perturbation apparente
modifications localisées ou de faible amplitude respectant le cycle hydrologique
perturbation du cycle hydrologique (microcentrale, exhaure)
assec : absence périodique d'écoulement (non naturelle)

Nature de la perturbation du débit

COUPURES TRANSVERSALES (>0,5m)

Nb de **barrages** béton
 Nb de **seuils artificiels** ou buses
 Nb d'épis ou déflecteurs

	nombre
Franchissabilité des ouvrages franchissable(s)
plus ou moins ou	
épisodiquement franchissable(s)
franchissable(s) grâce à une passe
infranchissable(s)

FACIES

PROFONDEUR

très variée, hauts fonds, mouilles + cavités sous-berge
variée, hauts fonds et mouilles ou cavités sous-berge
peu varié, **bas-fond** et **dépôts localisés** (présence d'un ouvrage ou autres)
constante

ECOULEMENT

très variée à l'échelle du mètre ou de la dizaine de mètres
varié : **mouilles et seuils**, alternance de faciès rapides et de faciès lents, à l'échelle de la centaine ou de quelques centaines de mètres
turbulent, remous et/ou tourbillons et/ou aspect torrentiel
cassé : **plat-lent** entrecoupé de rares seuils ne générant des faciès rapides que très localisés
ondulé (surface) et/ou filets parallèles ou convergents
constant (aspect) et /ou peu variable, ou surface plane ou à peu près, ou écoulement laminaire

LARGEUR DU LIT MINEUR (Prendre le haut de berge)			
très variable et/ou anastomose(s) variable et/ou île(s) régulière avec atterrissement et/ou hélrophytes totalement régulière de berge à berge			
SUBSTRAT			
NATURE DES FONDS		situation dominante	situation(s) secondaire(s)
mélange de galets, graviers, blocs sables feuilles, branches (débris organiques morts) vases, argiles, limons dalles ou béton			
nombre de cases cochées au total : variabilité des fonds (Hors dalles et béton) (si mélange coché, voir notice)		
DEPOT SUR LE FOND DU LIT			
absent localisé non colmatant localisé colmatant généralisé non colmatant généralisé colmatant			
ENCOMBREMENT DU LIT			
monstres détritrus atterrissement, branchages		arbres tombés sans objet	
VEGETATION AQUATIQUE (en tant que support)			
L'un ou l'autre cas présent, ou simultanément		situation(s)	
Rives (bords du lit mineur)	Chenal d'écoulement	situation dominante	situation(s) secondaire(s)
Racines immergées et/ou hélrophytes sur plus de 50% du linéaire des 2 berges	Bryophytes et/ou hydrophytes diversifiés		
Racines immergées et/ou hélrophytes sur 10 à 50% du linéaire des 2 berges	Nénuphars ou autres hydrophytes en grands herbiers monospécifiques , phytoplancton, diatomées, rhodophytes		
Racines immergées et/ou hélrophytes sur moins de 10% du linéaire des 2 berges	Envahissement par des hélrophytes , algues filamenteuses (cladophores), lentilles d'eau (prolifération, eutrophisation)		
bactéries , ou algues bleues ou champignons filamenteux			
Pas ou peu de végétation , même microscopique, secteur abiotique.			
Nombre de types de substrat végétal présents en situation dominante (de 1 à 3 parmi <u>racines</u> / <u>hydrophytes</u> ou <u>bryophytes</u> / <u>hélrophytes</u>)		

PROLIFERATION VEGETALE

(hydrophytes, hélrophytes ou filamenteuses) mono ou paucispécifique sur plus de 50 % du lit
Visible ou estimée (préciser)

absente**présente****OBSERVATIONS**

TEMPS DE REMPLISSAGE DE LA FICHE

Terrain:

Bureau:

Total:

OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LA FICHE

OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LA PORTION

ANNEXE 3

Facteurs de pondération par type de cours d'eau selon la typologie de l'Agence de l'Eau Rhin Meuse (RUSSO, 2000)

	PARAMETRES	TYPE DE COURS D'EAU						
		Montagne T1	Moyenne montagne T2	Piémont à lit mobile T3	Côtes calcaires T4	Méandres de plaine et plateau calcaires T5	Méandres de plaine argilo- limoneuse T6	Phréatique de plaine d'accumul ation T7
LIT MAJEUR	OCCUPATION DES SOLS	4.5	9	13.3	12	16	12	8
	Occupation des sols majoritaires	2.7	2.7	4	3.6	4.8	3.6	2.4
	Autres occupations des sols	0.9	1	1.3	1.2	1.6	1.2	0.8
	Nombre de types d'occupation des sols	0	3.6	4	4.8	4.8	3.6	2.4
	Axes de communication	0.9	1.8	4	2.4	4.8	3.6	2.4
	ANNEXES HYDRAULIQUES	0	3	13.3	4	12	6	8
	INONDABILITE	0.5	3	6.7	4	12	12	4
	POIDS DU LIT MAJEUR	5	15	33.3	20	40	30	20
BERGES	STRUCTURE DES BERGES	21	21	26.7	21	8	12	16
	Nature des berges	21	16.8	13.3	14.7	4.8	9.6	12.8
	Nature dominante des berges	4.2	3.4	5.3	2.9	2.4	4.8	6.4
	Nature secondaire des berges	4.2	3.4	5.3	2.9	1.4	2.9	3.8
	Nombre de matériaux différents en berge	12.6	10	2.7	8.8	1	1.9	2.6
	Dynamique des berges	0	4.2	13.3	6.3	3.2	2.4	3.2
	Dynamique principale des berges	0	2.1	0	3.1	0	1.2	1.6
	Dynamique secondaire	0	1.9	0	2.8	0	1.1	1.4
	Dynamique anecdotique	0	0.2	0	0.3	0	0.1	0.2
	Nombre de cas observés	0	0	13.3	0	3.2	0	0
	VEGETATION DES BERGES	9	9	6.7	9	12	18	24
	Composition de la végétation	6.8	4.5	3.3	4.5	6	9	12
	Végétation des berges dominante	5.1	3.4	2.5	3.4	4.5	6.8	9
	Végétation des berges secondaire	1.4	0.9	0.7	0.9	1.2	1.8	2.4
	Végétation des berges anecdotique	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6
	Ripisylve	2.3	4.5	3.3	4.5	6	9	12
	Importance de la ripisylve	1.8	3.6	2.7	3.1	4.2	6.3	9.6
Etat de la ripisylve	0.5	0.9	0.7	1.4	1.8	2.7	2.4	
	POIDS DES BERGES	30	30	33.3	30	20	30	40
LIT MINEUR	HYDRAULIQUE	21.7	18.3	13.3	16.7	24	24	8
	Sinuosité	0	1.8	4.5	1.7	16.8	16.8	2.4
	Débit	10.8	8.3	4.5	7.5	2.4	2.4	4
	Ouvrages	10.8	8.3	4.4	7.5	4.8	4.8	1.6
	Nombre de barrages	1.6	1.2	0.7	1.1	0.7	0.7	1.1
	Nombre de seuils	1.6	1.2	0.7	1.1	0.7	0.7	0.2
	Franchissabilité par les poissons	7.6	5.8	3.1	5.3	3.4	3.4	0.2
	FACIES DU LIT MINEUR	21.7	18.3	10	16.7	8	8	16
	Variabilité de profondeur	4.4	7.3	4	6.7	2.7	2.7	5.3
	Variabilité d'écoulement	17.3	9.2	4	8.3	2.7	2.7	5.3
	Variabilité de largeur	0	1.8	2	1.7	2.7	2.7	5.3
	SUBSTRAT DU FOND	21.7	18.3	10	16.7	8	8	16
	Nature des fonds	10.8	9.2	3.3	8.3	2.7	2.7	8
	Nature dominante des fonds	6.5	3.7	1.3	3.3	1.6	1.6	4.8
	Nature secondaire des fonds	1.6	0.9	0.3	0.8	0.4	0.4	1.2
	Variété des matériaux des fonds	2.7	4.6	1.7	4.2	0.7	0.7	2
	Dépôts sur le fond du lit	5.4	4.6	3.3	4.2	2.7	2.7	4
	Végétation aquatique	5.4	4.6	3.3	4.2	2.7	2.7	4
	Substrat végétal dominant	2.1	1.8	1.3	1.7	1.1	1.1	1.6
	Substrat végétal secondaire	1.1	0.9	0.7	0.8	0.5	0.5	0.8
Nombre de types de substrats végétaux	1.1	0.9	0.7	0.8	0.5	0.5	0.8	
Prolifération végétale	1.1	0.9	0.7	0.8	0.5	0.5	0.8	
	POINDS DU LIT MINEUR	65	55	33.3	50	40	40	40
		100	100	100	100	100	100	100

ANNEXE 4

Tableau de synthèse de la typologie des cours d'eau en Région wallonne, repris du rapport final *Caractérisation du milieu physique des cours d'eau*, de COGELS *et al.* (2004).

types	1	2	3	3 bis	4	5	5 bis	5 ter	6	
	cours d'eau à énergie forte des vallées en V	cours d'eau à énergie moyenne à forte des vallées en U	cours d'eau à énergie moyenne à faible des vallées de côtes schisteuses	cours d'eau à énergie moyenne à faible des vallées de côtes calcaires	Cours d'eau à énergie moyenne à faible des vallées calcaires et/ou schisteuses et crayeuses	cours d'eau à énergie moyenne à faible des collines et plateaux argilo-limono-sableuses	cours d'eau à énergie moyenne à forte des plateaux ardennais tourbeux sur schistes et phyllades	cours d'eau à énergie moyenne à forte des collines et plateaux sur schistes, phyllades et calcaires	cours d'eau à énergie faible à nulle des plaines d'accumulation argilo-limono-sableuse	
énergie		très forte	forte à moyenne	moyenne à faible	moyenne à faible	faible	moyenne à faible	moyenne à forte	moyenne à faible	faible à nulle
	pentés de vallée	>15‰	15‰> P> 5 ‰	<5‰	<5‰	< 5 ‰	< 5 ‰	15‰> P> 5 ‰	5 ‰<P<10‰	très souvent <1‰
lit mineur	ordre	1 à 2	1 à 2	variable	variable	variable	1 à 4	1	1 à 3	1 à 6
	largeur lit mineur	< 5 m	< 5 m	variable selon l'ordre	variable selon l'ordre	variable selon l'ordre	variable selon l'ordre	< 5 m	< 5 m	variable selon l'ordre
	sinuosité	rectiligne	rectiligne à peu sinueux	sinuosité de vallée	sinuosité de vallée	sinueux (limitation latérales des méandres, méandres confinés)	sinueux	rectiligne à peu sinueux	sinueux à peu sinueux	sinueux et méandreux
lithologie	nature	schistes et phyllades	schistes et phyllades	schistes ou schistes et phyllades	calcaires et calco-schistes	Calcaires et/ou schistes et craies	argiles et/ou sables et/ou grès et marnes	Schistes, phyllades	Schistes, phyllades ou calcaires	argiles et/ou sables
	résistance	hétérogènes à tendres	hétérogènes à tendres	hétérogènes à tendres	sédimentaires cohérentes	sédimentaires cohérentes tendres à hétérogènes	meubles à tendres	meubles	hétérogènes à tendres	Meubles à tendres
	couverture	absente	absente	limon peu caillouteux et graviers de terrasse et/ou alluvions dans les vallées inférieures des rangs supérieurs	graviers de terrasse et/ou alluvions uniquement dans les vallées inférieures des rangs supérieurs	alluvions et limons	limons et alluvions	tourbes	Absentes ou limon peu caillouteux	dépôts alluviaux importants
	perméabilité	semi perméable	semi perméable	semi perméable	perméable à fissures à alternance de roches semi perméable	Perméable à semi perméable	variable selon la teneur des parties	imperméable	variable selon la teneur des parties	perméabilité faible du fait des dépôts argilo-limoneux
forme de la vallée	profil	V	V à U étroit	U encaissé ou en gorge	U encaissé à U large	larges vallées bordées de côtes	vallons très ouverts (zones d'incisions collinéennes) à larges plaines	V très évasé sur les hauts plateaux	V très évasé sur les hauts plateaux	vastes plaines d'inondation
	pente des versants	forte	forte à moyenne	forte	forte à moyenne	moyenne	moyenne à très faible	faible sur les hauts plateaux	faible sur les hauts plateaux	très faible à nulle
	fond de vallée	absent	absent à étroit	absent ou présent mais peu étendu	peu étendu	présent mais limité les talus	large et fréquemment inondé	absent	présent localement	vaste (~ 1 Km)
correspondances provisoires types français	qualphy	T1 cours d'eau et torrents de montagne	T2-T2 bis cours d'eau de moyenne montagne	T4bis cours d'eau sur schistes ardennais	T4 cours d'eau de côtes calcaires	T5 basses vallées de plateaux calcaires	T6 bis cours d'eau de collines argilo-limoneuses	T6 bis cours d'eau de collines argilo-limoneuses	T6 bis cours d'eau de collines argilo-limoneuses	T6 cours d'eau de plaines argilo-limoneuses
	typologie nationale	122 Torrents de moyenne montagne	212 rivières de moyenne montagne et hauts plateaux	231 cours d'eau de plateaux calcaires	231 cours d'eau de plateaux calcaires	233-234 cours d'eau de vallées calcaires et plateaux crayeux	221 rivières sur formations meubles et/ou rivières de plateaux argilo-marneux	212 rivières de hauts plateaux	215 rivières de hauts plateaux	320-330 rivières de plaines crayeuses ou rivières de plaines argilo-limoneuses

ANNEXE 5

Détermination de l'axe de la vallée (polygones de Thiessen)

Concept

Les polygones de Thiessen sont créés à partir d'un réseau systématique de points. Chaque polygone définit une surface d'influence autour d'un point du réseau de sorte à ce que tous les points de ce polygone soient plus proches dudit point par rapport à ceux de tous les polygones environnants construits autour d'autres points. Dans ce cas-ci, l'axe de la vallée est présentée comme une série de points, espacés de 5m, autour desquels des polygones de Thiessen sont générés. Ainsi, les polygones construits à partir des points opposés le long de l'enveloppe du lit majeur se touchent au milieu de l'enveloppe (voir **Figure A1**) (ESRI SUPPORT CENTER).

Méthode de travail (d'après RABOTIN, 2005)

Après la digitalisation du lit majeur, les différents arcs délimitant le lit majeur sont unis afin d'arriver à deux *polylines* qui délimitent le lit majeur des deux côtés (Fonction « *Merge* » après avoir sélectionné tous les arcs lors d'une session d'Edit).

Ensuite, ces deux lignes sont divisées en une couverture de *polylines* successives ayant une longueur de 5m (Fonction « *Divide* » sur la *polyline* sélectionnée lors d'une session d'Edit).

En ArcInfo, à l'aide de la fonction « *Feature to Point* » (en cochant « *Inside* »), une couverture de points, espacés de 5m, se situant au milieu desdits *polylines*, est créée (**Figure A1**).

Après la conversion en une *ArcInfo Coverage* (« *Feature Class To Coverage* »), une couverture des polygones de Thiessen est générée (« *Thiessen* ») (**Figure A2**).

Enfin, la ligne ainsi formée au milieu de l'enveloppe du lit majeur où les polygones se touchent, est digitalisée (**Figure A3**).

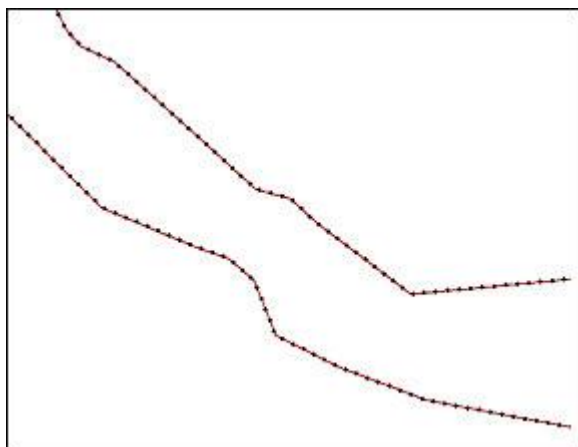


Figure A1. Enveloppe du lit majeur avec la couverture de points, espacés de 5m.

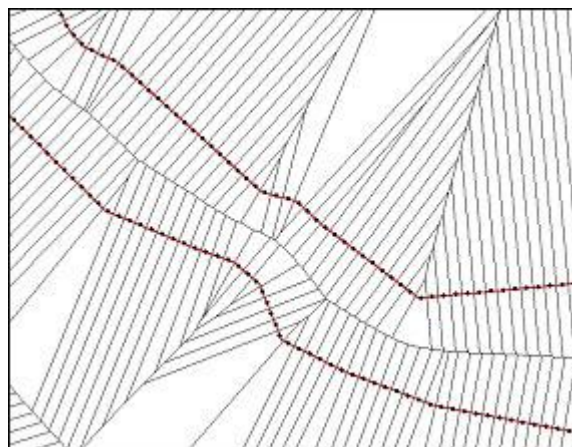


Figure A2. Enveloppe du lit majeur après la création des polygones de Thiessen à partir de la couverture des points.

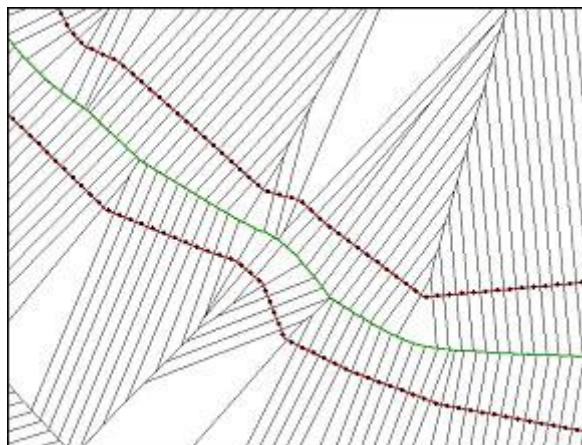


Figure A3. Enveloppe du lit majeur, les polygones de Thiessen et l'axe de la vallée après digitalisation de cette dernière.

ANNEXE 6

Détermination des transects de mesure

Concept

Un outil nommé *distance-perpendiculaire points-lignes* (RADOUX, 2005) permet de générer une couverture de *polylines* perpendiculairement à une *polyline*.

Méthode de travail

L'outil exige une *feature class* du type *polyline* vide, dans lequel la nouvelle couverture des perpendiculaires sera générée.

De plus, il faut une *feature class* du type *point* qui comprend les points à partir desquels les axes perpendiculaires doivent être créées. Cela nécessite quelques manipulations supplémentaires :

- D'abord, une couche de points, espacés de 50m est générée, de façon analogue à la couverture des points espacés de 5m, décrit pour la détermination de l'axe de la vallée (voir *Annexe 5*).
- L'outil demande que la 4^{ième} colonne du tableau des attributs de la couverture de points comprenne l'angle en radians de l'arc de l'axe de la vallée sur lequel le point en question se trouve.
- Afin d'obtenir cet angle, l'axe de la vallée doit être divisée en arcs là où il y a un changement de direction, ce qui est réalisé en ArcInfo par « *Split Line at Vertices* ».
- Ensuite, l'angle en radians (« *Add field* » du type *double*) de chaque arc est calculé par la calculatrice de champ.
- Enfin, on attribue à chaque point l'angle de l'arc sur lequel il se trouve en exécutant une jointure spatiale (« *Join data from another layer based on spatial location* »).

Il nous reste encore à changer dans le script de l'outil la largeur des lignes à créer en fonction de la largeur maximale de l'enveloppe du lit majeur ou de 750m dans le cas de la détermination de la pente des versants.

Suivant l'exécution de l'outil, la couverture des lignes d'une même longueur ainsi créée est mise en relation avec l'enveloppe du lit majeur, après avoir transformé cette dernière en un polygone (« *Feature to polygon* » en ArcInfo) par la fonction « *Clip* » et quelques toilettes supplémentaires au niveau des tournants.

ANNEXE 7

Détermination de la pente maximale des versants par transect de mesure

Comme situation du départ, on dispose d'une part d'une couche de polygones de 1500m de longueur perpendiculairement à l'axe de la vallée et d'autre part, d'une couverture raster comprenant la pente maximale de chaque pixel, déterminée à partir du modèle numérique de terrain (maille de 28 mètres) et nommé « raster pente » par la suite.

Car on s'intéresse uniquement à la pente des zones à l'extérieur du fond de la vallée, le lit majeur (sous forme de polygone) est enlevé des polygones à l'aide de la fonction *Erase* (en ArcInfo).

A partir de la couverture des lignes entrecoupées ainsi obtenue, une couverture de points est créée qui consiste des points se situant sur ces lignes avec une distance de 28m⁸⁷ entre deux points (*Divide* polyline tous les 28m, ensuite *Feature to Point* en ArcInfo).

On donne à chacun de ces points une valeur d'attribut qui correspond avec la pente du pixel du raster pente dans lequel le point en question se trouve (« *Extract Values to Points* ») et une valeur d'attribut, qui indique le *OBJECTID* de la ligne (transect de mesure) sur lequel il se trouve (*Join Data based on spatial location*). Le dernier permet de trouver la pente maximale par transect de mesure.

⁸⁷ Vu la maille du modèle numérique de terrain à partir duquel le raster de pente est calculé.