



DGRNE
Direction des Eaux
de Surface

Développement et application d'une
méthodologie d'évaluation globale de la
qualité hydromorphologique des masses
d'eau de surface définies en Région wallonne

Rapport final

Mars 2006

F. GUYON, X. COGELS, P. VANDER BORGHT

Contributions : A. HULPIAU, C. JOLY, N. NEDERLANDT



Département en Sciences et
Gestion de l'Environnement

Sommaire

Sommaire	2
RESUME	4
INTRODUCTION : RAPPEL DES OBJECTIFS DE LA PRECEDENTE CONVENTION ET PRESENTATION DE CETTE NOUVELLE MISSION.....	5
CHAPITRE I :PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE D'EVALUATION GLOBALE DE LA QUALITE HYDROMORPHOLOGIQUE DES MASSES D'EAU DE SURFACE DEFINIES EN REGION WALLONNE	6
1. LES CONCEPTS METHODOLOGIQUES DE BASE	6
1.1. Les exigences fixées par la DCE.....	6
1.2. Définition d'un état de référence hydromorphologique	7
1.3. Sectorisation des masses d'eau et échelles de travail.....	7
1.4. Concepts de « critères d'altération » et d'états du critère.....	8
1.5. Principe d'évaluation	8
2. SECTORISATION ET TYPOLOGIE PHYSIQUE DE RÉFÉRENCE DES COURS D'EAU WALLONS	9
2.1. Différents objectifs et échelles d'analyse.....	9
2.2. Caractérisation et typologie fonctionnelle des tronçons de vallée.....	9
2.3. Caractérisation des axes de continuité longitudinale.....	13
3. DÉFINITION ET MODALITÉS D'ESTIMATION DES CRITÈRES D'ALTÉRATION DU PROTOCOLE	15
3.1. Choix des critères d'altération.....	15
3.2. Définition des critères d'altération	17
3.3. Modalités d'estimation des critères d'altération.....	19
4. MODALITÉS D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ HYDROMORPHOLOGIQUE DES MASSES D'EAU	27
4.1. Principes de construction des indices de qualité et d'évaluation globale.....	27
4.2. Influence des pondérations sur le calcul des indices	30
4.3. Cas particulier de l'évaluation de l'élément « Continuité »	32
4.4. La structuration des données sous SIG.....	33
CHAPITRE II :APPLICATION DE LA MÉTHODOLOGIE À LA TOTALITÉ DES MASSES D'EAU DE SURFACE WALLONNES	
ANALYSE DES RESULTATS OBTENUS	35
1. ESTIMATION DES CRITÈRES D'ALTÉRATION	35
1.1. Critères de l'élément « Hydrologie »	35
1.2. Élément « Morphologie du lit mineur et des berges ».....	36
1.3. Élément « Continuité ».....	39
2. ANALYSE DES RÉSULTATS D'INDICE À L'ÉCHELLE DES TRONÇONS DE VALLÉE	41
3. ANALYSE DES RÉSULTATS D'INDICE À L'ÉCHELLE DES MASSES D'EAU DE SURFACE	42
4. COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS AVEC LA DÉSIGNATION PROVISoire DES MASSES D'EAU FORTEMENT MODIFIÉS RÉALISÉE EN RÉGION WALLONNE.....	44
5. COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS AVEC LA DÉSIGNATION DU RNABE.....	47

CHAPITRE III :VALIDATION DE CERTAINES DESIGNATIONS PROVISOIRES DE MASSES D'EAU COMME FORTEMENT MODIFIEES (ÉTUDE 2004)..... 51

1. OBJECTIFS DE CETTE VALIDATION.....	51
2. RÉSULTATS OBTENUS PAR L'OUTIL QUALPHY	53

CHAPITRE IV :SYNTHÈSE, CRITIQUES ET PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION DE LA MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION GLOBALE DE LA QUALITÉ HYDROMORPHOLOGIQUE DES MASSES D'EAU WALLONNES DE SURFACE..... 54

1. SYNTHÈSE	54
2. CRITIQUES ET PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION DE LA MÉTHODOLOGIE	54
2.1. Vers une méthodologie hiérarchique et multiscalaire	54
2.2. Valoriser les données collectées et les résultats obtenus dans la phase d'établissement des plans de gestion par sous bassins	55
2.3. Poursuivre l'établissement de conditions de référence des critères de la méthodologie	55
2.4. Analyser la pertinence du découpage de certaines masses d'eau	56
2.5. Elargir l'analyse de la continuité longitudinale des cours d'eau à l'échelle des bassins hydrographiques	57
2.6. Intégrer d'autres éléments de l'écosystème aquatique	57

CHAPITRE V :AUTRES CONTRIBUTIONS DE CETTE ETUDE..... 59

1. Participation à des séminaires	59
2. Participation au groupe de travail « Désignation définitive des masses d'eau wallonnes fortement modifiées »	59
BIBLIOGRAPHIE.....	61
ANNEXE 1 : CARACTÉRISTIQUES DES TYPES PHYSIQUES WALLONS.....	62
ANNEXE 2 :PONDÉRATIONS DU SEQ PHYSIQUE V0' (COMPARTIMENTS LIT MINEUR ET BERGES)	64
ANNEXE 3 :RESULTATS DE L'ENSEMBLE DES INDICES CALCULES POUR LES 319 MASSES D'EAU DE SURFACE DE TYPE « RIVIERE » DEFINIES EN REGION WALLONNE	66
ANNEXE 4 :RESULTATS DES INDICES DE QUALITE PHYSIQUE OBTENUS PAR L'OUTIL QUALPHY POUR LES 6 MASSES D'EAU QUI ONT FAIT L'OBJET D'UNE VALIDATION DE TERRAIN	71
ANNEXE 5 :CONTRIBUTIONS A LA DESIGNATION DEFINITIVE DES MEFM.....	74

Ce rapport est accompagné d'une annexe cartographique

RESUME

La précédente convention avait établi les bases d'une méthodologie d'évaluation globale de la qualité hydromorphologique des masses d'eau de surface définies en Région wallonne. La présente étude a affiné cette méthodologie et l'a appliqué à l'ensemble des masses d'eau wallonnes.

Six critères d'altération ont été retenus dans cette méthodologie afin de caractériser les trois éléments de la qualité hydromorphologique fixés dans la DCE. Chaque critère est décrit par une série d'états : un état de référence et plusieurs états d'altération. Le système de calcul d'indices implique les linéaires concernés pour chaque état des critères et deux systèmes de pondérations traduisant l'importance des altérations et les caractéristiques spécifiques des types de cours d'eau. Des indices ont ainsi été calculés pour chaque critère et pour chaque élément, à deux échelles d'analyse : celle du tronçon de vallée et celle de la masse d'eau. L'indice global de la masse d'eau correspond à l'indice de l'élément le plus pénalisant.

Sur base du seuil de 40% de la valeur de l'indice global, 78 masses d'eau de surface sur les 319 étudiées, pourraient être provisoirement désignées comme fortement modifiées. Une confrontation de cette désignation avec celle réalisée antérieurement par l'Administration des Eaux de Surface de la DGRNE a mis en évidence un taux de concordance de 80%.

Une confrontation des indices calculés avec la désignation du Risque de Non Atteinte du Bon Etat (RNABE) a également été réalisée. Cette analyse a notamment mis en évidence l'importance des pressions hydromorphologiques pour les masses d'eau déclarées « à risque » de ne pas atteindre ce bon état.

Mots clés : hydromorphologie, DCE, indices, masses d'eau, critères d'altération, RNABE.

Abstract :

Preceding study had established the bases of a global evaluation methodology of the hydromorphologic quality of the water bodies defined in Walloon region. The present study refined this methodology and applied to the whole of the Walloon water bodies.

Six criteria of deterioration were retained in this methodology in order to characterize the three elements of hydromorphologic quality fixed in the WFD. Each criterion is described by a series of states: a state of reference and several states of deterioration. The system of calculation of indices implies the linear concerned ones for each state of the criteria and two systems of weightings translating the importance of deteriorations and the specific characteristics of the types of river. Indices were thus calculated for each criterion and each element, on two scales of analysis: that of the valley reach and that of the water body. The total index of the water body corresponds to the index of the element more penalizing.

On the basis of threshold of 40% of the value of the total index, 78 water bodies on the 319 studied, could be provisionally designated like heavily modified. A confrontation of this designation with that carried out before by the "Administration des Eaux de Surface de la DGRNE" highlighted a rate of agreement of 80%.

A confrontation of the indices calculated with the designation of the risk of failing Good State was also carried out. This analysis in particular highlighted the importance of the hydromorphologic pressures for the water bodies stated "at the risk" not to reach this good state.

Keywords : Hydromorphology, WFD, scores, water body, criteria of deterioration.

INTRODUCTION : RAPPEL DES OBJECTIFS DE LA PRECEDENTE CONVENTION ET PRESENTATION DE CETTE NOUVELLE MISSION

En 2004, la Direction des Eaux de Surface de la DGRNE a confiée à l'Aquapole une mission ayant pour but d'élaborer un outil permettant l'évaluation globale de la qualité hydromorphologique de l'ensemble des masses d'eau de surface définies en Région Wallonne. Cet outil devait être utilisable par la DGRNE afin qu'elle puisse répondre aux impératifs de la Directive 2000/60/CE dans les délais impartis. **Ce système devait être pratique, financièrement réalisable et techniquement possible.**

Cette évaluation globale a été établie sur base de la méthodologie de l'outil QUALPHY, qui a été simplifiée et adaptée à l'échelle d'analyse des masses d'eau et sur les données existantes (couches SIG, PPNC, ...). L'objectif premier de ces adaptations méthodologiques était de rencontrer les exigences de l'application de la DCE en Région Wallonne, impliquant :

- ❖ de valider la désignation provisoire des Masses d'eau fortement modifiées (MEFM) réalisée par l'Administration des Eaux de Surface, en charge de l'application de cette directive ;
- ❖ d'évaluer le risque de non atteinte du très bon état écologique pour les masses d'eau naturelles présentant un très bon état biologique et physico-chimique ;

La caractérisation des MEFM avait incité l'Administration des Eaux de Surface à définir des critères objectifs d'ordre hydromorphologique, en accord avec les documents guides des groupes de travail européens. Trois critères avaient été retenus en Région wallonne :

- le % de berges artificialisées,
- le % de masse d'eau en zone urbanisée,
- le nombre d'obstacles infranchissables ou majeurs par kilomètre de cours d'eau.

La prise en compte de ces trois critères avait permis de désigner de manière provisoire 75 MEFM parmi les 351 masses d'eau de surface définies en Région Wallonne. La mission confiée à l'Aquapôle en 2004, et qui se prolonge dans cette nouvelle mission, a donc pour objectif prioritaire de valider cette désignation provisoire.

La précédente convention a développé une méthodologie reposant sur sept critères d'altération, en se basant sur une analyse critique de l'outil QUALPHY (paramètres les plus discriminants, prise en compte des critiques formulées suite aux études de validation, ...) caractérisant le mieux les 3 éléments fixés dans la DCE. Cette méthodologie d'évaluation globale de la qualité hydromorphologique a été appliquée à 102 masses d'eau de surface échantillonnées en Région wallonne afin de tester la méthode. Un indice global de qualité ainsi que des indices partiels par élément et par critère ont été calculés pour les masses d'eau à l'étude. Sur base d'un seuil de résultats de l'indice global de 40%, 33 masses d'eau sur les 102 à l'étude ont été désignées comme MEFM.

La présente étude a pour objectif d'appliquer cette méthodologie à l'ensemble des masses d'eau définies en Région wallonne. Certains ajustements de la méthodologie développée dans la précédente étude ont également été entrepris afin de rencontrer certaines suggestions formulées par le comité d'accompagnement. De plus, les résultats obtenus pour certaines masses d'eau étudiées en 2004 ont montré des discordances de désignation provisoire en tant que MEFM par rapport à la désignation réalisée préalablement par l'Administration, et des vérifications de terrain ont été menées dans la présente étude afin de valider ces désignations provisoires.

CHAPITRE I :

PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE D'EVALUATION GLOBALE DE LA QUALITE HYDROMORPHOLOGIQUE DES MASSES D'EAU DE SURFACE DEFINIES EN REGION WALLONNE

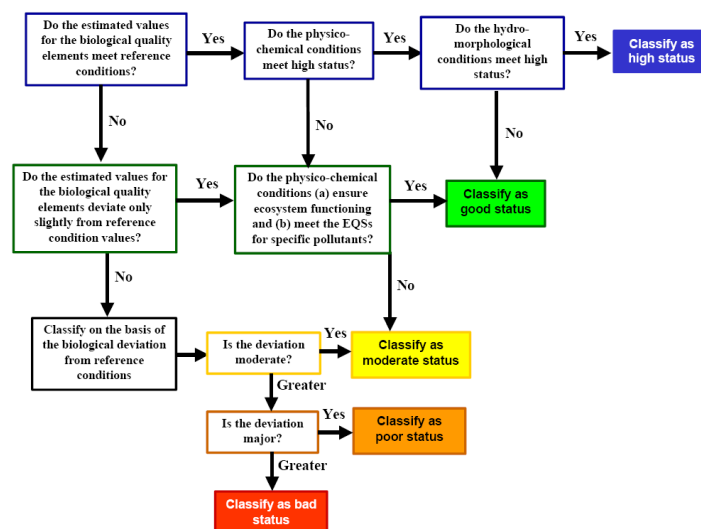
1. LES CONCEPTS METHODOLOGIQUES DE BASE

1.1. Les exigences fixées par la DCE

Le développement d'un outil d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau wallonne de surface s'inscrit directement dans l'application de la DCE en Région wallonne. Cette Directive européenne impose que chaque masse d'eau de surface fasse l'objet d'une évaluation de la qualité hydromorphologique selon 3 éléments : l'hydrologie, la morphologie et la continuité.

Cette évaluation intervient dans deux objectifs de l'état des lieux des masses d'eau :

- Le premier devant aboutir à une désignation provisoire des MEFM,
- Le second ayant pour but de confirmer ou d'infirmer le statut de très bon état écologique des masses d'eau présentant un très bon état biologique et physico-chimique (voir schéma ci-dessous).



La désignation provisoire des MEFM constitue un objectif majeur de cette évaluation de la qualité hydromorphologique. Selon les textes de la DCE, une MEFM provisoirement désignée est une masse d'eau :

- à risque de non atteinte du bon état écologique,
- **et** où les modifications hydromorphologiques sont **significatives** à l'échelle de la masse d'eau,
- ces modifications significatives sont dues à des **altérations physiques** importantes à l'échelle de la masse d'eau, occasionnées par des activités humaines (**pressions**) impactant les **qualités hydrologiques et morphologiques** de ces cours d'eau.

Ce contexte d'évaluation fixé par la DCE nous a donc imposé :

- De structurer la méthodologie d'évaluation selon les 3 éléments définis dans la DCE,
- D'orienter cette évaluation à partir d'une identification et une estimation des altérations (ou incidences anthropogéniques), qui sont comparés à des conditions de référence préalablement définies.

Cette méthodologie d'évaluation est donc fortement orientée sur la mesure des incidences des pressions d'origine anthropique à l'échelle des masses d'eau. En d'autres termes, il s'agit plus ici d'estimer l'ampleur et l'intensité des altérations physiques qui affectent la masse d'eau que de décrire les caractéristiques du fonctionnement naturel de ces écosystèmes aquatiques.

1.2. Définition d'un état de référence hydromorphologique

Le contexte fixé par la DCE et le postulat méthodologique défini précédemment repose sur la prise en compte d'un **état (pseudo naturel) de référence** des cours d'eau. Celui-ci peut être défini comme *« l'état qu'aurait ou que pourrait avoir un cours d'eau si on supprimait tous les aménagements et les ouvrages contraignants et structurants qui le contrôlent, afin de le laisser évoluer naturellement »* (MEDD, 2002).

Dans ce cadre conceptuel, l'évaluation de la qualité hydromorphologique s'oriente vers une évaluation de l'état d'anthropisation du cours d'eau, dépendant de **la nature, de l'intensité des altérations** qui affectent celui-ci et de **la sensibilité de ce cours d'eau à ces altérations**. Une masse d'eau n'ayant subi que des altérations de faible intensité sur une portion faible de son linéaire total, et facilement réversible, sera donc de bonne qualité.

Cette approche présente l'intérêt de cibler et de quantifier les sources d'altération à l'échelle de la masse d'eau et de préciser leur part respective dans la dégradation des cours d'eau. Elle constitue ainsi *« une démarche dynamique qui peut permettre d'évaluer les possibilités de gestion et de restauration des cours d'eau »* (MEDD, 2002).

1.3. Sectorisation des masses d'eau et échelles de travail

La méthodologie d'évaluation que nous proposons intègre une sectorisation des cours d'eau définis comme masses d'eau de surface. Cette sectorisation est nécessaire afin de distinguer les types de fonctionnement hydromorphologique existants pour les cours d'eau wallons, ou des objectifs spécifiques comme celui de la « Continuité longitudinale des cours d'eau », selon des échelles d'analyse appropriées.

Les masses d'eau wallonnes de surface ont été définies sur base des recommandations fixées dans la DCE (système B utilisé en Région wallonne). Une typologie de ces masses d'eau a été définie et 25 types différents ont été identifiés. Chaque type de masse d'eau est donc considéré comme homogène par rapport aux critères qui ont été retenus pour cette typologie. Néanmoins, l'approche du fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau nous a amené à définir d'autres critères associés à des échelles d'analyse spécifiques, et donc à sectoriser les linéaires de masses d'eau en plusieurs tronçons de vallée ou à regrouper ces linéaires pour rencontrer d'autres objectifs.

Cette sectorisation des masses d'eau a permis d'établir une **typologie fonctionnelle** des cours d'eau, établissant ainsi des conditions de référence du fonctionnement hydromorphologique et/ou écologique de ces cours d'eau. Cette typologie fonctionnelle est utilisée dans le calcul des indices de qualité en pondérant les données collectées afin de tenir compte du fonctionnement spécifique du tronçon étudié et de sa sensibilité aux altérations identifiées et quantifiées.

1.4. Concepts de « critères d'altération » et d'états du critère

Compte tenu des concepts méthodologiques énoncés précédemment, mettant en exergue que la qualité hydromorphologique dépend notamment de la nature et de l'intensité des altérations d'origine anthropique s'exerçant sur les cours d'eau, nous avons défini des « **critères d'altération** » qui caractérisent les trois éléments fixés par la DCE.

Ces critères synthétiques expriment la nature et l'intensité des impacts générés par des altérations majeures affectant les cours d'eau. Ces critères sont caractérisés par **une série d'états** :

- Un état de référence,
- Un ou plusieurs états d'altération exprimant des degrés d'intensité des impacts concernés par ces critères.

1.5. Principe d'évaluation

Le principe d'évaluation que nous avons développé s'appuie sur les travaux de nombreux auteurs (ANDRIAMAHEFA, 1999 ; WASSON et *al.*, 1998, ...). Ces travaux français reposent eux-mêmes sur le **modèle PER (Pression – Etat – Réversibilité)** développé au Canada et adopté par d'autres organisations (OCDE, WRI, EPA). Ce modèle PER qui a été modifié pour intégrer la problématique de l'anthropisation des cours d'eau, repose sur la **notion de causalité** (ANDRIAMAHEFA, 1999) : les activités humaines exercent des pressions qui affectent les écosystèmes aquatiques (« état »). Cet écosystème répond à ces changements de manière spécifique selon ses propres caractéristiques fonctionnelles et selon des trajectoires plus ou moins définitives (notions de « Réversibilité » ou de « Sensibilité » des types de cours d'eau).

Ce modèle intègre 2 composantes (ANDRIAMAHEFA, 1999) :

- Les indicateurs ou critères (nos critères d'altération) qui sont des paramètres (mesures ou observations) ou leurs expressions statistiques ;
- Les indices qui sont un ensemble de critères agrégés et/ou pondérés, décrivant une situation, l'état d'un phénomène de l'environnement ou d'une zone géographique. Ces indices constituent une aide précieuse pour les gestionnaires des cours d'eau en leur permettant d'apprécier l'état de santé des hydrosystèmes. Ils peuvent également être précieux pour apprécier les résultats réels de politiques de restauration des cours d'eau.

Les indices que nous proposons reposent sur la modalité de calcul suivante :

Indice de qualité = L x I x S, avec :

L = Linéaire correspondant aux différents états des critères,

I = Intensité des altérations (états)

S = Sensibilité du cours d'eau à ces altération selon son type fonctionnel.

Cette combinaison de paramètres amenant au calcul des indices se justifie par les remarques ou précisions suivantes :

- L'artificialisation des cours d'eau doit être évaluée à une échelle suffisamment globale (celle du tronçon ou de la masse d'eau). Cela implique qu'il faut prendre en considération le cumul des impacts générés par les altérations ;
- L'intensité des altérations (I) cherchera à mettre en évidence les différents niveaux d'altération s'exerçant sur les cours d'eau pour un critère donné, par rapport à un état de référence. Des états de référence et des états d'altération ont été ainsi définis, quantifiés et pondérés pour chaque critère d'altération proposé.

- La sensibilité des cours d'eau (S) s'attache à pondérer le calcul de l'indice afin de tenir compte de la réponse spécifique de certains types de cours d'eau à des altérations. Par exemple, des travaux de rectification du tracé en plan engendreront des impacts négatifs plus importants pour un cours d'eau naturellement sinueux à énergie faible, que pour un cours d'eau à énergie forte et peu sinueux.

Ces calculs d'indices font donc appel à différentes données :

- Des données quantifiées exprimant les linéaires affectés pour chaque état des critères,
- Deux systèmes de pondération de ces données : l'un concernant ces états et l'autre traduisant la sensibilité spécifique des types de cours d'eau à ces altérations.

2. SECTORISATION ET TYPOLOGIE PHYSIQUE DE RÉFÉRENCE DES COURS D'EAU WALLONS

2.1. Différents objectifs et échelles d'analyse

L'évaluation de la qualité hydromorphologique selon le trois éléments fixés par la DCE nous a amené à réfléchir sur les objectifs et les échelles d'analyse pertinents pour aborder chacun de ces éléments. Deux objectifs d'analyse ont ainsi été identifiés :

1. L'évaluation des impacts cumulés occasionnés par les altérations d'origine anthropique s'exerçant sur les éléments « Hydrologie » et « Morphologie ». **L'échelle du tronçon de vallée** a été retenue pour cette évaluation. Ces tronçons de vallée correspondent à des unités homogènes qui sont définies selon COHEN (1998), comme « *toute portion de cours d'eau dont les profils en long et en travers sont constants ainsi que son gabarit moyen* ». Ils ont été délimités par une sectorisation des linéaires de masses d'eau et caractérisés par un type de fonctionnement spécifique. C'est au sein de ces unités homogènes que sera estimé le cumul des impacts générés par les différentes altérations retenues dans la méthodologie.
2. La problématique de la continuité longitudinale des cours d'eau nécessite une approche et une échelle d'analyse différente de celle du tronçon de vallée. Elle s'inscrit dans une réflexion qui vise à favoriser la libre circulation des espèces aquatiques dans le gradient amont/aval. Les poissons ont été retenus comme indicateur pour cette problématique. Cet **axe de continuité longitudinale** implique de tenir en compte des besoins et des comportements spécifiques de groupes d'espèces représentés par des espèces indicatrices de référence (ces besoins et comportements impliquant une dimension spatiale, ils sont différents pour des grands migrateurs, comme le Saumon atlantique, par rapport à ceux nécessaires pour les cyprins d'eaux calmes). **L'échelle de la masse d'eau ou du groupe de masses d'eau contiguës** a été retenue pour aborder cette problématique de la continuité longitudinale des cours d'eau.

2.2. Caractérisation et typologie fonctionnelle des tronçons de vallée

En référence avec la littérature existante (COHEN, 1998, SOUCHON et *al.*, 2000, SEELBACH et *al.*, 1997) et avec le projet de norme CEN prEN 14614 : 2004 relatif à « *The water quality - Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers* », il nous est apparu opportun de définir **le tronçon de vallée** comme l'unité de base de l'évaluation.

Cette sectorisation effective des masses d'eau en tronçons de vallée a été menée en combinant trois couches d'information :

- ❖ Le linéaire de masse d'eau en tant qu'échelle d'analyse officielle de la qualité écologique des cours d'eau (et donc de la qualité hydromorphologique) dans la DCE ;

- ❖ Le linéaire de types physiques fonctionnels qui amène une première sectorisation du linéaire des masses d'eau ;
- ❖ Le rang des cours d'eau (ordination de Strahler) qui permet un second découpage assez fin en tronçons de vallée homogènes en termes de taille des cours d'eau, de prise en compte du gradient amont / aval et du régime hydrologique.

Caractérisation et définition des types fonctionnels

Ce chapitre fait notamment référence à l'étude de MOY. J, GUYON. F, COGELS. X (2004) réalisée dans le cadre du programme PIRENE.

S'inspirant des travaux de COHEN (1998), eux-mêmes basés sur ceux de CUPP (1989) aux USA, cette première sectorisation a permis la définition d'une typologie fonctionnelle simplifiée reposant sur les variables de classification suivantes :

- la pente de la vallée, reflétant le degré d'énergie des cours d'eau, est une variable de contrôle essentielle de la dynamique fluviale ;
- la largeur du fond de vallée et la pente des versants déterminent le type de vallée, qui a aussi un rôle majeur de contrôle géomorphologique (espace de mobilité, espace d'expansion des crues, apports d'éboulis de versant, etc.) ;
- la lithologie du fond de vallée, qui contrôle aussi les possibilités d'érosion latérale, donc la dynamique fluviale et écologique. Elle est souvent le reflet des types de substrat qui occupent le fond des cours d'eau ;
- le style fluvial, qui permet d'appréhender l'écoulement ;
- la largeur du lit mineur joue un rôle fonctionnel important tant au niveau des processus physiques qu'écologiques.

Cette première sectorisation vise surtout à rechercher les **grandes ruptures géomorphologiques** affectant les vallées (largeur, profil, ...) et les **principaux changements morphométriques** des cours d'eau (sinuosité, largeur, ...).

Afin de limiter le nombre théorique de types et pour respecter une signification géomorphologique, une hiérarchisation des critères a dû être effectuée. Ces critères ont donc été découpés en classes et appliqués dans l'ordre suivant : pente de la vallée, largeur du lit majeur, pentes des versants et lithologie des terrains superficiels. Des paramètres secondaires sont venus appuyer et compléter la description des types (rang, sinuosité, largeur du lit mineur). Un échantillon de plus de 100 cours d'eau répartis dans l'ensemble des 14 grands sous bassins de la Wallonie (correspondant à plus de 400 tronçons de vallée) a permis cette caractérisation typologique.

MOY et al. (2004) distinguent 9 types et sous-types de cours d'eau en Région wallonne. Des correspondances typologiques ont été formulées avec les types définis en France (typologie Rhin-Meuse utilisée par QUALPHY et typologie nationale plus diversifiée utilisée par le SEQ-Physique).

L'extrapolation des résultats de cette étude à l'ensemble des cours d'eau repris comme masses d'eau à l'échelle de la Région wallonne a été effectuée dans le cadre de ces deux études. En correspondance typologique avec la typologie nationale française, 7 des 9 types définis ont été retenus pour être appliqués aux cours d'eau wallons (excluant certaines variantes lithologiques de type, sans

pondération spécifique dans la typologie nationale française). Ces 7 types fonctionnels sont nommés dans le tableau ci-dessous

Types physiques fonctionnels définis en Région wallonne	Code Type (ref.. : typologie nat. Française Seq Physique)
Cours d'eau à énergie forte des vallées en V	T122
Cours d'eau à énergie moyenne à forte des vallées en U	T212
Cours d'eau à énergie moyenne à forte des plateaux et collines à couverture superficielle caillouteuse	T215
Cours d'eau à énergie moyenne à faible des plateaux et collines à couverture superficielle argilo-limono-sableuse	T221
Cours d'eau à énergie moyenne à faible des côtes calcaires ou schisteuses	T231
Cours d'eau à énergie moyenne à faible des basses vallées calcaires ou schisteuses	T233
Cours d'eau à énergie faible des plaines d'accumulation et des collines argilo-limono-sableuses	T330

Un descriptif détaillé de ces différents types physiques de cours d'eau wallons est présenté en annexe de ce rapport. La répartition cartographique de ces types physiques pour les masses d'eau wallonnes est présentée dans l'annexe cartographique qui accompagne ce rapport.

Définition du rang des cours d'eau

Le rang de Strahler a été calculé à partir de la couche hydrographique « Masses d'eau » qui nous a été fournie par la Direction des Eaux de Surface de la DGRNE. Cette couche provient de la digitalisation du réseau hydrographique wallon à partir des fonds IGN 1/10.000. Elle comprend l'ensemble des cours d'eau classés en Région wallonne ainsi que les parties non classées pour les cours d'eau repris en tant que masses d'eau (volonté de l'administration d'intégrer les têtes de bassin). Cette couche a été toilettée afin de calculer automatiquement sous ArcView 3.1 les ordres de Strahler pour les masses d'eau (extension Strahler.avx). Ce toilettage a consisté à revoir la topologie du réseau hydrographique et d'exclure les arcs de têtes de bassin (présentant un « dangle node ») trop petit (inférieur à 500 m) pour participer à cette hiérarchisation de l'hydrographie, en accord avec les travaux de ANDRIAMAHEFA (1999).

Une longueur minimale de 2 Km a été retenue pour définir un tronçon de vallée (en référence aux travaux de ANDRIAMAHEFA (1999)). Ceci nous a amené parfois à regrouper des tronçons d'ordre 1 et 2 en tête de vallée.

Codification des tronçons de vallée

Une codification des tronçons de vallée a été définie de la manière suivante :

- 5 caractères relatifs au code la masse d'eau définis par la Direction des Eaux de Surface de la DGRNE,
- 4 caractères relatifs au type physique (code Seq-Physique, typologie nationale française),
- 2 caractères relatifs à l'ordre de Strahler (O1, O2, ...),
- 1 caractère supplémentaire facultatif (A, B, ...) pour individualiser chaque tronçon de cours d'eau.

Exemple de codification : AM01RT21501A

- AM01R : code la masse d'eau
- T215 : type physique

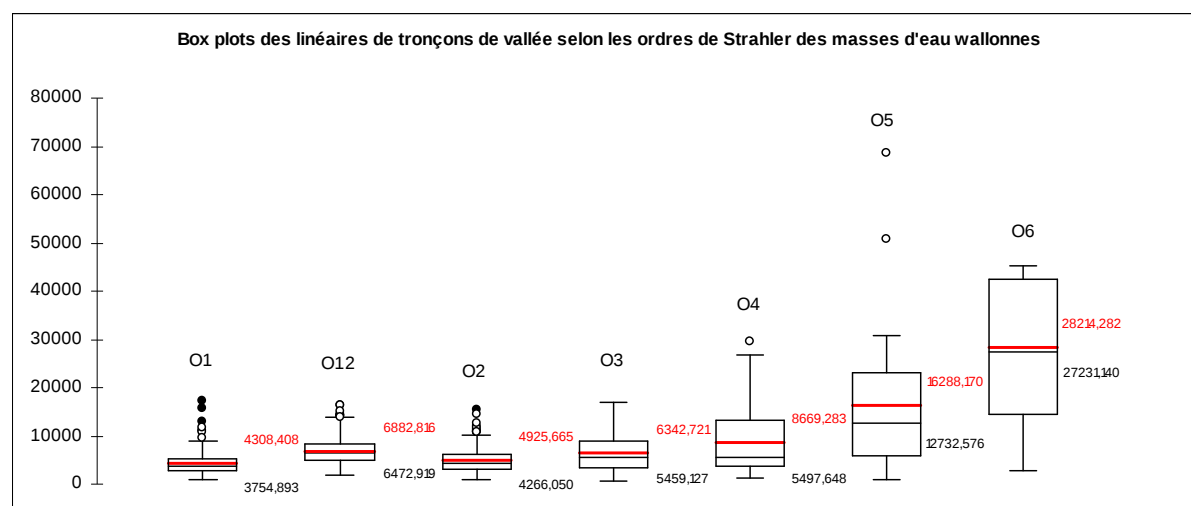
- O1 : ordre de Strahler
- A : identifiant spécifique du tronçon de cours d'eau (ID arc unique).

La cartographie des tronçons de vallée ainsi que celle de l'ordination de Strahler du réseau hydrographique wallon défini comme masses d'eau sont présentées dans l'annexe cartographique.

996 tronçons de vallée ont été ainsi définis pour l'ensemble des masses d'eau wallonnes. Ils se répartissent selon l'ordination de Strahler et les différents types physiques identifiés en Région wallonne de la manière suivante :

CODE TYPE	O1	O12	O2	O3	O4	O5	O6	O7	Total
T122	13	10	22	5					50
T212	23	30	52	58	13				176
T215	135	118	89	73	10				425
T221	56	42	44	28	3				173
T231				3	16	14	3		36
T233				12	14	12	2	1	41
T330	21	17	18	24	9	5			95
Total	248	217	225	203	65	31	5	1	996

Le graphique ci-dessous présente les valeurs statistiques classiques sous forme de box-plot des longueurs moyennes de ces tronçons selon l'ordination de Strahler.



2.3. Caractérisation des axes de continuité longitudinale

Ces délimitations ont été définies afin d'établir des conditions de référence spatiale de la continuité longitudinale des cours d'eau. Elles ont été établies pour trois groupes d'espèces de poissons impliquant des exigences écologiques et spatiales spécifiques en termes de libre circulation dans les cours d'eau. Le tableau ci-dessous présente ces trois objectifs spécifiques et les échelles d'analyse associées.

Axes de continuité longitudinale	Types de cours d'eau	Echelle d'analyse
Grands migrateurs : Saumon atlantique, Lamproie fluviatile	Très grande rivière à rivière du bassin de la Meuse *	Groupe de masses d'eau contiguës
Espèces salmonicoles (excepté Saumon atlantique)	Masses d'eau à pente forte (typologie salmonicole) à l'exception de celles reprises pour les grands migrateurs	Groupe de masses d'eau contiguës
Autres espèces (cyprins)	Masses d'eau à pente moyenne à faible (typologies intermédiaire et cyprinicole) à l'exception de celles reprises pour les grands migrateurs	Masse d'eau

* à l'exception des cours d'eau des bassins de la Sambre, du Viroin et de la Semois trop éloignés de l'aval (Cf., comm. personnelle de J.C. Philippart) et des 2 Ourthe isolées par le barrage de Nisramont quasi impossible à aménager du fait de la topographie des lieux (vallée encaissée).

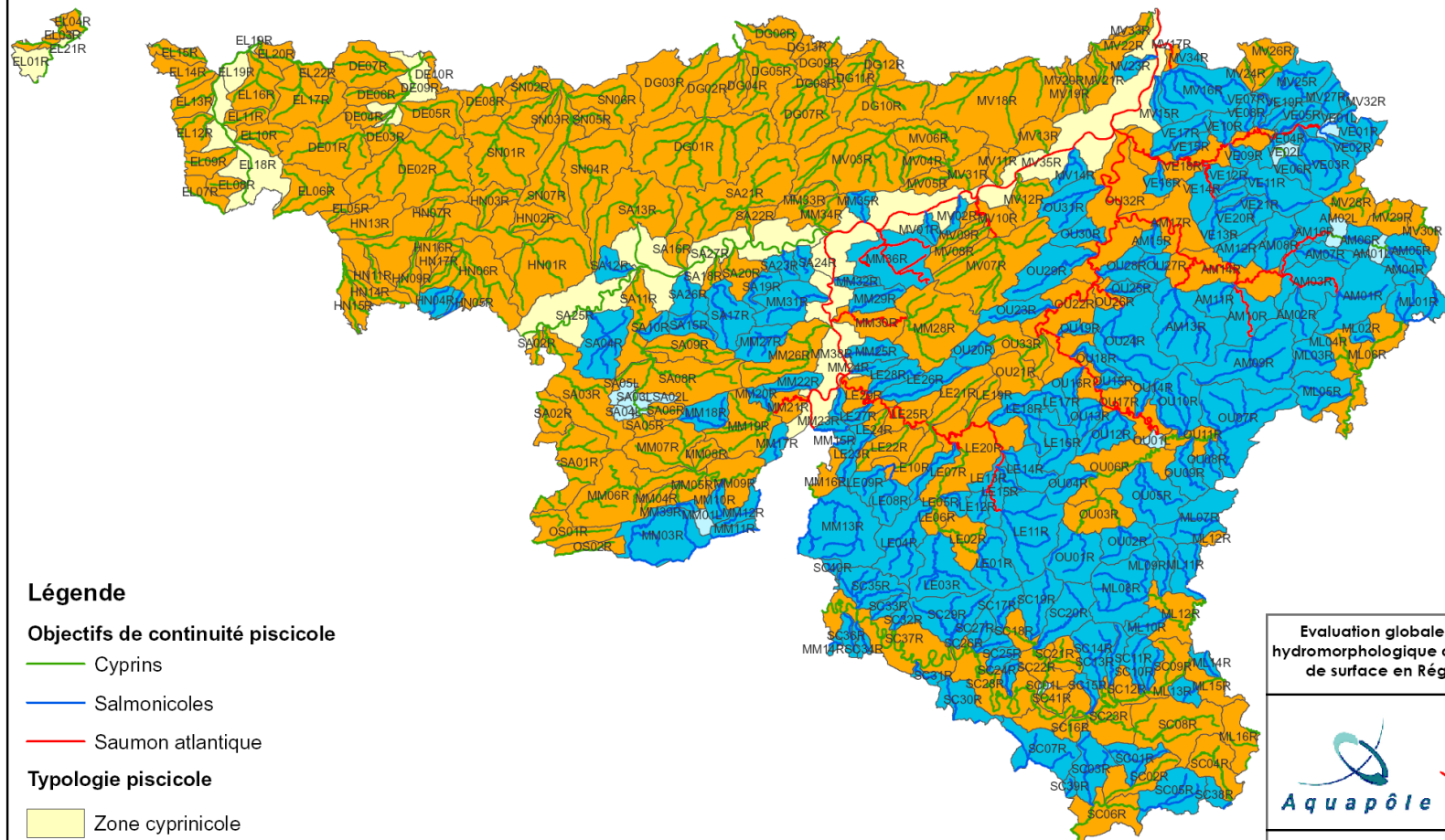
Selon ces modalités, un axe de continuité longitudinale est défini pour chaque masse d'eau de surface et servira de référence et de pondération dans l'outil de calcul des indices de l'élément « Continuité ». Cette caractérisation a été établie suite à des contacts avec Messieurs P. GERARD du Centre de Recherche Nature, Forêts et Bois de la Région wallonne et J.C. PHILIPPART du Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydro-Ecologie de l'Unité de Biologie du Comportement (ULg).

La carte à la page suivante présente la répartition géographique de ces trois objectifs de continuité.

Remarques particulières :

- Pour les grands migrateurs, la priorité est donnée au Saumon atlantique pour lequel le projet international Saumon2000 est en cours d'application depuis de nombreuses années et les premiers résultats de remontée dans la Meuse ont été constatés récemment. La truite de mer qui colonise essentiellement les mêmes milieux que le Saumon est également concernée par cet objectif « Grands migrateurs ».
- L'anguille européenne est une autre grande espèce migratrice. Tous les cours d'eau de Wallonie sont potentiellement colonisables par cette espèce. Néanmoins, les capacités de franchissement des obstacles de cette espèce sont très particulières (possibilités de sortie à l'air libre et de contournement de l'obstacle). Les obstacles identifiés en Région wallonne (Fed. Pêcheurs de l'Est/DGRNE) ont été évalués en termes de franchissement principalement pour les espèces de type salmonicole. Ces informations ne sont pas adaptées pour évaluer les problèmes de libre circulation pour l'anguille. Pour toutes ces raisons, nous n'avons pas intégré l'anguille européenne dans cet objectif « Grands migrateurs ». Cette intégration souhaitable mériterait une étude spécifique.
- Pour les cyprins, l'échelle d'analyse de la masse d'eau a été retenue (et non le groupe de masses d'eau). Cette référence spatiale nous semble suffisante compte tenu des déplacements relativement faibles des espèces de cyprins dans les cours d'eau pour assurer leurs différents besoins (reproduction, alimentation, repos).

Présentation des axes de continuité longitudinale



Légende

Objectifs de continuité piscicole

- Cyprins
- Salmonicoles
- Saumon atlantique

Typologie piscicole

- Zone cyprinicole
- Zone salmonicole
- Zone intermédiaire
- Plans d'eau

Evaluation globale de la qualité
hydromorphologique des masses d'eau
de surface en Région wallonne



Auteur des données : F. GUYON
Auteur de la carte : N. NEDERLANDT
Mars 2006

Echelle : 1/1.000.000



3. DÉFINITION ET MODALITÉS D'ESTIMATION DES CRITÈRES D'ALTÉRATION DU PROTOCOLE

3.1. Choix des critères d'altération

Ces critères d'altération ont été définis à partir d'une étude critique de trois méthodes développées en France :

1. L'outil QUALPHY, développé par l'Agence de l'Eau Rhin Meuse et testé en Région wallonne sur de nombreux cours d'eau : Meuse, Sambre, Ourthe, Lesse, Vesdre, Semois et affluents, Dendre, Senne, Escaut, Haine (GUYON et *al.*, 2003(a) (b) ; MOY et *al.*, 2004).
2. L'outil SEQ-Physique est à considérer comme une variante de l'outil QUALPHY qui fait suite à des études de validation de l'outil QUALPHY par d'autres Agences de l'eau françaises. La méthodologie générale est la même mais certains paramètres ont été ajoutés (notamment ceux relatifs à l'hydrologie) ou précisés.
3. Le Réseau d'Observation des Milieux (ROM) et/ou le Réseau d'Expertise des Habitats (REH), développés par le Conseil Supérieur de la Pêche (CSP) en France. Ces outils orientés « habitats piscicoles » impliquent un inventaire des perturbations ayant un impact significatif sur le milieu aquatique. Le REH développé par le CSP de Loire Bretagne présente une structuration des paramètres d'évaluation très proche de celle qui est demandée par la DCE.

L'analyse critique de ces méthodes a porté tant sur le choix des paramètres que sur leur importance (poids selon le type) dans le calcul des indices de qualité physique.

La méthode à mettre en place doit également correspondre à la demande de l'administration qui souhaite obtenir « *un système pratique, financièrement réalisable et techniquement faisable* ». Cet impératif implique une utilisation maximale des données existantes et notamment des diverses couches informatiques SIG et photographies aériennes développées en Région wallonne. Un inventaire des différentes couches existantes a été mené afin d'envisager leur utilisation dans la construction de critères d'altération.

Six critères d'altération ont été définis pour les trois éléments fixés dans la DCE. Le tableau figurant à la page suivante, présente pour chacun des trois éléments de la qualité hydromorphologique et de leurs descripteurs fixés dans la DCE, les informations suivantes :

- Les pressions concernées,
- Les impacts sur l'habitat physique potentiellement engendrés par ces pressions,
- Les critères d'altération en lien avec ces impacts et pressions,
- Les échelles d'analyse.

Remarque :

Conformément à un souhait du commanditaire de cette étude, ce choix de critères intègre une **non redondance des critères et des métriques de calcul dans différents éléments**, ciblant ainsi les impacts directs des altérations majeures définies. Ce souhait correspond à un souci de clarté et de lisibilité des problèmes majeurs inventoriés et évalués. Les six critères ont été définis dans ce sens et sont à considérer comme caractérisant l'état de paramètres clés du fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau. Les impacts indirects de ces altérations n'ont donc pas été directement repris dans cette grille d'analyse. Par exemple, les masses d'eau fortement chenalisées qui généralement engendrent des impacts indirects sur l'hydrologie n'ont été pénalisées que pour le critère « Chenalisation du lit mineur » de l'élément « Morphologie ». Ce biais de l'évaluation est partiellement compensé par les principes de calcul des indices qui reprennent le système d'évaluation de l'élément le plus pénalisant pour définir la qualité globale de la masse d'eau.

Tableau de présentation des critères d'altération de la qualité hydromorphologique des masses d'eau wallonnes

Eléments	Descripteurs	Pressions concernées	Description de l'altération de l'habitat	Critères d'altération
HYDROLOGIE	Quantité et dynamique du débit Connection avec les eaux souterraines	Barrages et ouvrages hydroélectriques	Perturbation du cycle hydrologique annuel et rupture du transport solide	Stabilité du cycle hydrologique
		Contrôle des écoulements (navigation)	Perturbation du cycle hydrologique journalier (éclusées)	Perturbation du débit d'étiage
		Transfert vers canaux Prises d'eau et dérivations	Accentuation des étiages	
MORPHOLOGIE	Variation de profondeur et largeur rivière	Travaux de chenalisation, mise à gabarit et ouvrages hydrauliques pour navigation	Réduction / suppression de la diversité et de l'abondance des habitats du lit mineur - Homogénéisation des écoulements, des largeurs, des profondeurs et de la sinuosité du lit - Risque d'instabilité du lit (enfouissement non naturel)	Chenalisation du lit mineur
	Structure de la rive	Travaux d'aménagement des berges	Artificialisation des berges	Nature des berges
		Travaux d'entretien de la ripisylve, plantations des berges (enrésinement, ...)	Perturbation de la biodiversité et de la stabilité des berges	Continuité de la ripisylve
CONTINUITÉ	Continuité longitudinale du lit mineur	Obstacles sur masses d'eau	Perturbation de la libre circulation des poissons	Obstacles

3.2. Définition des critères d'altération

3.2.1. Les critères d'altération relatifs à l'élément « Hydrologie »

Les pressions pouvant occasionner un impact significatif sur l'hydrologie des cours d'eau wallons sont principalement : les prises d'eau potabilisables et industrielles, les grands barrages et les transferts d'eaux de surface dans les canaux. En regard de cette analyse, le canevas méthodologique a défini deux critères d'altération concernant l'élément « Hydrologie » mentionné dans la DCE :

1. « Stabilité du cycle hydrologique » en référence à une variabilité naturelle saisonnière du régime hydrologique des cours d'eau. Des ouvrages hydrauliques tels que des barrages réservoirs ou à vocation hydroélectrique peuvent avoir des fonctionnements engendrant une homogénéisation de cette variabilité saisonnière des débits et/ou des phénomènes d'éclusées ou de lâchers entraînant un effet de marnage pouvant être préjudiciables pour la faune aquatique. A un degré moindre, les aménagements des grands cours d'eau pour la navigation peuvent également participer à cette stabilité du régime hydrologique via le contrôle des écoulements générés par les barrages et écluses.
2. « Perturbation du débit d'étiage » en relation avec le maintien nécessaire d'un certain niveau d'eau en situation d'étiage pour la faune et la flore aquatique (notion de « Débit minimum biologique »). Cet aspect est à mettre en relation avec les prélèvements en eaux de surface pour satisfaire divers usages (alimentation en eau potable, usages industriels, ...) et avec des débits réservés au niveau des barrages réservoirs non suffisant ou perturbant pour le milieu aquatique.

Ces deux critères d'altération du débit liquide font référence aux critères définis dans le REH français. Ils intègrent également les impacts indirects des pressions concernées sur le débit solide des cours d'eau (déficit en matériaux, phénomènes d'érosion du lit, ...).

3.2.2. Les critères d'altération relatifs à l'élément « Morphologie du lit et des berges »

Chenalisation du lit mineur

Les travaux d'aménagement du lit mineur des cours d'eau, souvent lourds, ont entraîné des impacts écologiques importants sur la faune et la flore aquatique en modifiant fortement l'habitat physique des rivières. L'impact majeur et le plus fréquent de ces aménagements sur le milieu physique d'un cours d'eau est la mise en place d'une morphologie homogène, se singularisant par rapport à celle généralement diversifiée des cours d'eau naturels.

Ces travaux sont de différentes natures : rectifications et curages dans le cadre d'assainissement et d'aménagements agricoles des fonds de vallées, rectifications liées à l'urbanisation et à la mise en place des réseaux de communication, usage de la navigation, Ces rectifications du tracé en plan des cours d'eau ont à la fois modifié la sinuosité naturelle des cours d'eau mais ont également entraîné une homogénéisation des faciès d'écoulement (suppression des radiers et des mouilles de concavité, ...) et du substrat (suppression des blocs et autres supports qui jouent un rôle très important de refuge hydraulique ou de poste d'affût pour la faune aquatique). Ce critère d'altération nous semble assez proche des paramètres « sinuosité » et « faciès » définis dans QUALPHY et le Seq Physique.

Nature des berges

Ce critère vise à mettre en évidence le degré d'artificialisation des berges suite à des aménagements d'origine anthropique (gabions, enrochements, ...). Une berge sera considérée comme naturelle (condition de référence) si le matériau qui la constitue est d'origine naturelle (terre, graviers, végétations, racines, ...).

L'artificialisation des berges a été appréciée en identifiant les différentes pressions exercées sur ce compartiment :

- traversée de zones d'urbanisation et protection de biens immobiliers (emmurement, canalisation, ...),
- proximité de voiries pour lesquelles leur stabilité doit être assurée,
- présence d'ouvrages d'art (ponts, ...) s'accompagnant généralement d'une artificialisation amont et aval des berges afin d'assurer une stabilité de ces ouvrages.

Continuité de la ripisylve

La végétation riveraine joue un rôle fondamental vis à vis du fonctionnement des cours d'eau. Ses fonctions sont multiples (SOUCHON et *al.*, 2000) :

- Fixation des berges,
- Refuge et frein hydraulique en crue,
- Fourniture de débris ligneux grossiers eux-mêmes structurant la morphologie des cours d'eau et servant de support / abri pour la faune et la flore aquatique,
- Fourniture de matière organique grossière aux cours d'eau,
- Filtre des apports terrestres en nutriments et en matières en suspension,
- Ombrage du lit,
- Support et abri pour la faune aquatique par les systèmes racinaires immergés.

L'analyse de cette ripisylve a été envisagée de manière globale par la cartographie de sa présence et de sa continuité le long des cours d'eau. Cette approche globale a permis d'exprimer le linéaire de chaque masse d'eau en pourcentage de ripisylve selon différentes modalités de continuité. Elle constitue un complément intéressant à l'étude fine de la ripisylve entamée par les Facultés Agronomiques de Gembloux qui caractérisent ces végétations à l'échelle stationnelle par de nombreux paramètres (Mouchet et al., 2004).

3.2.3. Le critère d'altération relatif à l'élément « Continuité »

Cet élément fait référence à la nécessaire continuité amont / aval pour les flux hydriques (régime hydrologique), pour les matériaux du lit (transport solide) et pour la faune (et la flore) aquatique (recherche de nourriture, accès aux zones de reproduction, ...).

Obstacles

Ce critère fait référence à tous les ouvrages installés dans ou en travers du cours d'eau, pouvant perturber la libre circulation des poissons et des autres espèces de la faune aquatique (et de la flore). Sont repris sous ce vocable : les barrages, les seuils, les pertuis, les étangs barrages installés en direct sur le cours d'eau, ...

Remarque :

Dans l'étude précédente, un second critère dénommé « Perturbation du débit solide » avait été défini pour cet élément. Ce critère faisait référence à la dynamique naturelle des cours d'eau qui est reconnue

comme « une composante essentielle de l'équilibre naturelle des cours d'eau » (Agences de l'eau, 1999). Ce critère est en lien direct avec les pressions mentionnées pour les deux critères relatifs à l'élément « Hydrologie » : présence de barrages réservoirs, prises d'eau. Aussi, il nous est apparu pertinent de ne pas dupliquer la prise en compte de ces altérations dans les deux éléments. Les altérations sur la continuité du transport des sédiments sont donc à considérer comme prise en compte de manière indirecte, dans les deux critères de l'élément « Hydrologie ».

3.3. Modalités d'estimation des critères d'altération

3.3.2. Les modalités de mesure des critères relatifs à l'élément « Hydrologie »

Sources des données utilisées :

- Masses d'eau de surface identifiées comme « Lacs ou barrages réservoirs » (DGRNE),
- Ordres de Strahler des cours d'eau (présente étude),
- Prises d'eau de surface potabilisables et prises d'eau industrielles importantes (RW).

Métriques :

- % de linéaire aval impacté par des grands barrages,
- % de linéaire aval impacté par des grands barrages et ayant un débit réservé estimé insuffisant,
- % de linéaire impacté par une prise d'eau importante,
- % de linéaire de cours d'eau dont l'écoulement est contrôlé par des écluses (navigation).

Les deux critères d'altération ont été estimés par avis d'expert (Paul DEWIL du SETHY, Pierre GERARD du CRNFB de la RW) pour l'ensemble des ouvrages répertoriés en Région wallonne, en identifiant les linéaires de masses d'eau impactés par les pressions significatives évoquées au point 3.2.1.

Ces linéaires impactés situés à l'aval des ouvrages ont été délimités de la manière suivante : pour un ouvrage installé sur un cours d'eau d'ordre n, l'entièreté du linéaire à l'aval de l'ouvrage est considéré comme altéré jusqu'à la prochaine confluence avec un cours d'eau du même ordre.

3.3.3. Les modalités de mesure du critère « Chenalisation du lit mineur »

Sources des données utilisées :

- Cartes de Vander Maelen (1850),
- Cartes topographiques de l'IGN (1/10.000) les plus récentes,

Métriques :

- % de linéaire présentant une modification du tracé en plan,
- % de linéaire navigué,
- Coefficient de sinuosité et écart à des valeurs de référence (présente étude).

Une approche cartographique a été menée afin d'identifier et de localiser les segments de cours d'eau qui présentent un changement majeur de leur tracé en plan en comparant les tracés des cours d'eau à l'époque de Vander Maelen (années 1850) et ceux figurant sur les cartes topographiques actuelles de l'IGN. La situation du tracé en plan des cours d'eau à l'époque de Vander Maelen constitue donc l'état de référence de ce paramètre. Ce travail cartographique a été réalisé pour toutes les masses d'eau. Signalons que pour la partie germanophone de la Wallonie non couverte par Vander Maelen, des cartes prussiennes datant de la fin du 19^{ème} siècle ont été utilisées pour cette approche cartographique.

Cette première approche de localisation des tronçons chenalisés a été complétée en intégrant l'ensemble des linéaires de cours d'eau mis à gabarit pour en assurer un usage de navigation commerciale (Meuse, Escaut, Sambre et Dendre aval). Ces grands cours d'eau navigués présentent en effet une homogénéisation très importante et entretenue des faciès d'écoulement (profondeur, vitesse) engendrant des impacts importants sur la faune et la flore aquatique.

Détermination de valeurs de sinuosité de référence

Dans le cadre de l'étude précédente, nous avons uniquement repris les pourcentages de linéaires chenalisés, établis à partir d'une analyse diachronique des tracés en plan des cours d'eau, comme métriques de calcul de l'intensité des altérations occasionnées par les travaux affectant le lit mineur.

Dans le cadre de la présente étude, il nous est apparu pertinent d'aller plus loin dans cette estimation en définissant l'écart à une situation de référence de ce tracé en plan pour les tronçons de cours d'eau rectifiés (à l'exception de ceux qui sont navigués).

Pour cela, des valeurs de référence du coefficient de sinuosité ont été calculées pour des types de cours d'eau. Ces types couplent :

- L'appartenance de tronçons de cours d'eau non chenalisés à leur région naturelle,
- Le type physique définis pour ces tronçons,
- Leur ordre de Strahler.

Les différentes combinaisons de ces trois variables ont défini ainsi 76 types.

A partir de la cartographie des tracés en plan des cours d'eau wallons, nous avons sélectionné les segments de cours d'eau ne présentant pas de modification de ce tracé en plan. Ces segments ont été découpés en segments échantillons en appliquant un facteur de longueur unique pour chaque ordre de Strahler, selon les modalités présentées dans le tableau ci-dessous :

Ordres de Strahler	Longueur des segments échantillons
O1	250m
O2	500m
O3	750m
O4	2500m
O5	5000m
O6	5000 m

Ces longueurs échantillons ont été définies arbitrairement en vérifiant qu'au moins un train de méandres soit compris dans ces segments. Ce découpage stratifié en segments échantillons a été entrepris afin de permettre le traitement statistique des données obtenues.

3510 segments échantillons ont été ainsi sélectionnés et leur distribution selon les trois variables définissant les strates est présentée dans le tableau à la page suivante.

Tableau : Distribution du nombre de segments échantillons selon les strates de l'échantillonnage

TYPE ORDRE	ARDENNE	CONDROZ	FAMENNE	LIMONEUSE	LORRAINE	Total
T122O1	116					116
T122O2	121					121
T122O3	18					18
T212O1	138	38	13		53	242
T212O2	210	40	25		16	291
T212O3	201	43	12		7	263
T212O4	41	18	10			69
T215O1	368	192	82	31	22	695
T215O2	327	112	56	73	28	596
T215O3	99	57	23	59	32	270
T215O4	16		6	4	3	29
T221O1				131	38	169
T221O2				191	12	203
T221O3				58	20	78
T221O4				8	11	19
T231O3	12	9				21
T231O4	15	16	6			37
T231O5	27	6				33
T231O6		5				5
T233O3		8	8	21		37
T233O4				9	2	11
T233O5			4		2	6
T330O1				58		58
T330O2				51		51
T330O3				40	4	44
T330O4				14		14
T330O5					14	14
Total	1709	544	245	748	264	3510

Nous avons ensuite calculé le coefficient de sinuosité de ces segments échantillons de la manière suivante : Coeff. sinuosité = (Long. Segment) / (Long. Axe de la vallée concerné par ce segment)

L'axe de la vallée a été retenue comme métrique de calcul afin de prendre en compte la méandration de vallée de certains types de cours d'eau des vallées encaissées, naturellement peu sinueux dans leur vallée. Cet axe de vallée a été défini de la manière suivante sous SIG, en référence aux recommandations de M. Rabotin (forum ArcSig) :

- Définition de l'enveloppe théorique et historique du lit majeur des vallées à partir de la couche des alluvions extraite de celle commercialisée par le Service Géologique de Belgique – Transformation en polyline ;
- Conversion de cette couche enveloppe en couche point en densifiant ces points (un tous les 10m);
- Construction des polygones de Thiessen à partir de cette couche point, puis conversion en polyline ;
- Sélection de la ligne médiane correspondant à l'axe de la vallée.

Cet axe de vallée a été défini pour l'ensemble des cours d'eau wallons repris comme masses d'eau. Il a ensuite été découpé par les limites de l'ensemble des segments rectifiés et des segments échantillons, permettant ainsi le calcul du coefficient de sinuosité.

Les valeurs statistiques classiques ont été calculées pour les données concernant les segments échantillons de référence. Le tableau ci-dessous présente ces résultats.

REGTYPORD	TYPORD	Nbre	Minimum	Maximum	1st Quartile	Median	3rd Quartile	Classes de sinuosité	Remarques
ARDT122O1	T122O1	150	1,000	1,242	1,009	1,034	1,075	Rectiligne à sinueux	
ARDT122O2	T122O2	84	1,000	1,798	1,014	1,059	1,103	Sinueux à rectiligne	
ARDT122O3	T122O3	21	1,000	1,185	1,045	1,077	1,112	Sinueux à rectiligne	
ARDT212O1	T212O1	218	1,001	1,724	1,035	1,090	1,168	Sinueux à rectiligne	
ARDT212O2	T212O2	130	1,000	1,564	1,020	1,070	1,122	Sinueux à rectiligne	
ARDT212O3	T212O3	182	1,000	2,337	1,050	1,100	1,187	Sinueux	
ARDT212O4	T212O4	60	1,001	1,310	1,023	1,061	1,138	Sinueux à rectiligne	
ARDT215O1	T215O1	588	1,000	1,951	1,026	1,081	1,215	Sinueux à rectiligne	
ARDT215O2	T215O2	110	1,000	2,938	1,097	1,217	1,328	Sinueux à très sinueux	
ARDT215O3	T215O3	96	1,002	2,894	1,112	1,201	1,483	Sinueux à très sinueux	
ARDT215O4	T215O4	16	1,088	1,674	1,129	1,404	1,537	Très sinueux à méandrique	
ARDT231O3	T231O3	12	1,001	1,226	1,006	1,020	1,062	Rectiligne à sinueux	
ARDT231O4	T231O4	15	1,003	1,463	1,037	1,072	1,099	Sinueux à rectiligne	
ARDT231O5	T231O5	27	1,012	1,257	1,043	1,067	1,095	Sinueux à rectiligne	
CONT212O1	T212O1	48	1,001	1,906	1,018	1,052	1,095	Sinueux à rectiligne	
CONT212O2	T212O2	30	1,006	1,493	1,038	1,069	1,094	Sinueux à rectiligne	
CONT212O3	T212O3	43	1,000	1,553	1,054	1,082	1,147	Sinueux	
CONT212O4	T212O4	18	1,006	2,424	1,063	1,111	1,174	Sinueux	
CONT215O1	T215O1	256	1,000	1,733	1,015	1,045	1,099	Rectiligne à sinueux	
CONT215O2	T215O2	48	1,001	1,595	1,023	1,074	1,118	Sinueux à rectiligne	
CONT215O3	T215O3	57	1,009	1,743	1,104	1,179	1,256	Sinueux à très sinueux	
CONT221O1	T221O1		1,000	1,614	1,017	1,044	1,124	Rectiligne à sinueux	Valeurs "TYPORD"
CONT221O2	T221O2		1,000	2,325	1,053	1,139	1,242	Sinueux à rectiligne	Valeurs "TYPORD"
CONT221O3	T221O3		1,011	2,293	1,134	1,250	1,377	Sinueux à très sinueux	Valeurs "TYPORD"
CONT231O3	T231O3	9	1,008	1,318	1,071	1,115	1,199	Sinueux	
CONT231O4	T231O4	16	1,003	1,320	1,068	1,121	1,171	Sinueux	
CONT231O5	T231O5	6	1,005	1,432	1,011	1,081	1,124	Sinueux à rectiligne	
CONT231O6	T231O6	5	1,009	1,013	1,013	1,03	1,079	Rectiligne à sinueux	
CONT233O3	T233O3	8	1,048	1,508	1,109	1,243	1,341	Sinueux à très sinueux	
CONT233O4	T233O4		1,028	1,542	1,210	1,254	1,381	Sinueux à très sinueux	Valeurs "TYPORD"
CONT233O5	T233O5		1,127	1,319	1,159	1,217	1,279	Sinueux à très sinueux	Valeurs "TYPORD"
CONT233O6	T233O6							Meuse et Ourthe aval Vesdre	
CONT233O7	T233O7							Meuse	
CONT330O5	T330O5							Sambre amont	
FAMT212O1	T212O1	22	1,002	1,262	1,023	1,052	1,105	Sinueux à rectiligne	
FAMT212O2	T212O2	16	1,003	1,335	1,036	1,055	1,133	Sinueux à rectiligne	
FAMT212O3	T212O3	12	1,020	1,966	1,077	1,163	1,223	Sinueux	
FAMT212O4	T212O4	10	1,014	1,525	1,037	1,078	1,242	Sinueux à rectiligne	
FAMT215O1	T215O1	120	1,001	2,028	1,071	1,140	1,257	Sinueux	
FAMT215O2	T215O2	18	1,013	2,336	1,039	1,132	1,280	Sinueux à rectiligne	
FAMT215O3	T215O3	23	1,021	1,693	1,150	1,219	1,512	Sinueux à méandrique	
FAMT215O4	T215O4	6	1,037	1,420	1,086	1,162	1,205	Sinueux	
FAMT231O4	T231O4	6	1,020	1,224	1,029	1,064	1,127	Sinueux à rectiligne	
FAMT233O3	T233O3	8	1,156	1,608	1,170	1,191	1,241	Sinueux	
FAMT233O4	T233O4		1,028	1,542	1,210	1,254	1,381	Sinueux à très sinueux	Valeurs "TYPORD"
FAMT233O5	T233O5	4	1,127	1,236	1,127	1,159	1,198	Sinueux	
LIMT215O1	T215O1	39	1,003	1,261	1,024	1,076	1,138	Sinueux à rectiligne	
LIMT215O2	T215O2	65	1,000	1,750	1,036	1,114	1,315	Sinueux à rectiligne	
LIMT215O3	T215O3	37	1,001	1,665	1,066	1,187	1,304	Sinueux à très sinueux	
LIMT215O4	T215O4	26	1,018	1,848	1,097	1,202	1,284	Sinueux à très sinueux	
LIMT221O1	T221O1	238	1,000	1,866	1,025	1,080	1,153	Sinueux à rectiligne	
LIMT221O2	T221O2	80	1,002	2,325	1,074	1,177	1,279	Sinueux à très sinueux	
LIMT221O3	T221O3	62	1,002	2,037	1,115	1,224	1,334	Sinueux à très sinueux	
LIMT221O4	T221O4	8	1,140	3,011	1,237	1,496	1,603	Très sinueux	
LIMT233O3	T233O3	21	1,029	1,773	1,132	1,210	1,348	Sinueux à très sinueux	
LIMT233O4	T233O4	9	1,028	1,542	1,181	1,219	1,316	Sinueux à très sinueux	
LIMT330O1	T330O1	80	1,000	1,840	1,037	1,074	1,152	Sinueux à rectiligne	
LIMT330O2	T330O2	23	1,015	1,493	1,079	1,149	1,208	Sinueux	
LIMT330O3	T330O3	46	1,028	1,694	1,106	1,195	1,267	Sinueux à très sinueux	
LIMT330O4	T330O4	14	1,001	1,799	1,065	1,151	1,467	Sinueux	
LIMT330O5	T330O5							Escaut	
LORT212O1	T212O1	62	1,001	1,365	1,017	1,044	1,093	Rectiligne à sinueux	
LORT212O2	T212O2	7	1,007	1,135	1,011	1,035	1,119	Rectiligne à sinueux	
LORT212O3	T212O3	7	1,008	1,085	1,020	1,034	1,051	Rectiligne à sinueux	
LORT215O1	T215O1	26	1,006	1,646	1,025	1,060	1,127	Sinueux à rectiligne	
LORT215O2	T215O2	24	1,012	1,386	1,118	1,159	1,209	Sinueux	
LORT215O3	T215O3	32	1,040	2,124	1,155	1,214	1,388	Sinueux à très sinueux	
LORT215O4	T215O4	3	1,246	2,192	1,246	1,254	1,495	Très sinueux	
LORT221O1	T221O1	38	1,001	1,366	1,014	1,044	1,147	Rectiligne à sinueux	
LORT221O2	T221O2	12	1,018	1,229	1,032	1,095	1,157	Sinueux à rectiligne	
LORT221O3	T221O3	20	1,032	2,293	1,113	1,300	1,455	Très sinueux	
LORT221O4	T221O4	11	1,087	1,599	1,226	1,338	1,420	Très sinueux	
LORT233O4	T233O4	2	1,343	1,390	1,343	1,343	1,366	Très sinueux	
LORT233O5	T233O5	2	1,279	1,319	1,279	1,279	1,299	Très sinueux	
LORT330O3	T330O3	4	1,475	1,684	1,475	1,498	1,544	Très sinueux	
LORT330O4	T330O4	14	1,125	3,851	1,299	1,389	1,473	Très sinueux	

Une première approche de ces conditions de référence de la sinuosité des cours d'eau a été menée pour la combinaison « Type physique – Ordre de Strahler ». Néanmoins, des différences significatives existaient à l'échelle de la région naturelle (test de Kruskal-Wallis), ce qui nous a amené à intégrer la variabilité régionale de ce paramètre.

Les cours d'eau des vallées encaissées (T122, T212, T231) ainsi que les petits cours d'eau des têtes de vallées (ordres 1 et 2) présentent naturellement des coefficients de sinuosité faibles (cours d'eau rectilignes à sinueux). Ce sont les cours des plaines et collines à couverture superficielle argilo-limono-sableuse, ainsi que les cours d'eau des plateaux sur schistes ou calcaires présentant généralement des placages limoneux en surface, qui présentent les coefficients de sinuosité les plus élevés (cours d'eau très sinueux à méandriformes).

Pour les cours d'eau identifiés comme rectifiés par l'analyse diachronique, **une valeur seuil d'altération a été définie à partir de la valeur du 1^{er} quartile correspondant à la situation de référence** calculée pour le type concerné. Les segments rectifiés dont la valeur du coefficient de sinuosité est inférieure à cette valeur seuil seront plus pénalisés dans le calcul des indices par le biais des pondérations associées aux états du critère. Ces segments rectifiés sont donc estimés selon deux niveaux d'altération croissants.

3.3.4. Les modalités de mesure du critère « Nature des berges »

Sources des données utilisées :

- Inventaires de terrain QUALPHY,
- Couche « Occupation des sols » (RW).
- Couche « STREET » (RW),
- Couche « Réseaux de transport » (RW).

Métriques :

- % de linéaire de berges urbanisées,
- % de linéaire de berges artificialisées.

Ce critère a été estimé en identifiant et en cartographiant les linéaires de berges naturelles ou aménagées, ou susceptibles de l'être (approche potentielle prédictive). Ainsi, les données suivantes ont été collectées pour ce critère :

- Les linéaires de berges aménagées, identifiés dans différentes études d'application de l'outil QUALPHY (Meuse, Ourthe, Lesse, Haine, Dendre, Dendre orientale, Vesdre, Sambre). Ces inventaires de terrain ont localisé chaque segment de berges aménagées.
- Les linéaires de berges situées à proximité de voiries et pour lesquels il est probable que des aménagements de protection aient été réalisés. Cette approche prédictive a été réalisée par B. NUTTENS de l'Administration des Eaux de Surface en délimitant des buffers des cours d'eau repris comme masses d'eau. La taille de ces buffers correspond à une valeur moyenne de la largeur des cours d'eau calculée à partir de données figurant dans l'Atlas des cours d'eau. Ces buffers constituent des enveloppes centrées sur l'axe du lit et ajustées sur les linéaires de berges. Ils ont été croisés avec la couche « STREET » qui reprend l'ensemble des voiries de Wallonie afin de délimiter les arcs de voiries situés à proximité du cours d'eau.

- Les linéaires de cours d'eau croisant les grands réseaux de transport (voies ferrées, routes et autoroutes). Ces croisements s'accompagnent généralement d'ouvrages de type ponts qui sont stabilisés au niveau de leurs linéaires amont et aval. Des distances arbitraires de linéaires impactés ont été définies pour chaque type de réseau de transport selon les modalités présentées ci-dessous :

Type de voiries	Linéaire impacté
Voies ferrées	50m
Autoroutes	80m
Routes nationales	40m

- Les linéaires de berges traversant des zones d'urbanisation par croisement entre la couche hydrographique des masses d'eau et la couche « Occupation des sols ». Signalons que cette couche date de 1988 !

3.3.5. Les modalités de mesure du critère « Continuité de la ripisylve »

Sources des données utilisées :

- Inventaires de terrain QUALPHY,
- Plans Photographiques Numériques Communaux (PPNC) de la Direction Générale des Pouvoirs locaux (DGPL).

Métrique :

- % de continuité de la ripisylve selon 4 modalités.

Ce paramètre qui caractérise l'importance de la ripisylve est estimé, à partir des Plans Photographiques Numériques Communaux (PPNC), par une identification et une localisation cartographique de segments de ripisylve selon les quatre modalités suivantes, présentés selon une valeur croissante de leur état de perturbation :

- Une ripisylve continue à subcontinue occupe plus de 80 % du linéaire du segment (= situation de référence ;
- Présence d'une ripisylve discontinue : continuité que sur une seule berge, continuité globale entre 20 et 80 % du linéaire total du segment ;
- Présence d'une ripisylve potentielle. Celle-ci n'existe pas encore ou est à l'état arbustif. Cette situation a été notée exclusivement dans les cas de coupes forestières (notamment de résineux) et de friches herbacées sans usages, pour lesquelles une ripisylve devrait pouvoir se réinstaller spontanément (respect de la loi des 6 mètres pour les terrains forestiers) ;
- Absence de ripisylve ou ripisylve très clairsemée (moins de 20% du linéaire total du segment).

Pour les cours d'eau évalués par le protocole QUALPHY tel que défini par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (la Meuse et les cours d'eau repris dans le programme PIRENE), un relevé précis de terrain est effectué lors de la phase d'inventaire de terrain et il a été convenu d'encoder les données plus complètes provenant de cet inventaire dans la table de données de la couche « Berges » qui centralise les informations relatives à ce compartiment. Une comparaison entre cette approche de terrain et celle réalisée à partir des PPNC (sur la Semois et sur la Lesse) a permis de valider l'approche retenue dans le protocole d'évaluation globale.

3.3.6. Les modalités de mesure du critère « Obstacles »

Sources des données utilisées :

- Couche « Obstacles » (RW),
- Couche « Moulins » (RW – APERE)
- Inventaire de terrain complémentaire réalisé dans le cadre de cette étude,
- Résultats des données QUALPHY pour le bassin de la Dyle (Facultés Notre Dame de la Paix de Namur).

Métriques :

- Nombre d'obstacles infranchissables et/ou majeurs par km de linéaire de cours d'eau
- % de linéaire inaccessible pour le poisson selon l'axe de continuité longitudinale défini

Dans le cadre de l'étude précédente, ce critère avait été estimé par la métrique : Nombre d'obstacles infranchissables ou majeurs par km de linéaire de cours d'eau. Cette métrique traduit bien la fragmentation des habitats et des populations occasionnée par ces obstacles installés sur les cours d'eau. Elle est également le reflet d'altérations morphologiques affectant les masses d'eau (banalisation des faciès à l'amont des ouvrages par la rétention d'eau au droit de ces aménagements sur un linéaire plus ou moins important selon les caractéristiques de l'ouvrage et la pente du cours d'eau). L'échelle d'analyse était le tronçon de vallée avec extrapolation à la masse d'eau.

Suite à des discussions lors de la précédente convention, il avait été mis en évidence que ce dénombrement des obstacles par tronçon de vallée ne rendait pas suffisamment compte des impacts engendrés sur les communautés biologiques. En effet, ces impacts exprimés en termes de perturbation de la libre circulation des espèces et de l'accès aux sites de reproduction, sont notamment fonction de la position amont aval de ces obstacles dans la masse d'eau. Un obstacle infranchissable situé à l'aval rendra inaccessible tout son linéaire amont. Aussi, nous avons souhaité intégrer cette réflexion dans une modification de l'estimation de ce critère en y ajoutant la métrique « % de linéaire inaccessible pour le poisson ». Le tableau ci-dessous précise les modalités d'estimation des 2 métriques selon les axes de continuité longitudinale définis.

Axes de continuité longitudinale	Echelle d'analyse	Types d'obstacles concernés pour le calcul des linéaires inaccessibles (prise en compte de l'obstacle le plus en aval / échelle d'analyse)	Modalité de calcul de la métrique « Nombre d'obstacles/linéaire de la masse d'eau (L) »
Grands migrateurs : Saumon atlantique, Lamproie fluviatile	Groupe de ME contiguës (bassin de la Meuse)	Infranchissables pour le Saumon Atlantique *	$\sum \text{nbobst}(\text{infranchissables} + \text{majeurs} * 0.75) / L$
Espèces salmonicoles (excepté Saumon atlantique)	Groupe de ME contiguës (typologie salmonicole)	Infranchissables	$\sum \text{nbobst}(\text{infranchissables} + \text{majeurs} * 0.75) / L$
Autres espèces (cyprins)	ME (typologies intermédiaire ou cyprinicole)	Infranchissables et majeurs	$\sum \text{nbobst}(\text{infranchissables} + \text{majeurs}) / L$

* référence à l'étude en cours de J.C PHILIPPART sur l'inventaire des aménagements prioritaires pour rétablir ou améliorer la libre circulation des poissons dans le réseau hydrographique de la Région wallonne.

Une pondération de 0.75 a été appliquée aux obstacles majeurs des cours d'eau salmonicoles ou potentiellement colonisables par les grands migrateurs afin de distinguer les possibilités de franchissement de ces obstacles dans certaines conditions de débit par rapport aux obstacles déclarés infranchissables, et cela quelles que soient les conditions. Cette pondération n'a pas été appliquée pour les cours d'eau colonisés par les cyprins car ces obstacles, déclarés majeurs en tenant compte des possibilités de franchissement essentiellement pour les salmonidés, constituent des barrières infranchissables pour ces cyprins (capacité de saut faible à nulle).

Des applications SIG (construction d'un « Geometric Network », utilisation de l'outil « Utility Network Analyst ») ont été utilisées sous ArcGis9.0 afin d'automatiser le calcul des linéaires amont inaccessibles pour le poisson en fonction de la position la plus aval de l'obstacle considéré comme perturbant selon l'objectif de continuité de la masse d'eau.

La couche « Obstacles » provenant de l'inventaire réalisé par la Fédération des Pêcheurs de l'Est pour le compte de la Région wallonne, et qui nous a été transmise par M. De BAST de la Direction des Cours d'Eau non navigables, a été utilisée pour identifier les obstacles majeurs et infranchissables installés sur les masses d'eau wallonnes. Cette couche correspond à la situation d'encodage des données collectées du mois de mai 2005 (+ compléments récents sur les cours d'eau de l'Amblève à l'amont de la cascade de Coö). Elle reprend notamment les informations relatives à l'estimation par avis d'expert de la franchissabilité de ces ouvrages selon quatre modalités : mineur, important, majeur et infranchissable. Les obstacles déclarés majeurs ou infranchissables correspondent à la situation la plus pénalisante.

Toutes les masses d'eau définies en Région wallonne ne sont pas couvertes par cet inventaire (et notamment celles de la Région Limoneuse). Des compléments de terrain ont donc été entrepris dans le cadre des deux missions confiées à l'Aquapôle, avec comme objectif d'identifier les barrages et les prises d'eau les plus importantes des masses d'eau non inventoriées, pouvant engendrer un impact significatif sur la libre circulation du poisson. Pour cela, un repérage des « sites potentiels d'obstacles » sur carte IGN est réalisé dans un premier temps afin de repérer sur ces cartes :

- Les barrages, les ouvrages de vanne symbolisés, ainsi que les étangs situés à proximité des cours d'eau et pouvant faire l'objet d'un barrage et d'une prise d'eau
- les moulins (couche SIG) pouvant faire l'objet d'un barrage et d'une prise d'eau.

Il est important de signaler que ce complément de terrain envisagé dans le cadre de cette étude ne prétend pas remplacer le travail rigoureux et méthodique réalisé par la Fédération des Pêcheurs de l'Est mais proposer une solution incomplète mais pragmatique et répondant aux contraintes de temps fixées dans la présente convention d'étude. Cette analyse pourra être affinée au fur et à mesure de l'avancement de l'inventaire officiel et complet des obstacles en Région wallonne.

4. MODALITÉS D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ HYDROMORPHOLOGIQUE DES MASSES D'EAU

4.1. Principes de construction des indices de qualité et d'évaluation globale

Le système d'évaluation permettant l'obtention d'indice de qualité hydromorphologique repose sur les principes suivants :

- Un indice global a été calculé pour chacun des trois éléments du volet hydromorphologique défini dans la DCE (pour rappel : Hydrologie, Morphologie et Continuité). Cet indice est calculé par tronçon de vallée puis extrapolé à la masse d'eau (une masse d'eau comportant généralement plusieurs tronçons de vallée). Des indices partiels pour chacun des critères ont également été calculés aux échelles de la masse d'eau et du tronçon de vallée afin de pouvoir visualiser les critères les plus pénalisant qui expliquent la note globale.
- La classification de l'état hydromorphologique de la masse d'eau reposera sur le principe du score d'indice de la masse d'eau le plus pénalisant des trois éléments. Cette classification se cale sur les cinq classes de qualité définies dans la DCE, à savoir : 0 – 20%, 20 – 40%, 40 – 60%, 60 – 80% et 80 – 100% (cette dernière classe correspondant à une très bonne qualité hydromorphologique). Le seuil de 40% du résultat de l'indice global a été fixé pour désigner une masse d'eau comme fortement modifiée.
- Le système d'évaluation est à considérer comme un système hiérarchique : un élément comprend généralement plusieurs critères d'altération, eux-mêmes estimés selon un ou plusieurs états de perturbation.
- A l'exception des critères « Nature des berges » et « Obstacles » qui ont fait l'objet d'une estimation particulière, chacun des états de perturbation d'un critère se voit attribué un poids dont la somme est égale à 1. Ces valeurs de poids sont calculées selon une progression, pour que la discrimination soit maximale. La situation la plus défavorable pour le critère reçoit évidemment la valeur la plus faible. Ces valeurs sont reprises et/ou adaptées de celles attribuées dans les outils SEQ-Physique ou QUALPHY. Le tableau à la page suivante, présente les différents états de perturbation des différents critères définis dans cette méthodologie, leurs métriques de calcul, ainsi que leurs pondérations d'altération.
- Pour chaque critère, un indice partiel de qualité est calculé pour chaque tronçon de vallée (score critère). Il correspond au rapport entre la valeur calculée et la valeur de référence. La valeur calculée correspond à la somme du produit des linéaires concernés par chaque état de perturbation du critère avec les pondérations associées à ces états. La valeur de référence correspond au produit de la pondération associée à l'état de référence du critère avec le linéaire total du tronçon. Cet indice partiel reflète l'état de perturbation du critère pour le tronçon considéré.
- Indice calculé d'un élément (E) à l'échelle de la masse d'eau = $\sum \text{Score critères (E)} * \text{Pondération type} * (\text{Long tronc} / \text{Long masse d'eau})$. Ce système de calcul est le reflet de la méthodologie LxIxS évoquée précédemment.

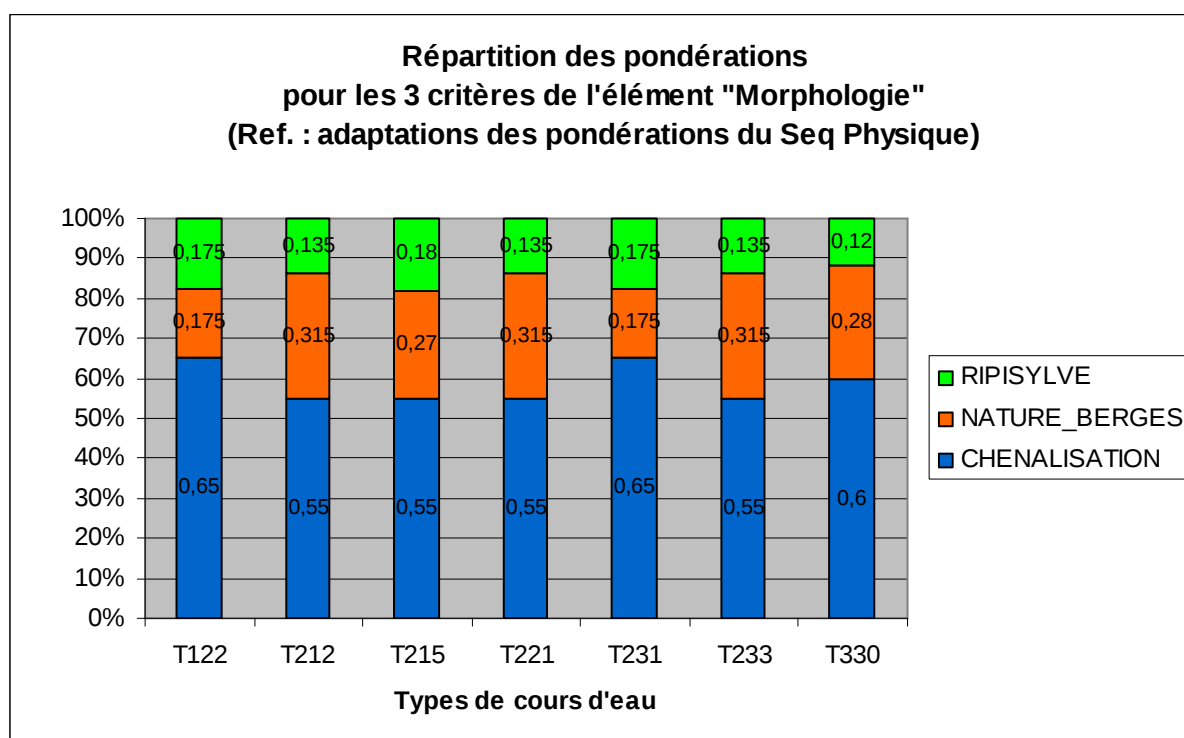
Tableau : Etats, pondérations et métriques de calcul des différents critères d'altération des éléments "Hydrologie" et "Morphologie"

Eléments	Critères d'évaluation	Etats de perturbation	Code altération	Pondérations états de perturbation	Métriques de calcul
HYDROLOGIE	Stabilité du cycle hydrologique	Situation non perturbée	CONDREF	0.825	%linéaire
		Contrôle des écoulements pour la navigation	ALTER1	0.15	
		Présence de grand barrage en amont ou de prise d'eau importante	ALTER2	0.025	
	Perturbation du débit d'étiage	Pas d'influence décelable du facteur de perturbation	CONDREF	0.952	%linéaire
		Prélèvements importants : débit réservé trop faible, prise d'eau importante, transfert vers canaux,	ALTER1	0.048	
MORPHOLOGIE	Chenalisation du lit mineur	Tracé en plan non modifié	CONDREF	0.75	% linéaire
		Tracé en plan modifié et écart faible à la sinuosité de référence	ALTER1	0.15	
		Tracé en plan modifié et écart fort à la sinuosité de référence	ALTER2	0.075	
		Mise à gabarit (navigation)	ALTER3	0,025	
	Nature des berges	Berges naturelles	CONDREF	0	% de linéaire
		Berges urbanisées	ALTER1	0,75	
		Berges artificialisées	ALTER2	1	
	Continuité de la ripisylve	Ripisylve continue	CONDREF	0.5	% de linéaire
		Ripisylve discontinue	ALTER1	0.325	
		Ripisylve potentielle	ALTER2	0.15	
		Absence de ripisylve	ALTER3	0.025	

Chaque critère de chaque élément se voit attribuer une seconde pondération liée au type physique concerné. Ces pondérations expriment la sensibilité de cet élément et des compartiments de l'écosystème aquatique qu'il comprend aux altérations qui l'affectent. La somme de ces pondérations est égale à 1 pour chaque élément.

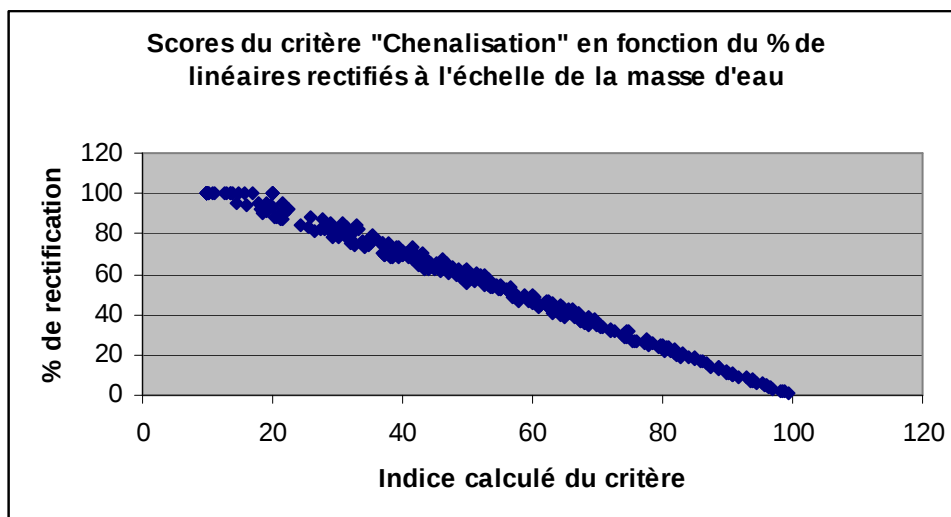
Aucune différence typologique n'a été appliquée pour les deux critères de l'élément « Hydrologie » car aucune correspondance de nos critères avec ceux de l'outil SEQ-Physique n'a pu être établie. Une pondération unique quel que soit le type de 0,4 pour le critère « Perturbation du débit d'étiage » et de 0,6 pour le critère « Stabilité du cycle hydrologique » a été appliquée arbitrairement.

Le graphique ci-dessous présente les valeurs utilisées dans notre étude pour les critères de l'élément « Morphologie ». Ces valeurs sont reprises et/ou adaptées de celles attribuées dans les outils SEQ-Physique V0' (importance des compartiments « Berges » et « Lit mineur » pour l'élément « Morphologie »). Ces pondérations du SEQ-Physique sont présentes en annexe de ce rapport.



4.2. Influence des pondérations sur le calcul des indices

Nous avons également souhaité comprendre l'influence des systèmes de pondération des critères sur le calcul des indices. Le graphique ci-dessous présente la relation entre les scores calculés pour un critère (« Chenalisation du lit mineur) et le pourcentage de linéaires rectifiés calculés à l'échelle des masses d'eau.



Ce graphique met en évidence une relation linéaire entre les scores calculés par l'outil de calcul incluant les deux systèmes de pondération. Un score de 40% correspond globalement à un linéaire rectifié de 70% à l'échelle des masses d'eau. Rappelons que cette valeur de 40% de l'indice (correspondant à une qualité mauvaise) a été définie comme seuil supérieur de détermination des masses d'eau fortement modifiées. Le pourcentage de 70% d'altération correspondant à cette valeur seuil est similaire avec les modalités de définition des MEFM adoptées par d'autres institutions européennes en charge de l'application de la DCE, et notamment en France.

Néanmoins, cette relation entre le pourcentage d'altération et les scores calculés ne nous est pas apparue pertinente pour le critère « Nature des berges ». Un pourcentage de berges artificialisées moins important constitue déjà un impact fort sur l'écosystème aquatique. Ainsi, nous avons modifié les modalités de calcul des indices de ce critère en définissant une relation exponentielle entre les deux variables selon l'équation suivante appliquée à l'échelle du tronçon de vallée :

$$\text{Score (Nature des berges)} = 94,984 * \text{Exp}[-0,02 * (\% \text{lin.artificialisé} + 0,75 * \% \text{lin.urbanisé})]$$

Cette équation a été définie à partir de la distribution des linéaires altérés de ce critère. Un pourcentage de 40% de linéaire altéré correspond à un indice de 40%. Ce seuil de 40% de linéaire altéré nous semble mieux représenter les impacts générés par ces aménagements des berges. Une pondération spécifique a été définie pour moins pénaliser les linéaires de berges urbanisées (0,75) provenant d'un croisement sous SIG des zones d'urbanisation avec les masses d'eau. Dans la réalité de terrain, ces linéaires urbanisés ne sont pas généralement totalement artificialisés (zones de jardins, ...). Ainsi, cette pondération moins pénalisante peut compenser ce biais issu du traitement SIG des données.

Le tableau ci-dessous présente les relations entre l'intensité des altérations des critères des éléments « Hydrologie » et « Morphologie », et les scores attribués à ceux-ci à l'échelle de la masse d'eau, en fonction des pondérations définies.

Critères d'altération	Equations de régression	% de linéaire altéré correspondant au seuil de 40% de la valeur d'indice
Stabilité du cycle hydrologique	Ind. (critère) = 99.864- 0.9041x %lin.altéré	66%
Perturbation du débit d'étéage	Ind. (critère) = 99.933 – 0.9469x %lin.altéré	63%
Chenalisation du lit mineur	Ind. (critère) = 99.769 - 0.8515x %lin.rectifié(sauf navigué)	70%
Nature des berges	Ind. (critère) = 94,984*Exp([-0,02* (%lin.artificialisé+0,75*%lin.urbanisé)])	40%
Continuité de la ripisylve	Ind. (critère) = 83.564 – 0.7842x %lin.absence_ripisylve	55%

4.3. Cas particulier de l'évaluation de l'élément « Continuité »

Le critère « Obstacles » qui caractérise cet élément fait l'objet d'une évaluation particulière. Pour rappel, ce critère est évalué à l'échelle de la masse d'eau et non à celle du tronçon de vallée comme les autres critères de cette méthodologie, et résulte de la combinaison de deux métriques :

- le nombre d'obstacles majeurs et/ou infranchissables par rapport au linéaire total de la masse d'eau,
- le pourcentage de linéaire inaccessible pour le poisson en fonction de la position la plus aval de l'obstacle.

Cette combinaison de deux métriques ne nous a pas permis de construire un indice calculé pour chaque masse d'eau. Nous avons opté pour une grille d'évaluation se présentant sous la forme d'un tableau à double entrée précisant au croisement des lignes et des colonnes les classes de qualité. Cette grille d'évaluation est présentée ci-dessous :

Classes % linéaire inaccessible	Classes du Nombre d'obstacles par Km total de la masse d'eau			
	0	0 – 0,2	0,2 – 0,5	≥0,5
0 – 30%	Qualité très bonne	Qualité bonne	Qualité bonne	Qualité moyenne
30 – 70%	Cas impossible	Qualité moyenne	Qualité moyenne	Qualité mauvaise
70 – 100%	Qualité moyenne	Qualité moyenne	Qualité mauvaise	Qualité très mauvaise

Une masse d'eau sans obstacle peut quand même présenter une qualité moyenne car l'entièreté de son linéaire devient inaccessible du fait de la présence d'un obstacle infranchissable dans la masse d'eau aval (ces deux masses d'eau faisant partie du même axe de continuité longitudinale et l'échelle d'analyse étant, dans ce cas, le groupe de masses d'eau contiguës).

Les limites de classes de la métrique «% de linéaire inaccessible» ont été définies de manière arbitraire. Celles de la métrique «Nombre d'obstacles / Km de masse d'eau» résultent de la distribution de cette variable pour l'ensemble des masses d'eau.

Rappel important :

Cette grille d'évaluation est unique pour l'ensemble des masses d'eau définies en Région wallonne. Néanmoins, elle fait référence à des métriques qui sont calculées de manière différente selon les axes de continuité longitudinale définis pour ces masses d'eau.

4.4. La structuration des données sous SIG

La collecte des données permettant la quantification des différentes métriques associées aux critères implique l'utilisation d'un SIG. L'ensemble des données collectées a été structuré selon différentes classes d'entités exprimant différents niveaux d'échelle d'analyse :

- ❖ des données ponctuelles (Ex. : obstacles, prélèvements d'eau) ;
- ❖ des données linéaires (polyline) relatives aux différentes altérations affectant le lit mineur et les berges des masses d'eau ;
- ❖ des données surfaciques (polygones) : le bassin versant (= la masse d'eau).

Remarques :

Chaque couche de données contient les informations d'identification au code de la masse d'eau concernée (CODE_ME), au code de typologie physique défini dans cette étude (CODE_TYPE) et à un code d'identification unique des tronçons de vallée (NUM_TRONC) afin de pouvoir rassembler et analyser toutes ces données selon les deux échelles d'analyse (tronçon de vallée et masse d'eau).

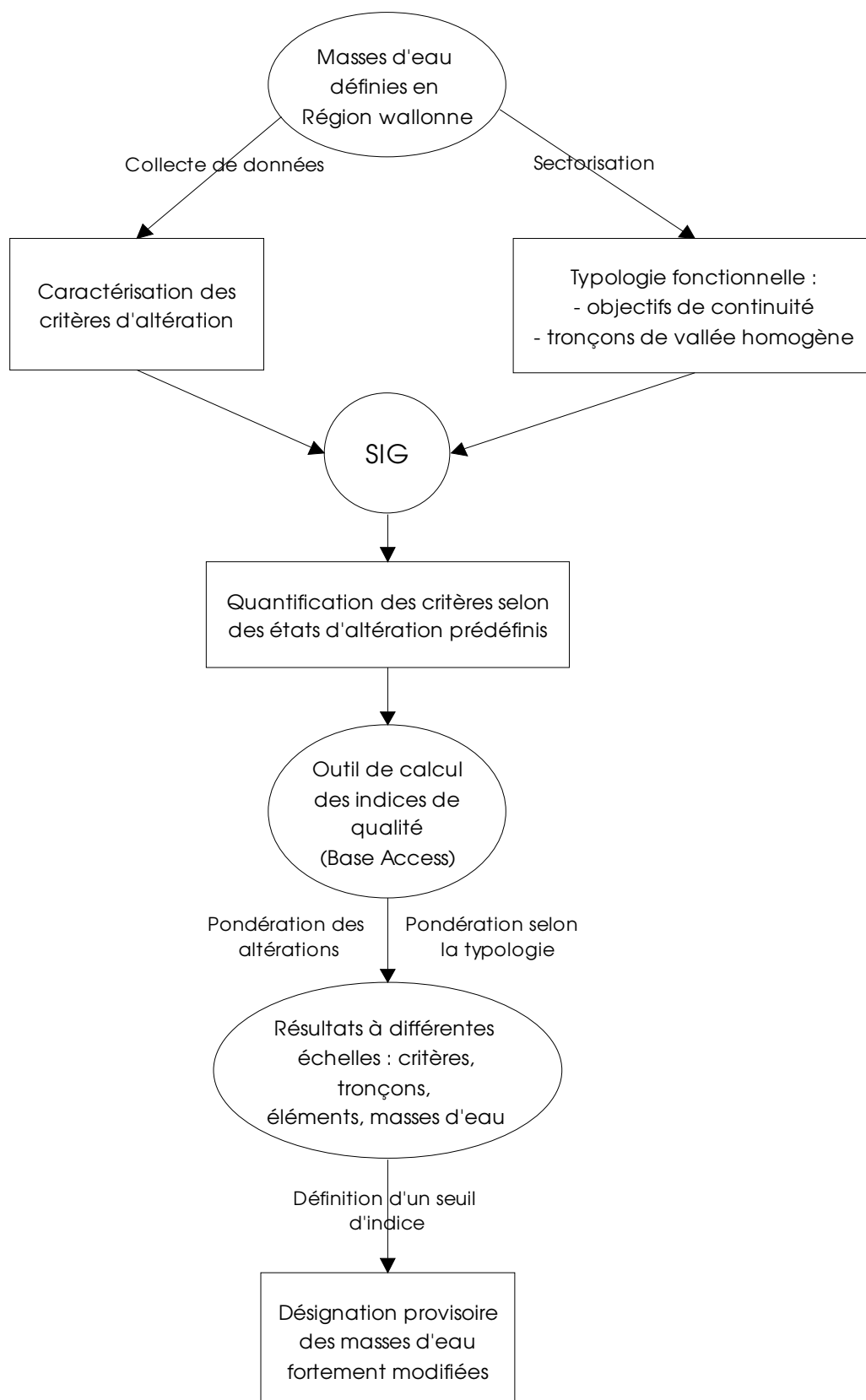
Une couche « Berges » a été élaborée afin d'y reporter les données pertinentes concernant l'état de la nature des berges et de la continuité de la ripisylve. Elle a été constituée en distinguant les rives droite et gauche pour les rivières, grandes rivières et très grandes rivières pour lesquelles une double polyline avait été digitalisée dans une ancienne version de la couche « Hydro ». Ces doubles polygones n'ont été reprises dans la couche que dans les cas où elles couvraient l'entièreté d'un cours d'eau compris dans une masse d'eau. Pour les ruisseaux et pour certaines rivières à doubles polygones incomplètes, nous avons repris les arcs de la couche « Masses d'eau » qui nous a été transmise par la DGRNE. Pour ces cas, aucune distinction des rives n'a pu être réalisée.

La quantification des métriques de calcul caractérisant les différents états des critères a été réalisée dans le SIG en utilisant la fonction « Frequency » de ArcToolBox pour chacune des deux échelles d'analyse. Ces fréquences sont exportées directement dans une base de données Access. L'élaboration d'un schéma de relations entre ces différentes tables de données a permis d'élaborer diverses requêtes de calcul des indices, associant les fréquences des états aux deux systèmes de pondération (pondération des états d'altération et pondération selon les types physiques des cours d'eau). Ces requêtes ont permis un calcul automatisé et dynamique de différentes valeurs d'indices :

- Les valeurs d'indice des critères aux échelles du tronçon de vallée et de la masse d'eau (0 – 100%),
- Les valeurs d'indice des éléments à ces deux mêmes échelles (0 – 100%),
- Les valeurs d'indice des tronçons de vallée (0 – 100%),
- Les valeurs d'indices des masses d'eau (0 – 100%).

Le schéma à la page suivante résume de manière synthétique la méthodologie développée dans cette étude et les principes de calcul des indices.

Schéma de synthèse des principes de calcul de la méthodologie



CHAPITRE II :

APPLICATION DE LA MÉTHODOLOGIE À LA TOTALITÉ DES MASSES D'EAU DE SURFACE WALLONNES

ANALYSE DES RESULTATS OBTENUS

1. ESTIMATION DES CRITÈRES D'ALTÉRATION

1.1. Critères de l'élément « Hydrologie »

Les résultats de la cartographie relative aux deux critères de cet élément sont présentés dans l'annexe cartographique de ce rapport. Le tableau ci-dessous, présente ces pressions et impacts pour les 2 grands bassins hydrographiques wallons.

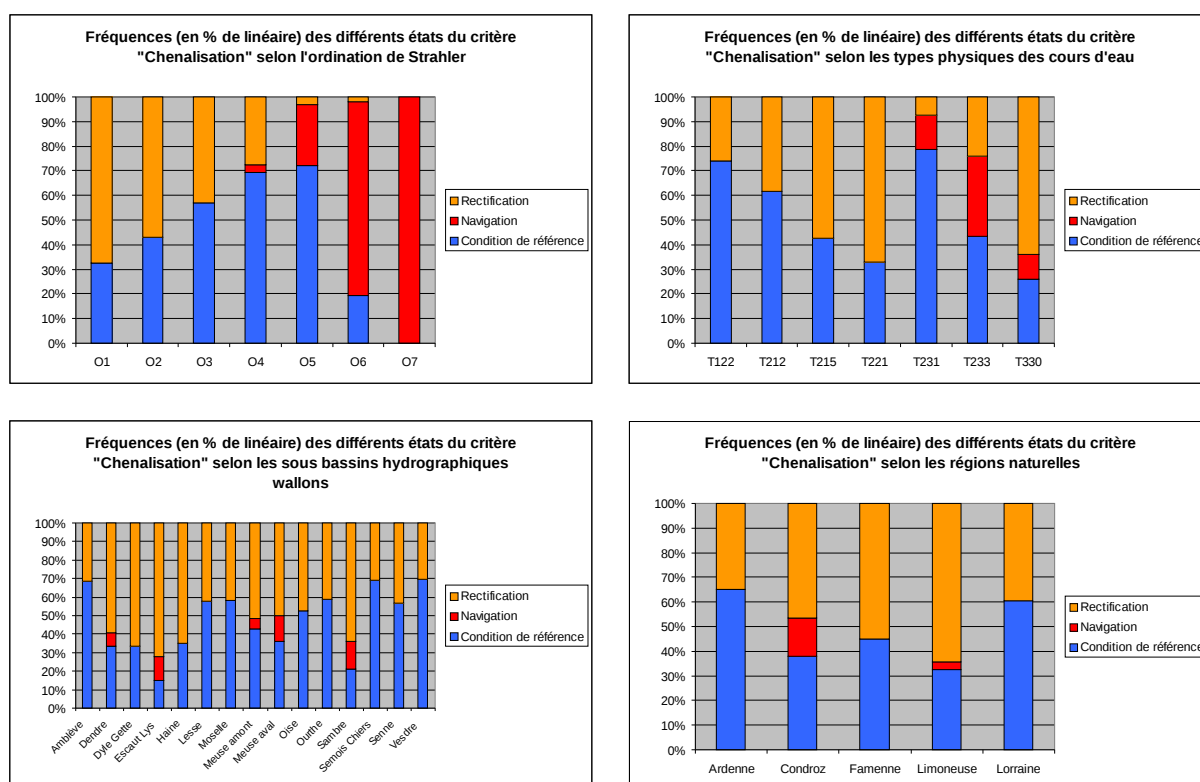
Bassin hydrographique	Code Masse d'eau	Pressions	Impacts
ESCAUT	EL18R	Navigation	Contrôle des écoulements (navigation)
	EL19R	Navigation	Contrôle des écoulements (navigation)
	DE03R	Prise d'eau	Déficit hydrologique
	DE09R	Navigation	Contrôle des écoulements (navigation)
	SN07R	Transfert vers canaux	Perturbation du régime hydrologique et déficit hydrologique
	SN04R	Transfert vers canaux	Perturbation du régime hydrologique et déficit hydrologique
	HN16R	Transfert vers canaux	Perturbation du régime hydrologique et déficit hydrologique
MEUSE	SA25R	Navigation	Contrôle des écoulements (navigation)
	SA27R	Navigation	Contrôle des écoulements (navigation) et perturbation du régime hydrologique
	SA13R	Transfert vers canaux	Perturbation du régime hydrologique et déficit hydrologique
	SA11R	Barrage réservoir	Perturbation du régime hydrologique
	SA08R	Barrage réservoir	Perturbation du régime hydrologique
	MM39R	Barrage réservoir	Perturbation du régime hydrologique
	MM38R	Navigation	Contrôle des écoulements (navigation)
	MV35R	Navigation	Contrôle des écoulements (navigation)
	MV35R	Prise d'eau (Tailfer)	Déficit hydrologique
	MV35R	Prise d'eau (Tihange)	Déficit hydrologique
	MV35R	Transfert vers canaux	Déficit hydrologique
	VE01R	Prise d'eau	Déficit hydrologique
	VE04R	Barrage réservoir	Perturbation du régime hydrologique
	VE18R	Barrage réservoir	Perturbation du régime hydrologique
	AM06R	Barrage réservoir	Perturbation du régime hydrologique
	AM16R	Barrage réservoir	Perturbation du régime hydrologique
	AM16R	Prise d'eau	Perturbation du régime hydrologique et déficit hydrologique
	LE11R	Prise d'eau	Déficit hydrologique
	SC41R	Barrage réservoir	Perturbation du régime hydrologique et déficit hydrologique

Aucune perturbation significative de l'hydrologie des cours d'eau wallons du bassin du Rhin n'a été identifiée.

1.2. Elément « Morphologie du lit mineur et des berges »

1.2.1. Critère « Chenalisation du lit mineur »

La cartographie des linéaires chenalisés par comparaison du tracé en plan actuel avec la situation de 1850 (voir annexe cartographique) a permis de calculer les % de ces linéaires par tronçons de vallée et par masses d'eau. Ces valeurs ont pu être confrontées avec quatre variables descriptives du réseau hydrographique wallon, tels que le montrent les graphiques ci-dessous :



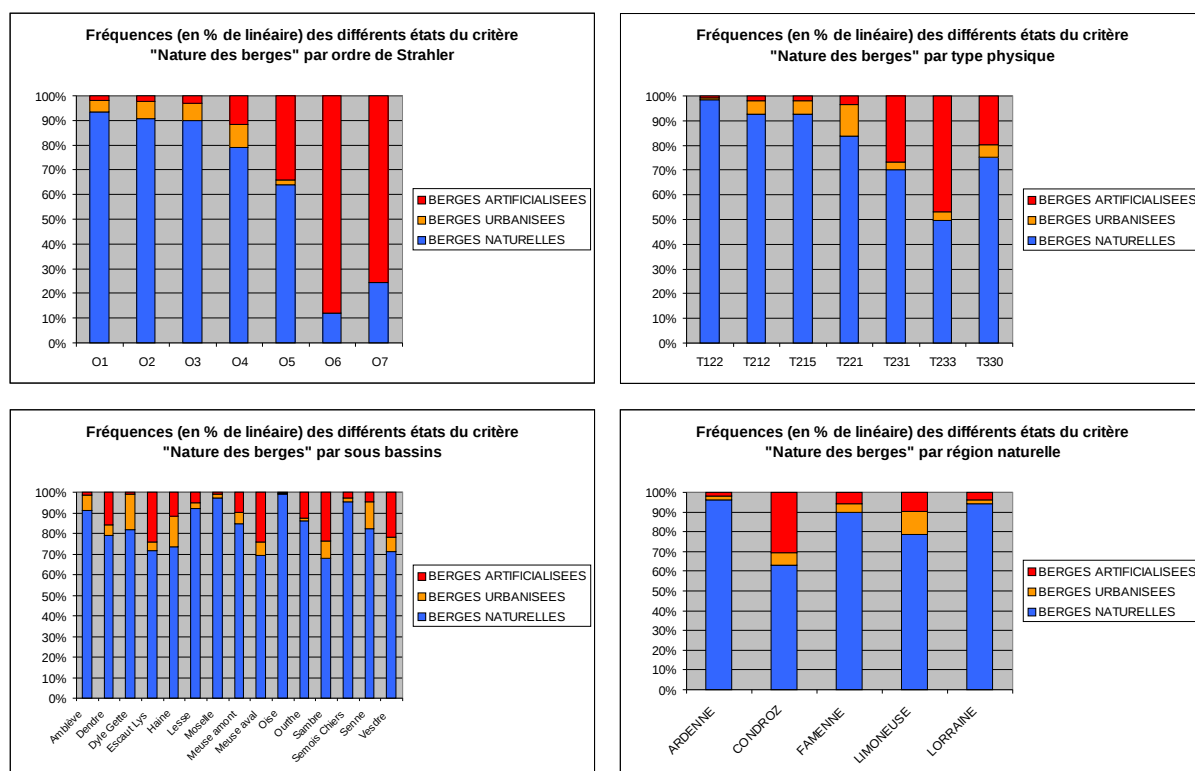
Les graphiques ci-dessus mettent en évidence les points suivants :

- ❖ La rectification des cours d'eau a concerné majoritairement les petits cours d'eau (ordres 1 et 2). Ceci peut s'expliquer par le fait que ces ruisseaux sont plus facilement aménageables que les grands (contraintes techniques). De plus, il faut signaler que ces petits cours d'eau sont souvent occupés par des waterings (syndicat de drainage) dont le but a été d'améliorer la production agricole des terrains (rectifications, drainage, ...). Les grands cours d'eau wallons (O6 et O7) sont quant à eux fortement influencés par l'usage de la navigation.
- ❖ Elle concerne principalement les cours d'eau de plateaux et de collines (T215, T221) présentant des substrats argilo-limono-sableux (substrat en place ou placage limoneux sur des terrains plus anciens) que l'on retrouve essentiellement dans la Région limoneuse, la Lorraine belge et les têtes de bassin des autres régions naturelles wallonnes. Les cours d'eau de plaine à énergie faible des bassins de l'Escaut et de la Dendre (T330) sont également majoritairement concernés. Les cours d'eau des vallées encaissées, généralement moins sinueux dans leur vallée, sont nettement moins touchés.

- ❖ Ces rectifications concernent principalement les cours d'eau des sous bassins Escaut-Lys, Dendre et Dyle-Gette en Région Limoneuse, et ceux des sous bassins de la Haine et de la Sambre pour le bassin de la Meuse (plus de 60% de linéaire de cours d'eau chenalisés).

1.2.2. Critère « Nature des berges »

Les graphiques ci-dessous présentent les fréquences des différents états de ce critère selon les quatre variables descriptives des masses d'eau wallonnes utilisés pour le critère précédent.

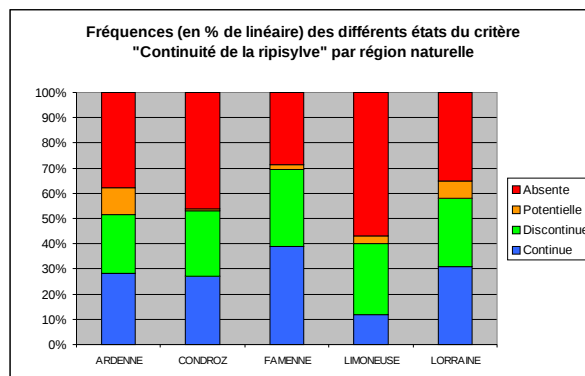
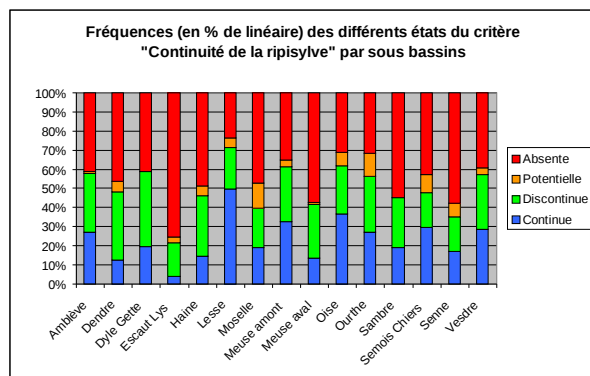
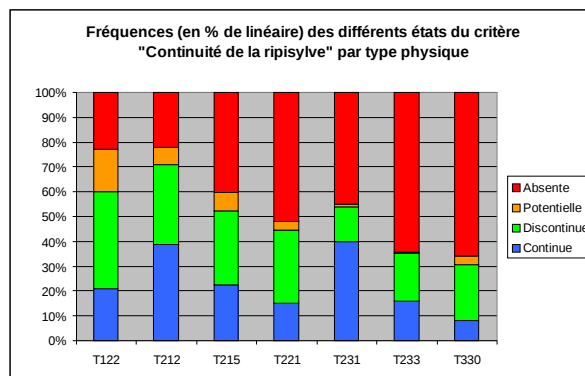
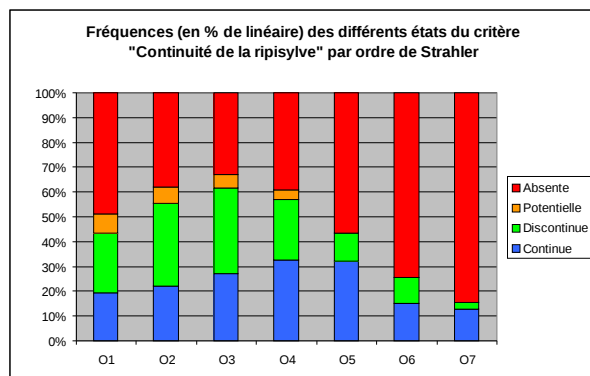


Les altérations de la nature des berges touchent principalement les grands cours d'eau (O5 à O7). Les types T231, T233 et T330 sont les plus concernés par ces altérations. Ces trois types correspondent à ceux des cours d'eau du sillon Sambre et Meuse et de l'Escaut fortement urbanisés et industrialisés (zones de Charleroi, Namur, Liège). Ce constat se répète à la lecture des graphiques relatifs aux régions naturelles et aux sous bassins.

Les sous bassins les moins altérés de Wallonie sont ceux de la Lesse et Semois-Chiers.

1.2.3. Critère « Continuité de la ripisylve »

Les graphiques ci-dessous présentent les fréquences des différents états du critère « Continuité de la ripisylve » selon les quatre variables descriptives des masses d'eau wallonnes utilisées précédemment pour les deux autres critères de l'élément « Morphologie ».



Les cours d'eau en vallée marquée (T122, T212) à énergie moyenne à forte présente le maximum de % de ripisylve continue et discontinue. Ceci s'explique par l'occupation des sols majoritairement forestière de ces vallées encaissées, par une faible urbanisation et par la quasi absence de cultures dans ces fonds de vallée. Les % de ripisylve absente les plus importants se rencontrent pour les cours d'eau vallée large (T330 et T233) et pour les cours d'eau des collines argilo-limono-sableuses (T221). Ces types de cours d'eau sont surtout présents dans la région limoneuse (et dans la lorraine belge) caractérisée par une occupation des sols majoritairement dominée par l'agriculture (cultures et pâtures) et par l'urbanisation des vallées. Signalons également la relativement faible proportion de ripisylve pour les cours des côtes calcaires ou schisteuses (T231) caractérisés par des vallées encaissées en U occupés majoritairement par des pâtures ou des peuplements de résineux (exemple de la Semois ardennaise) laissant peu de place à la ripisylve.

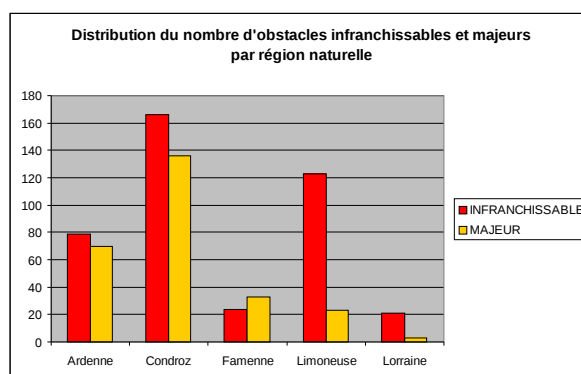
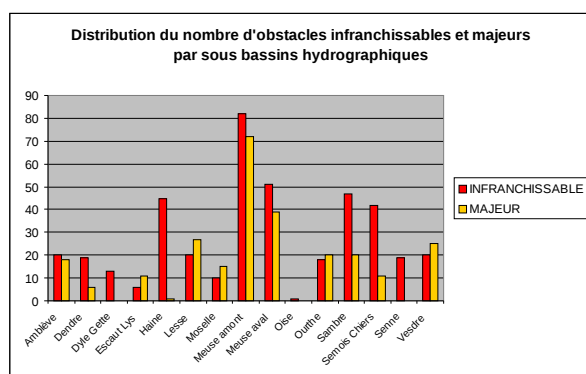
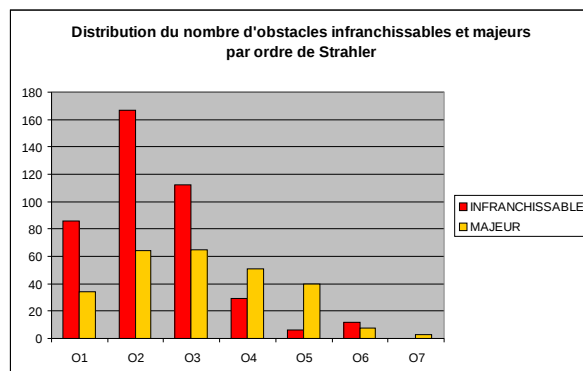
Les ripisylves continues à discontinues sont surtout présentes pour les ordres 3 et 4 (rivières et gros ruisseaux). Elles régressent fortement pour les grands cours d'eau (ordres 5 à 7). Les petits cours d'eau des têtes de bassin (ordres 1 et 2) présentent une proportion de ripisylve continue à discontinue relativement faible (40 à 50%), probablement due à leur situation dominante en plateau agricole.

L'absence de ripisylve est la plus importante pour les cours d'eau du sous bassin de l'Escaut (près de 80%) alors qu'elle est minimale pour le sous bassin de la Lesse (moins de 30%). La région limoneuse est la plus concernée par cette disparition de la ripisylve le long des cours d'eau (60%).

1.3. Elément « Continuité »

678 obstacles sont identifiés sur les cours d'eau wallons repris comme masses d'eau, se répartissant de la manière suivante : 413 déclarés comme infranchissables pour toutes les espèces et 265 déclarés comme majeurs, c'est-à-dire qu'ils ne sont franchissables que pour certaines espèces et dans des conditions de débit particulières.

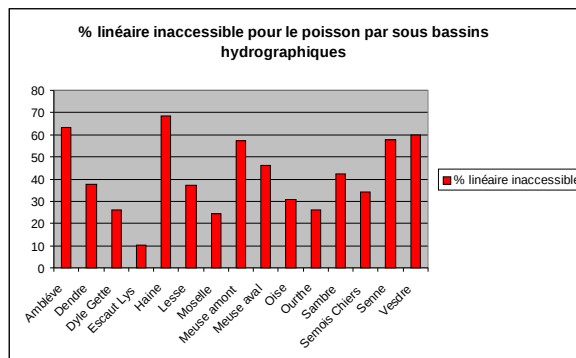
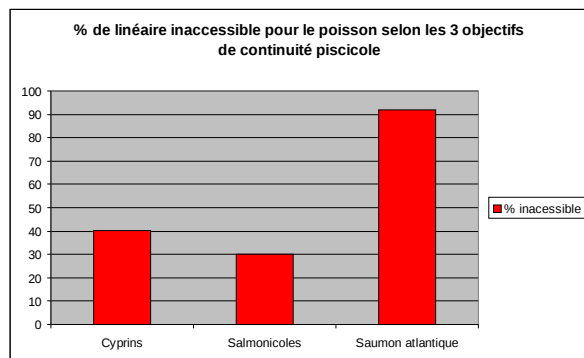
Les graphiques ci-dessous mettent en évidence la distribution du nombre d'obstacles infranchissables et majeurs selon trois variables : l'ordination de Strahler, la région naturelle et le sous bassin hydrographique.



Ce sont les ruisseaux (ordres 1 à 3) qui sont les plus touchés par ces obstacles. Ces petits cours d'eau jouent un rôle essentiel pour la reproduction des salmonidés (ruisseaux frayères) et l'impact de ces obstacles en termes de limitation de l'accessibilité des salmonidés à leurs zones de reproduction est un problème majeur qu'il serait pertinent de traiter dans les plans de gestion.

Les sous bassins de la Meuse (amont et aval), de la Haine, de la Sambre et de Semois – Chiers comprennent le plus d'obstacles infranchissables ou majeurs. A l'échelle de la région naturelle, c'est le Condroz (qui comprend le sillon Sambre et Meuse) qui est le plus impacté par ces obstacles.

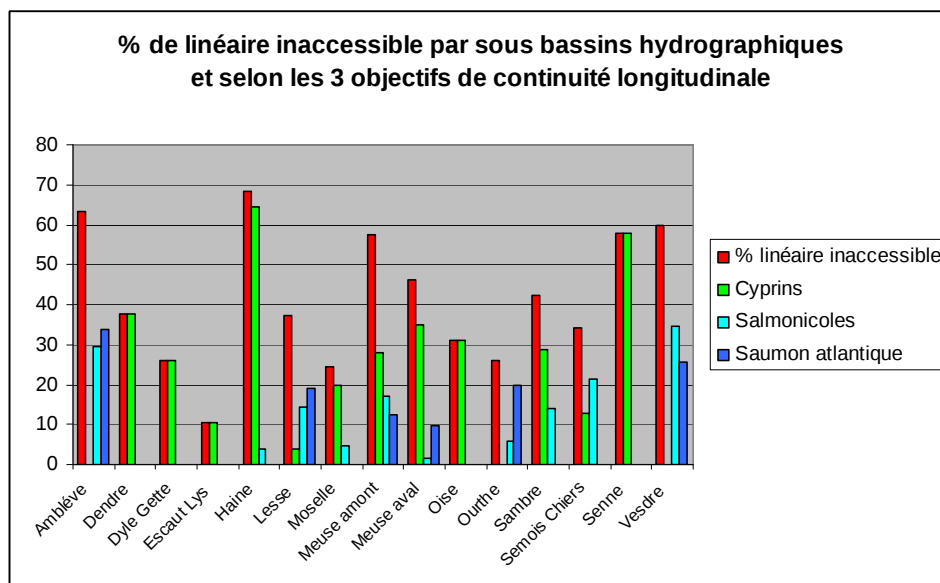
Les graphiques ci-dessous présentent les résultats obtenus pour la métrique « % de linéaire inaccessible pour le poisson » selon les différents sous bassins hydrographiques wallons et selon les trois axes de continuité longitudinale définis dans cette étude.



Les cours d'eau potentiellement colonisables par les grands migrateurs comme le Saumon atlantique sont les plus impactés par la présence d'obstacles infranchissables pour cette espèce. Néanmoins, des actions d'aménagement de ces obstacles sont prévus très prochainement : l'équipement du barrage des Grosses Battes sur l'Ourthe aval par une passe à poisson efficace va permettre l'accès à cette espèce d'un très grand linéaire amont.

Les sous bassins les plus impactés par la présence en aval des cours d'eau d'obstacles infranchissables sont ceux de l'Haine, de l'Amblève, de la Meuse amont et aval, de la Senne et de la Vesdre.

Le graphique ci-dessous synthétise ces deux types d'informations en faisant apparaître, pour chaque sous bassins, les parts respectives de % de linéaire inaccessible selon les 3 axes de continuité longitudinale.



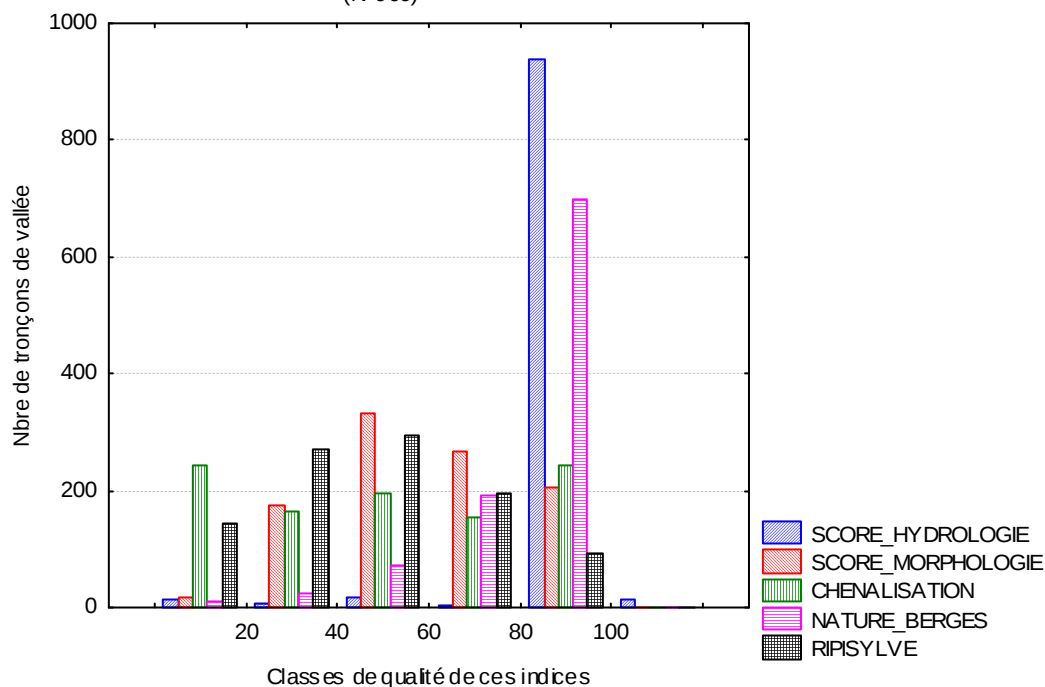
Une analyse plus complète de cette métrique, à l'échelle du bassin hydrographique serait pertinente. De nombreux cours d'eau wallons ne constituent en fait que les parties amont de bassins ou sous bassins (Moselle, Dendre, Senne, Dyle Gette, Oise, ...). La présence d'obstacles plus en aval, et donc dans les pays ou régions limitrophes, devrait être identifiée et permettrait une analyse plus globale et plus réaliste de cette problématique de la continuité longitudinale des cours d'eau pour les poissons.

2. ANALYSE DES RÉSULTATS D'INDICE À L'ÉCHELLE DES TRONÇONS DE VALLÉE

Le graphique ci-dessous présente la distribution des résultats d'indices obtenus à l'échelle des tronçons de vallée selon les cinq classes de qualité de ces indices, pour les scores suivants :

- Scores du tronçon pour les éléments « Hydrologie » et « Morphologie »,
- Scores du tronçon pour les critères « Chenalisation », « Nature des berges » et « Continuité de la ripisylve ».

Distribution des résultats d'indices obtenus à l'échelle des tronçons de vallée
selon les 5 classes de qualité de ces indices
(N=996)

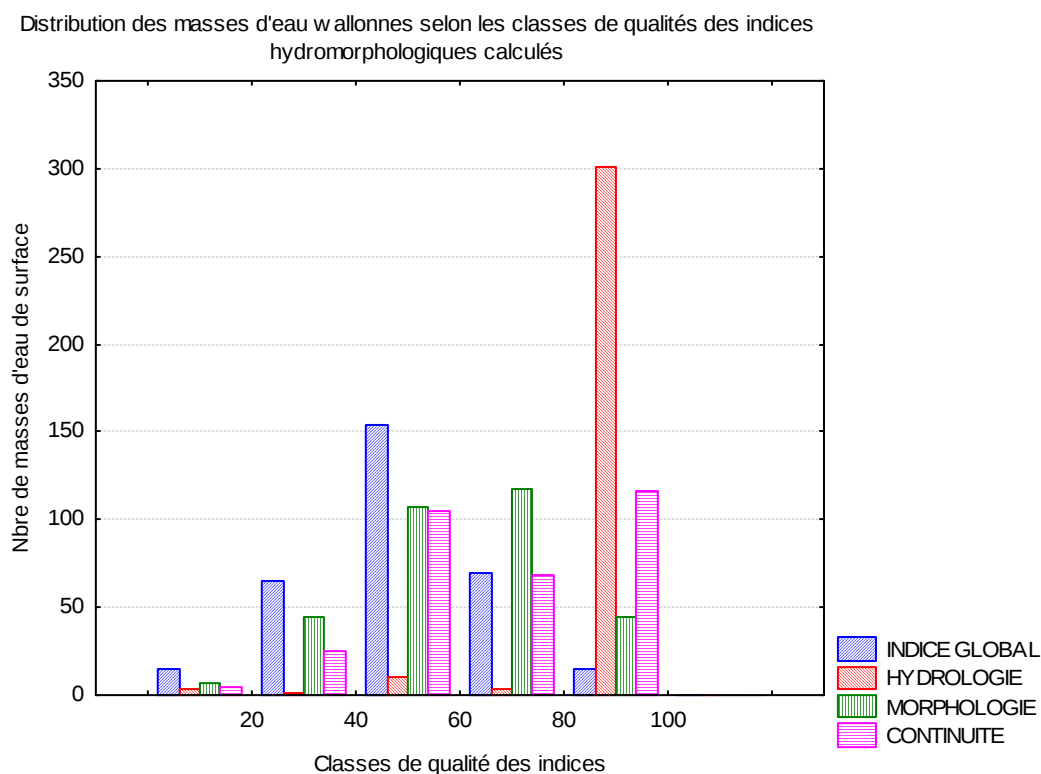


La cartographie de ces différents scores calculés à l'échelle des tronçons de vallée figure dans l'annexe cartographique de ce rapport.

Les scores du critère « Chenalisation » sont globalement répartis de manière égale dans les cinq classes de qualité. Les scores de l'élément « Morphologie » et du critère « Continuité de la ripisylve » suivent, quant à eux une distribution de type normale, centrée sur la classe 40 – 60% (qualité moyenne). Deux scores présentent une distribution fortement décentrée vers la droite (classe de qualité 80 – 100%) : il s'agit des scores de l'élément « Hydrologie » et du critère « Nature des berges ».

3. ANALYSE DES RÉSULTATS D'INDICE À L'ÉCHELLE DES MASSES D'EAU DE SURFACE

La carte à la page suivante, présente les résultats des indices globaux calculés pour les masses d'eau wallonnes de type « Rivière » (soit 319 masses d'eau) selon la méthodologie définie dans le cadre de cette étude. Ces indices globaux sont exprimés selon les cinq classes de qualité définies précédemment. Le graphique ci-dessous présente la distribution des résultats de l'indice global et des indices partiels par élément. L'ensemble des résultats d'indices calculés est présenté en annexe de ce rapport sous forme de tableaux.



Ce graphique met en évidence que :

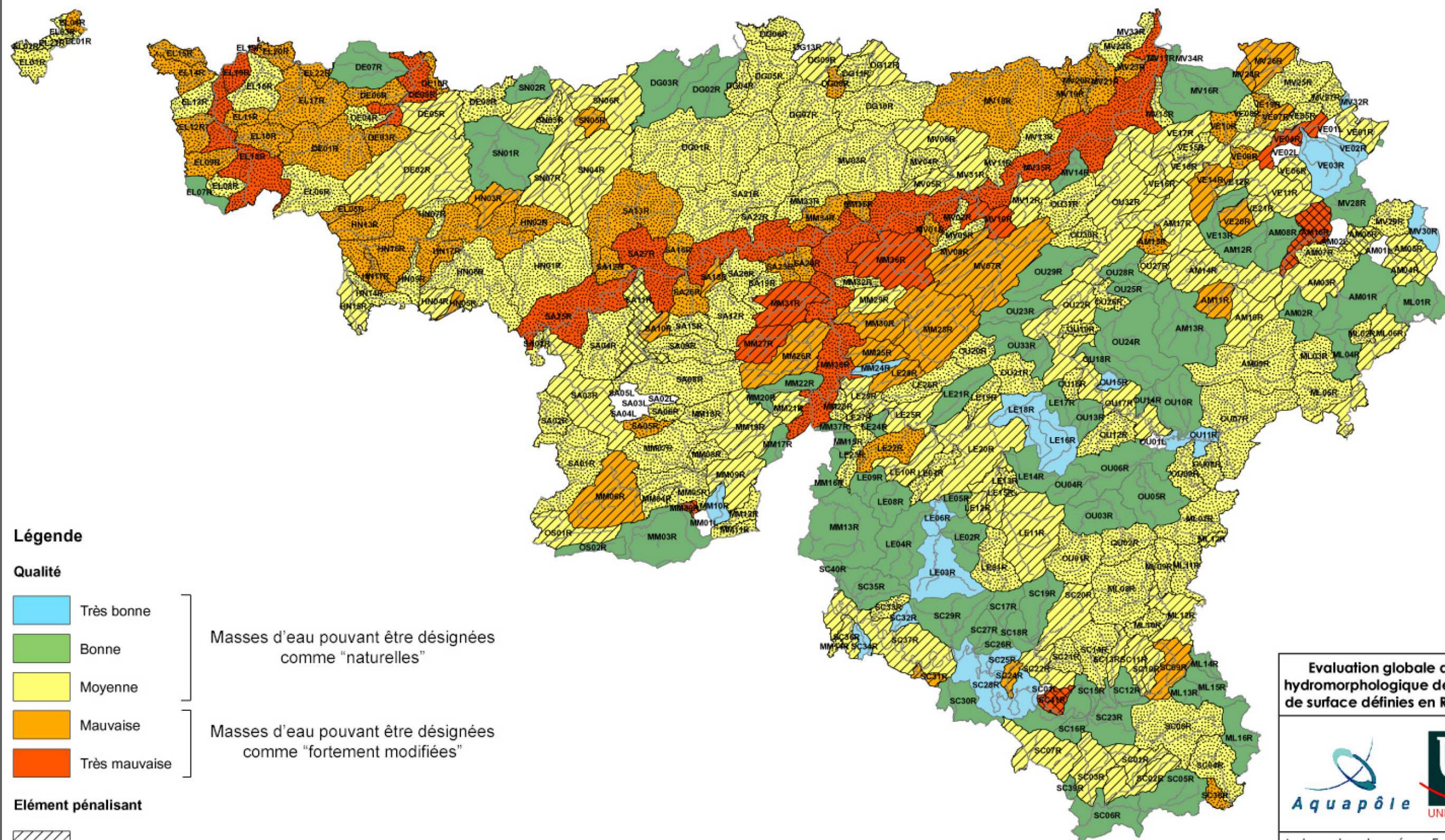
- 15 masses d'eau présentent un indice global de qualité inférieur à 20%
- 63 masses d'eau présentent un indice global de qualité compris entre 20 et 40%
- 152 masses d'eau présentent un indice global de qualité compris entre 40 et 60%
- 72 masses d'eau présentent un indice global de qualité compris entre 60 et 80%
- 17 masses d'eau présentent un indice global de qualité supérieur à 80%.

Sur la base du seuil de 40% de résultat de l'indice global, **78 masses d'eau wallonnes pourraient être désignées provisoirement comme masses d'eau fortement modifiées.**

Pour ces 78 MEFM, le tableau ci-dessous précise la part respective de l'élément le plus pénalisant qui a conduit à cette désignation :

Élément le plus pénalisant	Nombre de MEFM
Hydrologie	3
Morphologie	48
Continuité	27

Indice global de qualité hydromorphologique des masses d'eau et ses éléments pénalisants pour les masses d'eau en Région wallonne



Légende

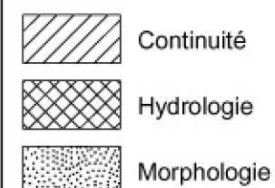
Qualité



Masses d'eau pouvant être désignées comme "naturelles"

Masses d'eau pouvant être désignées comme "fortement modifiées"

Élément pénalisant



Evaluation globale de la qualité hydromorphologique des masses d'eau de surface définies en Région wallonne



Auteur des données : F. GUYON
Auteur de la carte : N. NEDERLANDT
Mars 2006

Echelle : 1/700.000



4. COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS AVEC LA DÉSIGNATION PROVISOIRE DES MASSES D'EAU FORTEMENT MODIFIÉS RÉALISÉE EN RÉGION WALLONNE

Rappelons que cette désignation provisoire a été effectuée par l'Administration des Eaux de Surface sur base du travail de B. NUTTENS et d'une validation des résultats obtenus par les gestionnaires de terrain.

Le tableau ci-dessous présente de manière comparative les résultats de la désignation des types de masses d'eau (naturelle ou MEFM) réalisée par l'Administration et ceux obtenus dans le cadre de cette étude.

Type de masse d'eau	Nombre de masse d'eau Désignation Administration	Nombre de masse d'eau Désignation Etude
MEFM	78	78
Naturelle	241	241

Ces deux approches amènent aux mêmes résultats. Néanmoins, ces résultats généraux cachent certaines différences et nous avons défini pour chaque masse d'eau la concordance ou la discordance de désignation du type de masse d'eau. Le tableau ci-dessous présente ces résultats :

Comparaison des désignations	Nombre de masses d'eau
Concordance	255
Discordance	64

Ces résultats indiquent un **taux de concordance de 80%** (similaire à celui déterminé dans la précédente étude portant sur un échantillon de 102 masses d'eau). 64 masses d'eau wallonnes présentent donc une discordance de désignation qui se répartit de la manière suivante :

- 31 masses d'eau qui avaient été désignées par l'Administration comme « naturelle » seraient désignées comme MEFM
- 33 masses d'eau qui avaient été désignées par l'Administration comme MEFM seraient désignées comme « naturelle ».

Le tableau à la page suivante, présente la liste des masses d'eau présentant une discordance dans les désignations réalisées par la Direction des Eaux de Surface de la DGRNE et celles résultant des indices calculés (seuil de 40%).

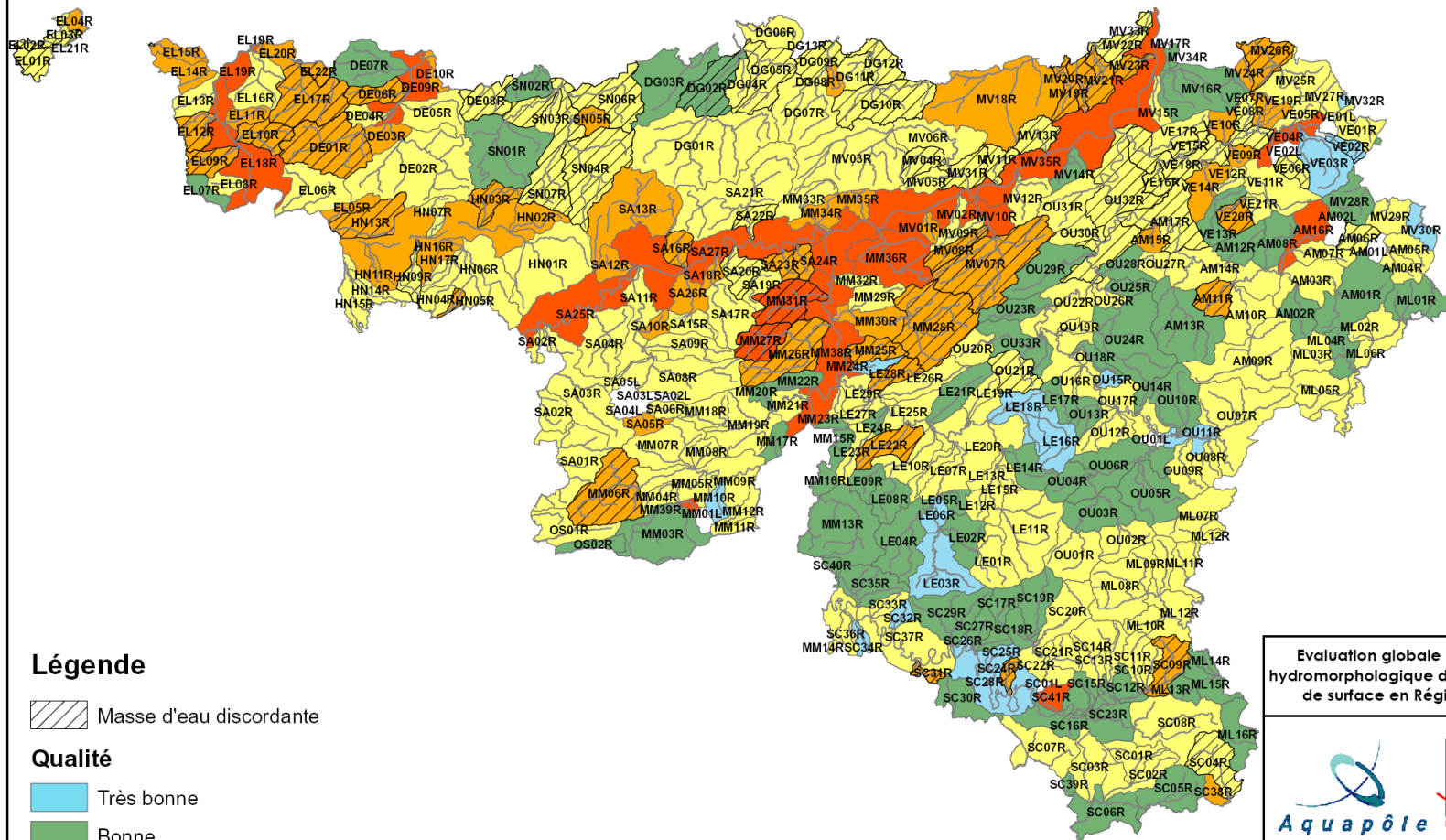
A la lecture de ce tableau, ces discordances de désignation peuvent s'expliquer par :

- Des modalités de calcul différentes du critère « Obstacles » dans les deux approches,
- La prise en compte d'autres critères pour évaluer l'élément « Morphologie » : les critères « Chenalisation du lit mineur » et « Continuité de la ripisylve » n'étaient pas inclus dans l'approche de l'Administration
- Des modalités de calcul différentes impliquant l'entière des linéaires des masses d'eau.

Tableau : Masses d'eau présentant une discordance de désignation

CODE ME	DESIGNATION ADMI	DESIGNATION ETUDE 2006	QUALITE INDICE GLOBAL	HYDROLOGIE	MORPHOLOGIE	CONTINUITE
MV13R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	41	Bonne
EL01R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	45	Bonne
SA20R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	56	Bonne
DG10R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	46	Moyenne
SC04R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	48	Moyenne
SA22R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	48	Moyenne
HN09R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	50	Moyenne
VE15R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	51	Moyenne
VE08R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	53	Moyenne
MV04R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	56	Moyenne
SN07R	hmwb	naturelle	Moyenne	77	61	Moyenne
SN04R	hmwb	naturelle	Moyenne	63	61	Moyenne
SN06R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	63	Moyenne
DG12R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	64	Moyenne
MV31R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	67	Moyenne
VE18R	hmwb	naturelle	Moyenne	74	67	Moyenne
DG09R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	68	Moyenne
AM06R	hmwb	naturelle	Moyenne	42	68	Moyenne
OU32R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	74	Moyenne
VE16R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	88	Moyenne
AM17R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	89	Moyenne
VE06R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	94	Moyenne
MV23R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	40	Très bonne
EL02R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	43	Très bonne
DG05R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	50	Très bonne
OU21R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	50	Très bonne
MV22R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	52	Très bonne
DE08R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	52	Très bonne
MV11R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	52	Très bonne
EL21R	hmwb	naturelle	Moyenne	100	54	Très bonne
DG02R	hmwb	naturelle	Bonne	100	64	Très bonne
VE02R	hmwb	naturelle	Très bonne	100	89	Très bonne
LE22R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	34	Bonne
DE01R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	38	Bonne
HN05R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	41	Mauvaise
VE20R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	43	Mauvaise
LE28R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	45	Mauvaise
SC31R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	47	Mauvaise
MV07R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	52	Mauvaise
MV08R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	52	Mauvaise
MM25R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	53	Mauvaise
HN03R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	62	Mauvaise
AM11R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	64	Mauvaise
MM06R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	65	Mauvaise
SC09R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	68	Mauvaise
MM28R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	68	Mauvaise
MM26R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	71	Mauvaise
SC24R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	72	Mauvaise
MV26R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	85	Mauvaise
MV20R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	26	Moyenne
HN13R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	36	Moyenne
SA23R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	38	Moyenne
MV19R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	29	Très bonne
SA24R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	30	Très bonne
SA16R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	30	Très bonne
MV21R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	31	Très bonne
EL22R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	33	Très bonne
EL12R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	35	Très bonne
EL09R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	36	Très bonne
DE06R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	36	Très bonne
EL17R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	38	Très bonne
EL10R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	39	Très bonne
MM31R	naturelle	hmwb	Très mauvaise	100	42	Très mauvaise
MM27R	naturelle	hmwb	Très mauvaise	100	52	Très mauvaise

Concordance des désignations provisoires des types de masse d'eau en Région wallonne



Evaluation globale de la qualité hydromorphologique des masses d'eau de surface en Région wallonne



Auteur des données : F. GUYON
Auteur de la carte : N. NEDERLANDT
Mars 2006

Echelle : 1/1.000.000



5. COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS AVEC LA DÉSIGNATION DU RNABE

Nous avons également souhaité comparer nos résultats d'indices et de désignation des types de masses d'eau (naturelle ou MEFM) avec la désignation du Risque de Non Atteinte du Bon Etat réalisée par l'Administration des Eaux de Surface de la DGRNE, en charge de l'application de la DCE en Wallonie.

Le tableau ci-dessous présente cette comparaison :

Désignation du type de masse d'eau	Désignation du RNABE		
	Risque	Doute	Non Risque
MEFM	70	2	6
Naturelle	126	9	106
Total	196	11	112

A la lecture de ce tableau, 6 masses d'eau désignées provisoirement comme MEFM par notre étude sont définies comme atteignant le Bon Etat écologique en fonction des valeurs des indicateurs biologiques qui commandent cette désignation. Les résultats d'indices de ces 6 masses d'eau sont présentés dans le tableau ci-dessous afin de tenter d'expliquer cette discordance.

CODE_ME	DESIGNATION ADMI	DESIGNATION ETUDE 2006	QUALITE INDICE GLOBAL	HYDROLOGIE	MORPHOLOGIE	CONTINUITE	RNABE
MM39R	hmwb	hmwb	Très mauvaise	4	90	Bonne	Non Risque
SC41R	hmwb	hmwb	Très mauvaise	4	89	Bonne	Non Risque
SC24R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	72	Mauvaise	Non Risque
SC09R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	68	Mauvaise	Non Risque
SC31R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	47	Mauvaise	Non Risque
LE28R	naturelle	hmwb	Mauvaise	100	45	Mauvaise	Non Risque

Les résultats de ce tableau mettent en évidence que :

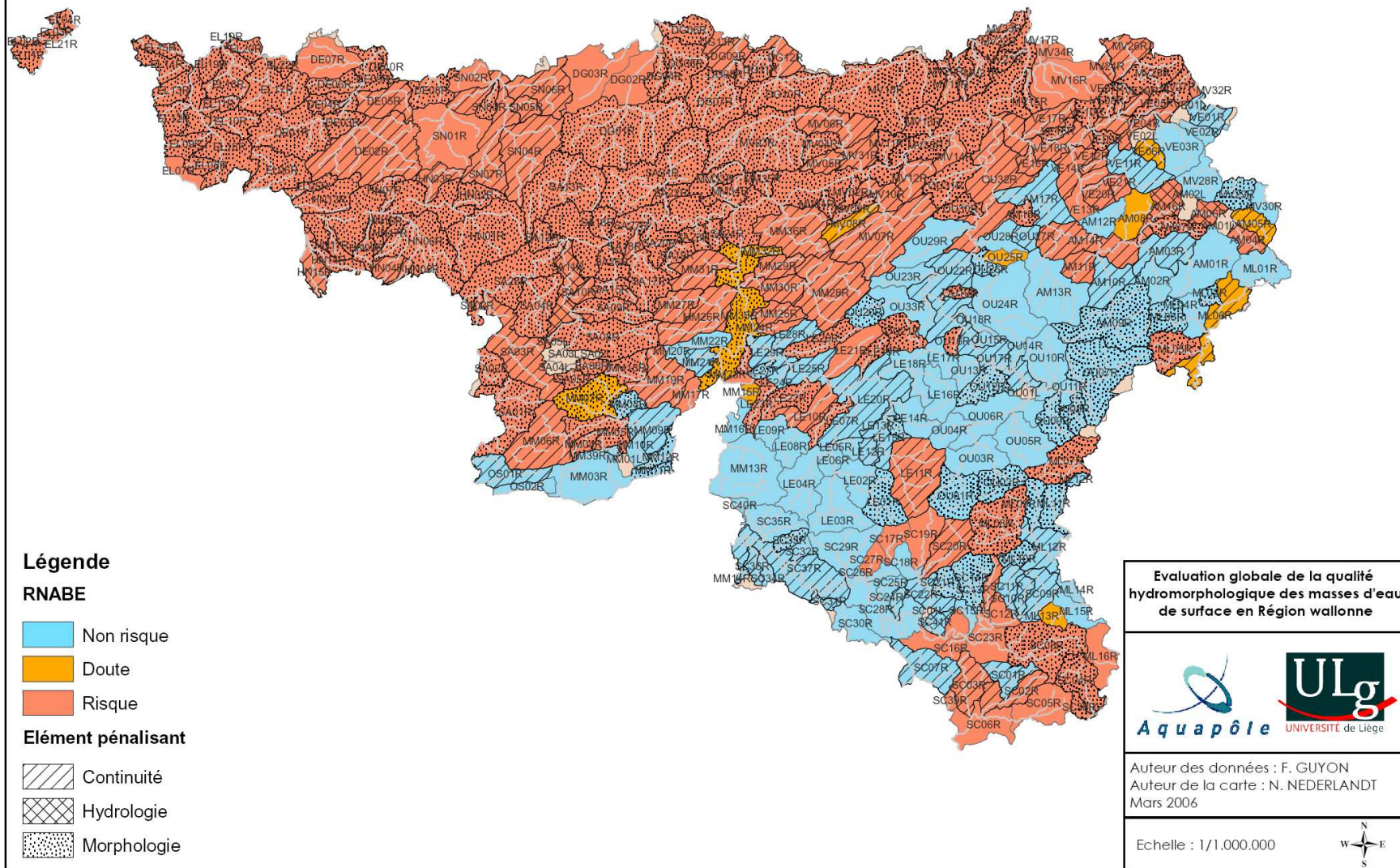
- 4 masses d'eau présentant un risque d'atteindre le bon état sont désignées comme MEFM sur base des résultats des indices de l'élément « Continuité »,
- 2 masses d'eau sur base des résultats d'indices de l'élément « Hydrologie » : l'aval du barrage du Ry de Rome et l'aval du barrage de la Vierre,

Ce constat est délicat à interpréter et nécessiterait une analyse plus approfondie des indices biologiques qui ont amené à cette désignation du non risque. Il serait notamment pertinent d'examiner les résultats de l'indice « poisson », le plus en lien avec les altérations concernées par les éléments « Hydrologie » et « Continuité ». En effet, les éclusées occasionnées par ces deux barrages, ainsi que les débits réservés estimés comme insuffisants, devraient occasionner des impacts importants sur les populations piscicoles.

Une continuité longitudinale perturbée (qualité mauvaise) se traduit généralement par un nombre d'obstacles au kilomètre de cours d'eau relativement important, pouvant fragmenter et isoler les populations piscicoles, et pouvant rendre impossible l'accès aux sites de reproduction (pour les salmonidés). Néanmoins, ces populations isolées peuvent dans certains cas, trouver dans ces portions de cours d'eau les conditions nécessaires à leurs besoins (le cas de la Rulles à l'amont des étangs barrages en est un bon exemple). Cette hypothèse pourrait expliquer ces discordances relatives dans les désignations mais devrait être vérifiée.

D'autre part, ces résultats soulèvent le problème de l'intégration des indices de qualité de l'élément « Continuité » dans la désignation provisoire des MEFM. Pour rappel, les textes de la DCE définissent ces MEFM comme des masses d'eau qui doivent présenter des altérations significatives sur l'hydrologie et la morphologie.

Risque de Non Atteinte du Bon Etat des masses d'eau en Région wallonne et éléments hydromorphologiques pénalisants amenant à une qualité moyenne à très mauvaise



Le cas de la Meuse amont est également intéressant à mentionner. Cette masse d'eau est actuellement déclarée comme « à doute » d'atteindre le bon état et pourrait basculer dans la catégorie « non risque ». Il s'agit d'un très grand cours d'eau navigué et artificialisé, désigné dans notre étude comme MEFM. Les résultats des pêches électriques de cette masse d'eau montrent une assez grande diversité des espèces qui a amené à une bonne qualité biologique. Cette qualité biologique pourrait s'expliquer par les aménagements de reconnection des noues (qui sont en fait d'anciens méandres qui ont été coupés lors de la mise à gabarit de la Meuse pour la navigation). Ces annexes hydrauliques constituent des habitats de reproduction et de repos important pour les populations de cyprins qui colonisent la Meuse. Ces aménagements pourraient éventuellement compenser la perte des habitats naturels du lit mineur suite aux travaux de mise à gabarit (approfondissement du lit, y compris dans les bras secondaires). Cette deuxième hypothèse d'explication des discordances de désignation est à vérifier.

L'objectif principal de la DCE à atteindre pour les masses d'eau est celui du bon état écologique. L'hydromorphologie des cours d'eau participe directement à cet objectif : l'amélioration de la qualité physique des cours d'eau aura un effet bénéfique sur la qualité biologique des rivières. Dans ce cadre, il nous est apparu pertinent de confronter nos résultats d'indices de qualité hydromorphologique pour les masses d'eau déclarées « à risque » ou « à doute » de ne pas atteindre le bon état écologique. Ce risque résulte d'une appréciation des indicateurs biologiques et physico-chimiques. Pour certaines de ces masses d'eau, les mauvais résultats obtenus pour les indicateurs biologiques peuvent s'expliquer en partie par une mauvaise qualité hydromorphologique. Dans les futurs plans de gestion par sous bassins, toute une série d'actions de restauration de la qualité écologique devront être définies pour atteindre en 2015 ce bon état. Les résultats présentés ci-dessous peuvent aider à une compréhension globale des altérations à l'origine de ce risque, incluant l'hydromorphologie au même rang que la physico-chimie, et permettant ainsi aux responsables de l'application de la DCE de formuler les mesures de restauration de la qualité écologique adéquate pour atteindre ce bon état.

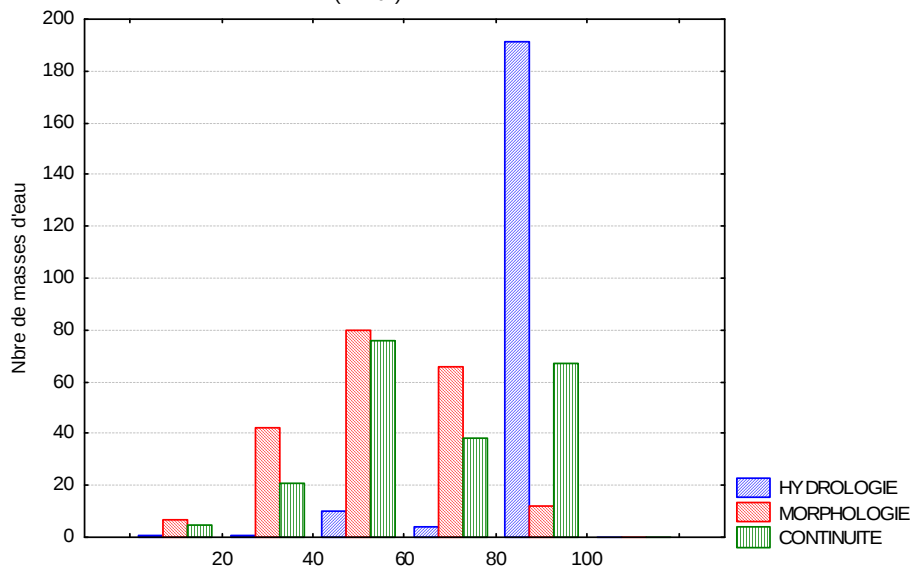
Le tableau ci-dessous présente les qualités hydromorphologiques globales des masses d'eau déclarées à risque ou à doute de ne pas atteindre ce bon état :

Qualité hydromorphologique globale	Nombre de masses d'eau déclarées « à risque » ou « à doute » de ne pas atteindre le bon état
Très bonne	2
Bonne	27
Moyenne	106
Mauvaise	58
Très mauvaise	13

177 masses d'eau sur les 207 déclarées « à risque » ou « à doute » présentent une qualité hydromorphologique moyenne à très mauvaise, soit 85% de ces masses d'eau. Ce pourcentage important met clairement en évidence la part de l'hydromorphologie dans cette désignation du risque.

Afin d'aller plus loin dans cette analyse et de fournir à l'Administration en charge de l'application de la DCE des informations sur les types d'altérations physiques pouvant expliquer ce risque, nous avons mis en évidence les éléments de la qualité hydromorphologique les plus pénalisants pour ces masses d'eau, comme le montre le graphique à la page suivante :

Distribution des valeurs d'indices des éléments de la qualité hydromorphologique selon leurs classes de qualité pour les masses d'eau déclarées à risque ou à doute de non atteinte du bon état (N=207)



127 masses d'eau déclarées « à risque » ou « à doute » présentent un indice de qualité morphologique inférieur à 60% (qualité moyenne à très mauvaise). La continuité longitudinale des cours d'eau est l'autre facteur pénalisant de ces masses d'eau. Ces résultats pourraient orienter les futures mesures de gestion à entreprendre pour améliorer la qualité écologique de ces masses d'eau.

Cette démarche explicative des impacts hydromorphologiques affectant ces masses d'eau déclarées à risque de non atteinte du bon état pourrait être affinée en analysant plus précisément l'ensemble des données collectées dans cette étude ainsi que les différents scores calculés à des échelles plus précises (celle du tronçon de vallée) pour les différents critères de cette méthodologie.

CHAPITRE III :

VALIDATION DE CERTAINES DESIGNATIONS PROVISOIRES DE MASSES D'EAU COMME FORTEMENT MODIFIÉES (ÉTUDE 2004)

1. OBJECTIFS DE CETTE VALIDATION

Les résultats des indices obtenus en 2004 par la méthodologie simplifiée élaborée pour 102 masses d'eau ont montré une concordance de désignation provisoire des types de masses d'eau (naturelles ou fortement modifiées) de plus de 80% avec la désignation effectuée par la Direction des Eaux de Surface. Néanmoins, il a été demandé que certaines validations ou analyses des résultats soient réalisées dans la présente étude afin de pouvoir expliquer ces différences.

Le tableau à la page suivante présente ces discordances de désignation, certaines explications et un programme de validation.

Ce programme de validation concerne 6 masses d'eau pour lesquelles une discordance se marque en lien avec les résultats obtenus pour l'élément « Morphologie ». L'application de l'outil QUALPHY a été retenue pour effectuer cette validation. Les résultats de cet outil seront exprimés pour les deux compartiments « Berges » et « Lit mineur » en lien direct avec les critères de l'élément « Morphologie » (le compartiment « Lit majeur » n'est pas repris dans les objectifs fixés par la DCE). Un indice « Berges / Lit mineur » pondéré par les poids respectifs de ces 2 compartiments selon les types physiques rencontrés sera calculé afin de permettre la comparaison avec les résultats obtenus par la méthode simplifiée.

Signalons que l'application de Qualphy envisagée pour la masse d'eau MV20R (Exhaure d'Ans) n'a pas pu être réalisé. En effet, ce cours d'eau était en assec complet lors de la visite de terrain. Par contre, nous avons appliqué le protocole Qualphy sur la partie aval de la Dendre Occidentale (DE03R), couvrant ainsi l'ensemble des tronçons de cette masse d'eau.

Discordances de désignation des types de masses d'eau réalisées par l'administration de la Région wallonne et par les résultats de cette étude et proposition d'un programme de validation

CODE ME	TYPE MASSE (RW)	TYPE MASSE (ETUDE)	INDICE GLOBAL	HYDROLOGIE	MORPHOLOGIE	CONTINUITE	ORIGINE DISCORDANCE	VALIDATION
MV20R	naturelle	hmwb	26,5	100,0	26,5	100,0	MORPHOLOGIE	QUALPHY BERGES & LIT MINEUR
VE12R	naturelle	hmwb	27,7	100,0	82,0	27,7	OBSTACLES	
MM26R	naturelle	hmwb	28,2	100,0	69,9	28,2	OBSTACLES	
MM27R	naturelle	hmwb	29,0	100,0	52,1	29,0	OBSTACLES	
SA17R	naturelle	hmwb	30,0	100,0	52,8	30,0	OBSTACLES	
MV06R	naturelle	hmwb	34,1	100,0	87,8	34,1	OBSTACLES	
DE01R	naturelle	hmwb	35,4	100,0	35,4	82,9	MORPHOLOGIE	QUALPHY BERGES & LIT MINEUR
MV25R	naturelle	hmwb	38,4	100,0	57,5	38,4	OBSTACLES	
DE04R	naturelle	hmwb	38,6	100,0	38,6	100,0	MORPHOLOGIE	QUALPHY BERGES & LIT MINEUR
SC08R	naturelle	hmwb	38,9	100,0	38,9	89,2	MORPHOLOGIE	DONNEES QUALPHY SEMOIS
SN05R	hmwb	naturelle	40,0	100,0	58,4	40,0	OBSTACLES	
MV13R	hmwb	naturelle	42,7	100,0	45,3	42,7	OBSTACLES	
DE03R	hmwb	naturelle	49,8	63,6	49,8	100,0	ERREUR VANDER MAELEN	
SN04R	hmwb	naturelle	50,1	50,1	60,1	59,0	HYDROLOGIE	
MV22R	hmwb	naturelle	51,9	100,0	51,9	100,0	MORPHOLOGIE	QUALPHY BERGES & LIT MINEUR
OU32R	hmwb	naturelle	54,2	100,0	73,1	54,2	MORPHOLOGIE	DONNEES QUALPHY OURTHE
SN07R	hmwb	naturelle	59,8	76,9	59,8	60,8	MORPHOLOGIE	QUALPHY BERGES & LIT MINEUR
SN06R	hmwb	naturelle	62,5	100,0	62,5	77,6	MORPHOLOGIE	QUALPHY BERGES & LIT MINEUR

2. RÉSULTATS OBTENUS PAR L'OUTIL QUALPHY

Les résultats d'indices calculés par l'outil Qualphy pour les 6 masses d'eau qui ont fait l'objet du protocole Qualphy sont présentés en annexe de ce rapport.

Le tableau ci-dessous présente l'extrapolation à l'échelle des masses d'eau des résultats obtenus par l'outil Qualphy, et en parallèle les résultats d'indices obtenus par la méthode cartographique simplifiée (étude 2004).

Tableau : comparaison des résultats QUALPHY avec ceux obtenus par la méthode simplifiée

CODE_ME	DESIGNATION ADMINISTRATION	Indices QUALPHY				Indices méthode simplifiée				
		INDGLO	INDBERG	IND_LITMIN	INDBERGLIT PONDERE*	INDGLO	MORPHO	CHENAL	BERGES	RIPISYLVE
DE01R	naturelle	45,8	54,8	36,9	38,7	35,4	35,4	25,9	87,9	26,9
DE03R	hmwb	40,8	49,2	32,8	37,7	36,9	36,9	33,1	50	41,7
DE04R	naturelle	48,1	61,1	39,6	42,5	38,6	38,6	25,8	97	40,4
SN06R	hmwb	53,9	58,4	47,2	51,7	62,5	62,5	67,6	78,7	31
SN07R	hmwb	52,1	57,3	40,8	48,3	59,8	59,8	61,5	81,3	37,7
MV22R	hmwb	52,7	48,2	48,7	48,5	51,9	51,9	48,1	77,9	28,2

* Indice global calculé sur les indices partiels "Berges" et "Lit mineur" pondérés selon les poids attribués à chaque segment selon le type physique

Les résultats des indices Qualphy, et notamment celui regroupant les compartiments « Berges » et « Lit mineur » pondérés selon les types physiques rencontrés, permettent de valider les résultats obtenus par la méthode simplifiée pour 5 masses sur les 6 envisagées. Seule la masse d'eau DE04R serait à désigner comme « naturelle » (désignation conforme à celle réalisée par l'administration) alors qu'elle avait été provisoirement définie comme fortement modifiée sur base du seuil d'indice global fixé à 40%.

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus pour ces masses d'eau par la présente étude. Rappelons que certains critères ont fait l'objet de modification dans leur estimation, notamment les critères « Chenalisation » et « Nature des berges ». Aussi, il nous est apparu pertinent d'examiner l'efficacité de ces changements méthodologiques en les confrontant avec les résultats obtenus par l'outil Qualphy et ceux provenant de la méthodologie développée dans la précédente étude.

Code Me	Indices calculés (étude 2006)				
	Indice global	Morphologie	Chenalisation	Berges	Ripisylve
DE01R	38,3	38,3	25,4	75,9	26,9
DE03R	35,6	35,6	34,2	35,5	41,7
DE04R	47,8	47,8	32,8	38,3	40,4
SN06R	Moyenne	62,5	68,6	65,5	31
SN07R	Moyenne	60,8	62,4	70,1	37,7
MV22R	51,8	51,8	48,7	67,5	28,2

Ces résultats sont parfaitement concordants avec ceux provenant de la validation effectuée avec l'outil Qualphy. Les modifications des deux critères de l'élément « Morphologie » semblent mieux correspondre à la réalité de terrain.

CHAPITRE IV :

SYNTHÈSE, CRITIQUES ET PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION DE LA MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION GLOBALE DE LA QUALITÉ HYDROMORPHOLOGIQUE DES MASSES D'EAU WALLONNES DE SURFACE

1. SYNTHÈSE

Cette étude originale a de nouveau mis en évidence qu'il était possible de construire une méthodologie pragmatique d'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau se basant en grande partie sur des données cartographiques existantes ou facilement accessibles en Région wallonne.

Cette méthodologie s'est inspirée des principes d'évaluation développés dans les outils français QUALPHY et SEQ Physique, en les adaptant aux exigences de la DCE. Elle a montré une certaine fiabilité des résultats obtenus par rapport à ceux résultant de l'outil QUALPHY.

Elle a permis de valider globalement les désignations provisoires des types de masses d'eau de surface (naturelles ou fortement modifiées) réalisées par la Direction des Eaux de Surface de la DGRNE, en charge de l'application de la DCE en Wallonie (80% de concordance dans les désignations). Les discordances dans les désignations proviennent essentiellement de la nature et des modalités d'estimation des critères pris en compte, qui sont plus complets dans l'approche développée dans cette étude, et dans la prise en compte de l'entière des linéaires de masse d'eau.

2. CRITIQUES ET PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION DE LA MÉTHODOLOGIE

2.1. Vers une méthodologie hiérarchique et multiscalaire

La méthode développée dans cette étude est une **méthode d'évaluation globale** impliquant de travailler à des échelles d'analyse assez large (échelle de la masse d'eau et du tronçon de vallée faisant plusieurs kilomètres). Elle permet une vue d'ensemble des niveaux de pressions hydromorphologiques s'exerçant sur les masses d'eau.

Cette méthodologie globale devrait constituer la première étape d'une méthodologie plus vaste et plus complète impliquant d'autres méthodes plus précises, travaillant à des échelles plus fines. Cette perspective s'inscrit dans une **démarche méthodologique hiérarchique et multiscalaire de type « up-down »** ou descendante. Cette approche hiérarchique à différents niveaux facilite la compréhension que certains processus à large échelle (géomorphologie des vallées, par exemple) structurent l'habitat à l'échelle locale et permettent ainsi l'établissement de modèles prédictifs sur

l'état, la fréquence, le devenir d'habitats à l'échelle locale compte tenu d'une connaissance à plus large échelle (THOMPSON et *al.*, 2001).

Cette nécessité de compléments méthodologiques à des échelles plus fines pourrait notamment se justifier dans le programme de **mise en place des réseaux de mesures** de la qualité écologique des masses d'eau imposés aux états membres par la DCE, réseaux dans lesquels l'hydromorphologie doit être abordée. Le développement de ces méthodes plus précises devra établir un lien analytique avec les résultats obtenus par la méthode globale.

2.2. Valoriser les données collectées et les résultats obtenus dans la phase d'établissement des plans de gestion par sous bassins

Comme nous l'avons dit précédemment, cette méthode a pour objectif premier l'évaluation globale de la qualité hydromorphologique des masses d'eau. Néanmoins, l'ensemble des données collectées et les résultats obtenus : identification spatiale et quantification des différentes altérations majeures s'exerçant sur les cours d'eau, indices de qualité à différentes échelles, ..., peut constituer une aide précieuse à l'élaboration des plans de gestion.

Ceci nécessite le préalable nécessaire **d'établir un lien de cause à effet entre la qualité et les pressions hydromorphologiques d'une part et la qualité biologique des cours d'eau d'autre part**. Ce lien pourrait être établi par une étude scientifique recherchant ou construisant des modèles reliant des variables hydromorphologiques traduisant un degré de pression ou d'altération et des variables biologiques. Des travaux allant dans ce sens sont en cours au CEMAGREF de Lyon (projet REBECCA). Une future convention d'étude confiée par l'Administration des Eaux de Surface de la DGRNE à notre département et au Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydro-Ecologie de l'Unité de Biologie du Comportement (ULg) va complètement dans cette direction. L'objectif de cette première étude sera de réaliser une synthèse bibliographique sur cette problématique. Ce lien pourrait également être établi de manière empirique en définissant un seuil de qualité hydromorphologique à atteindre, comme le fait l'Agence de l'Eau Rhin Meuse en France avec l'outil QUALPHY. Cette Agence envisage de fixer un seuil d'indice de 70%, en prenant comme hypothèse que ce niveau de qualité serait bénéfique pour la biologie des écosystèmes aquatiques. Cette hypothèse mériterait néanmoins d'être vérifiée.

Ce lien établi, une **planification d'objectifs de gestion** à entreprendre pour restaurer la qualité hydromorphologique et donc écologique des masses d'eau pourrait être envisagée à partir de l'ensemble des données collectées dans cette étude. Signalons à ce sujet, que des méthodes de type « Analyse multi-critères » commencent à être utilisées pour la planification de la gestion des bassins versants, comme par exemple, l'outil EMDS (Ecological Management Decision Support System) développé aux USA par l'USDA Forest Service. Ces analyses impliquant différentes alternatives peuvent intégrer des contraintes de coûts de réalisation des actions. Elles semblent prometteuses pour aborder efficacement cette gestion.

2.3. Poursuivre l'établissement de conditions de référence des critères de la méthodologie

Dans le cadre de cette étude, nous avons établi les conditions de référence du critère « Chenalisation du lit mineur » en déterminant des valeurs de référence du coefficient de sinuosité pour des combinaisons de variables hydrographiques.

Cette démarche devrait être continuée pour d'autres critères de notre méthodologie, et surtout pour les deux variables de l'élément « Hydrologie ». Une étude ayant pour objectif une **régionalisation des débits caractéristiques des cours d'eau et de leur variabilité naturelle** irait dans ce sens. Dans la

littérature scientifique internationale, de plus en plus de travaux et étude sur le thème « Environmental flow analysis » sont à mentionner, provenant surtout des pays anglo-saxons (Australie, Nouvelle Zélande, ..). Une recherche et une synthèse bibliographique de ces études seraient à réaliser afin d'établir un canevas d'étude.

Les résultats de cette étude pourraient nous permettre d'affiner le système de pondération des deux critères hydrologiques de notre méthodologie et de modifier notre estimation de ces deux critères en introduisant le principe de l'écart à ces valeurs de référence.

2.4. Analyser la pertinence du découpage de certaines masses d'eau

Suite à nos travaux, il nous semble que certaines masses d'eau présentent une hétérogénéité spatiale des altérations hydromorphologiques, englobant ainsi des secteurs peu perturbés et des secteurs fortement altérés au sein d'une même masse d'eau, ou englobant des altérations de nature très différentes. Les indices globaux de notre méthode intègrent la totalité du linéaire des cours d'eau d'une masse d'eau, ce qui revient à tempérer l'influence de secteurs fortement perturbés dans le score global. **Quatre cas de masses d'eau hétérogènes en termes de pressions hydromorphologiques** peuvent être mentionnés :

1. La masse d'eau **SN07R** comprenant la Sennette et ces affluents amont, ainsi que la partie aval de la Senne wallonne. La Sennette présente de grandes différences amont / aval en termes de pressions hydromorphologiques. Sa partie amont, globalement jusqu'à sa confluence avec le Ry de Ternel (SN05R), présente une qualité physique moyenne (urbanisation faible, agriculture dominante, assez peu de rectification des cours d'eau). Le secteur à l'aval de cette confluence est marqué par une urbanisation beaucoup plus importante et des problèmes de transfert des eaux vers l'axe ouest du canal reliant Charleroi à Bruxelles. Le lit du cours d'eau est très enfoncé et rectifié et les débits sont fortement influencés par ces transferts vers le canal. De plus, la partie aval de la Senne présente une qualité globale moyenne. Trois secteurs distincts constituent donc cette masse d'eau, et il serait pertinent de les distinguer en masses d'eau individuelles.
2. La masse d'eau **SN04R** comprend la Samme et ses affluents amont ainsi que la Thines. Cette masse d'eau possède une surface très importante. La Samme est fortement perturbée par des transferts d'eaux vers le canal Bruxelles-Charleroi. Néanmoins, le linéaire important de la Thines qui n'est pas altéré par ces transferts d'eaux tempère l'indice « Hydrologie ». Le découpage de cette masse en deux masses d'eau distinctes : l'une reprenant la Samme et ses affluents amont, et l'autre reprenant la Thines, permettrait de mieux faire ressortir cette altération hydrologique de la Samme.
3. La masse d'eau **DE03R** comprend la partie aval de la Dendre occidentale et la partie aval de la Dendre orientale. La partie occidentale est fortement perturbée par l'urbanisation de Ath alors que la partie orientale est altérée par une prise d'eau de surface importante. Les scores des éléments « Hydrologie » et « Morphologie » calculés sur la totalité du linéaire de cette masse d'eau ne traduisent pas correctement ces deux pressions. Cette masse d'eau est petite en termes de surface. Aussi, il serait bon de réfléchir à un découpage différent et/ou à une fusion de certains linéaires avec les masses d'eau voisines (intégration du linéaire aval de la Dendre occidentale avec la masse d'eau DE01R).
4. La masse d'eau **SC41R** comprend le linéaire aval du barrage de la Vierre. Cette masse d'eau est à cheval sur deux régions naturelles : l'Ardenne en amont et la Lorraine belge en aval. Cette distinction régionale se marque également sur les types physiques de cours d'eau. De plus, l'influence hydrologique du barrage sur cette masse d'eau est essentiellement dans la partie ardennaise, d'autant plus qu'il existe dans cette partie deux post-barrages (seuils) qui circonscrivent les lâchers dans cette zone (effet de marnage important). Une réflexion sur le découpage de cette masse d'eau serait à entreprendre.

2.5. Elargir l'analyse de la continuité longitudinale des cours d'eau à l'échelle des bassins hydrographiques

L'évolution de notre méthodologie d'analyse des impacts liés aux obstacles présents sur les cours d'eau a intégré la position la plus en aval d'un obstacle infranchissable pour calculer le pourcentage de linéaire inaccessible pour le poisson.

Néanmoins, de nombreux cours d'eau wallons ne constituent en fait que les parties amont de bassins ou de sous bassins (Moselle, Dendre, Senne, Dyle Gette, Oise, Semois Chiers, ...). La présence d'obstacles plus en aval, et donc dans les pays ou régions limitrophes, devrait être identifiée et permettrait une analyse plus globale et plus réaliste de cette problématique de la continuité longitudinale des cours d'eau pour les poissons. **L'échelle du bassin hydrographique** constitue l'échelle d'analyse la plus adéquate pour appréhender cette problématique.

A ce sujet, nous tenons à signaler l'existence d'une étude en cours entre notre département et l'Agence de l'Eau Rhin Meuse en France. Celle-ci porte sur la mise en commun et l'analyse des données issues de l'application QUALPHY pour les cours d'eau des parties wallonne et française du bassin de la Meuse (à l'exception des cours d'eau du bassin de la Sambre gérés par l'Agence de l'Eau Artois Picardie). Cette mise en commun des données va intégrer les données d'inventaires des obstacles réalisés dans les deux pays (celui en cours de la DCENN e celui réalisé par le CSP). Des contacts devraient être pris avec l'Agence de l'Eau Artois Picardie pour compléter ces inventaires.

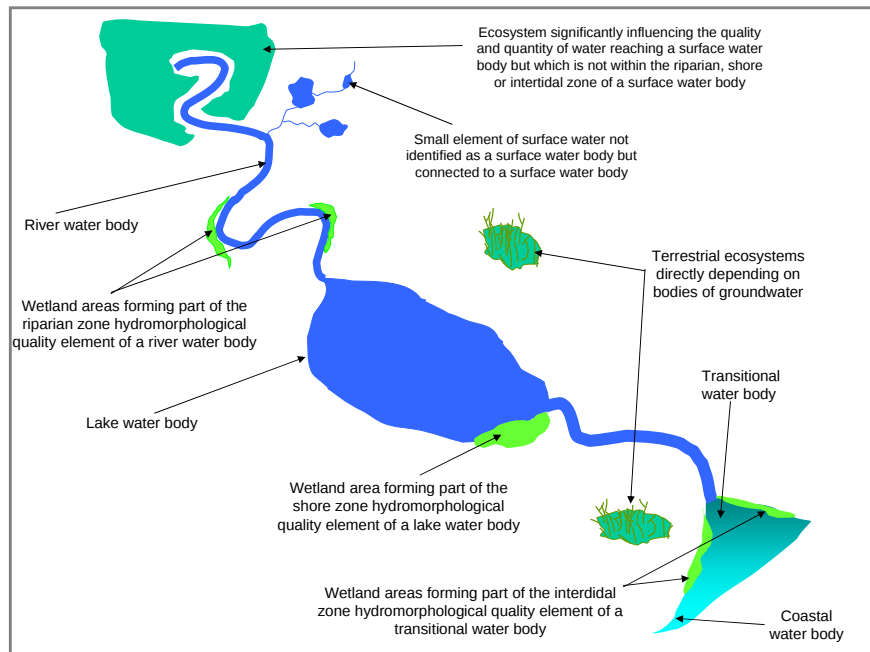
Une approche similaire devrait être initiée pour les cours d'eau du **bassin de l'Escaut**. Ceux-ci font l'objet d'un projet INTERREG (SCALDIT) regroupant les gestionnaires des différents pays concernés par ce bassin, et il serait peut-être pertinent d'initier dans ce cadre, un projet de mise en commun des données d'inventaire des obstacles et d'analyse de la problématique de la continuité longitudinale des masses d'eau à l'échelle de ce bassin.

2.6. Intégrer d'autres éléments de l'écosystème aquatique

Comme nous l'avons déjà signalé dans le rapport précédent, il nous paraît pertinent d'ajouter un quatrième élément de la qualité hydromorphologique des masses d'eau traitant de la **qualité des annexes des cours d'eau**.

Cet élément « Annexes » fait allusion :

1. aux annexes hydrauliques directement liées à l'hydrologie du cours d'eau, aux zones humides du lit majeur qui participent à la qualité écologique des milieux aquatiques et aux petits cours d'eau de l'amont (tributaires) qui participent grandement à la qualité des parties aval (fourniture de matériaux, zones de reproduction, ...). Cet élément figure dans l'approche « Réseau d'Expertise des Habitats » développé par le CSP en France. Cet élément « Annexes » n'est pas directement imposé dans la DCE bien que l'intégration des zones humides en lien direct ou indirect avec les masses d'eau de surface ou souterraines soit clairement évoquée dans le document guide « *Horizontal Guidance Document of the role of wetlands in the water Framework Directive*, (2003) », tel que le montre la figure à la page suivante, tirée de ce même document.



2. aux interactions d'un cours d'eau avec son lit majeur, processus naturel lié à l'expansion des eaux lors des crues ou à la mobilité naturelle de certains types de cours d'eau (dynamique latérale). Ce processus fait référence à la nécessaire « continuité latérale » des cours d'eau et à l'intégrité de leur « espace de liberté ». Ce dernier terme a été repris de documents rédigés par les Agences de l'eau en France qui définissent cet espace comme « *l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales pour permettre une mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres* » (Hydratec et al., 1999). Cette définition implique la prise en compte du fonctionnement naturel de cours d'eau à lit plus ou moins mobile, mais peut inclure également les concepts de zones tampons à vocation hydrologique ou écologique.

La réduction de cet espace de liberté entraîne des impacts importants : réduction du champ d'expansion des crues, perte de connectivité de la rivière et de sa faune avec les annexes hydrauliques, ... Cette réduction de l'espace de liberté des cours d'eau peut être occasionnée par des aménagements d'origine anthropique tels que les digues ou les remblais situés à proximité de la rivière. Ces aménagements sont notamment liés à la présence d'axes de communication (voiries, voies ferrées, canaux, ...) ou à la protection de zones d'urbanisation du lit majeur. Cet espace de liberté est variable selon les types de cours d'eau (et notamment en fonction de la morphologie des vallées et de la sinuosité du lit mineur). Il est généralement plus restreint que le lit majeur historique du cours d'eau. Différentes études, notamment commanditées par les Agences de l'eau françaises, ont défini les modalités de délimitation de cet espace.

CHAPITRE V :

AUTRES CONTRIBUTIONS DE CETTE ETUDE

1. Participation à des séminaires

- Workshop « WFD and Hydromorphology » organisé à Prague les 17 – 19 octobre 2005.

Une présentation synthétique de la méthode d'évaluation globale de la qualité hydromorphologique des masses d'eau wallonnes a été réalisée et insérée dans les comptes-rendus de ce workshop. L'ensemble des présentations peut être consulté sur le site Internet ci-dessous.

<http://www.ecologic-events.de/hydromorphology/presentations.htm>

- Workshop « Hydromorphologie » à Alost, organisé par la VMM dans le cadre de l'atelier PA4 du projet SCALDIT.

Une présentation détaillée de la méthode d'évaluation a été présentée dans ce cadre.

2. Participation au groupe de travail « Désignation définitive des masses d'eau wallonnes fortement modifiées »

Suite à une demande de la Direction des Eaux de Surface, il nous a été demandé de participer à ce groupe de travail. Ce processus de désignation définitive des MEFM est présenté à la page suivante. Cette contribution a fait l'objet d'un avenant de 2 mois à l'actuelle convention.

Il concerne les masses d'eau désignées provisoirement comme MEFM (soit 32 masses d'eau), suite à la précédente étude. Notre contribution a porté sur l'établissement de tableaux de synthèse des résultats obtenus dans le cadre de la précédente étude. Ces résultats sont exprimés par groupes de masses d'eau définis selon l'usage anthropique majoritaire de celles-ci. Différentes caractéristiques des altérations sont présents dans ces tableaux pour chaque masses d'eau : résultats des indices spécifiques par critère, % de linéaire de berges sans ripisylve, nombre d'obstacles infranchissables ou majeurs, ... Ces tableaux figurent en annexe de ce rapport. Ces informations seront utiles pour cibler les usages mis en jeu et pour ajuster les mesures de restauration de la qualité hydromorphologique demandées dans cette procédure de désignation définitive.

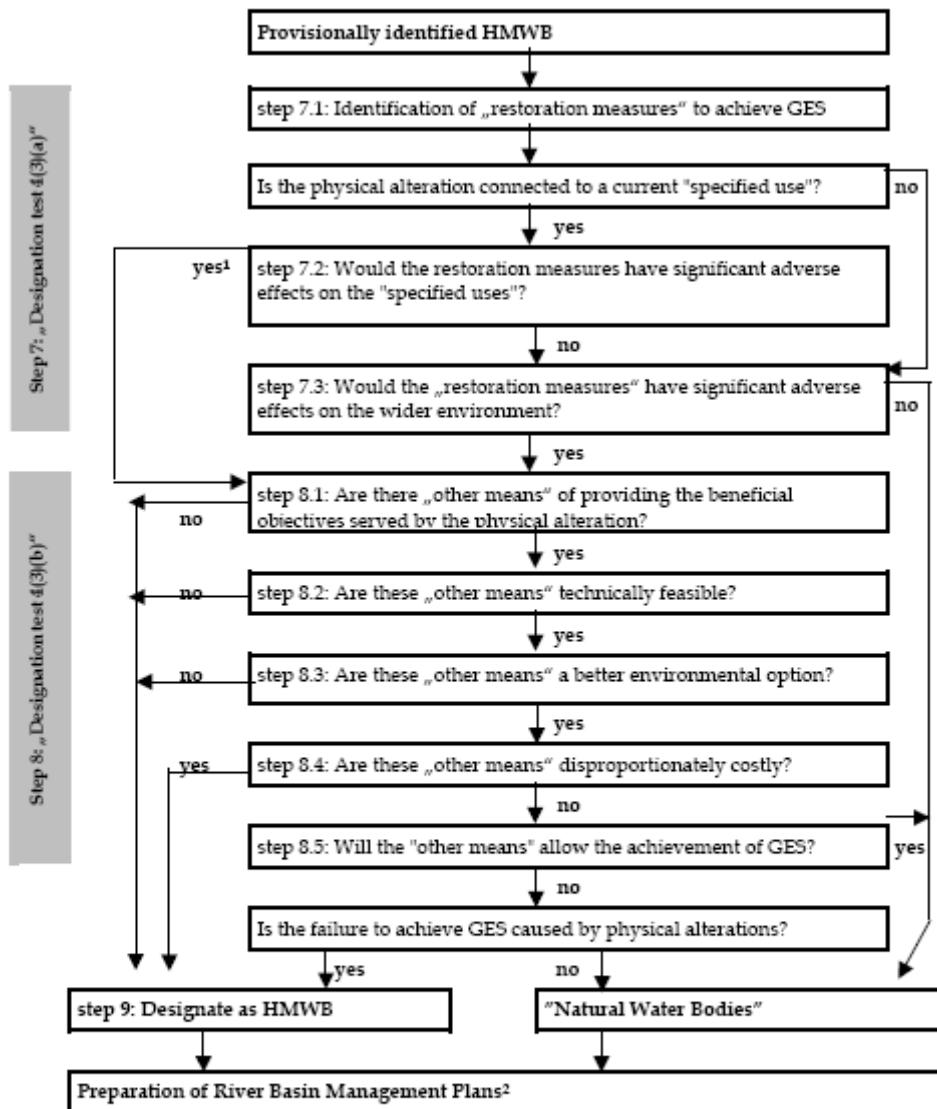


Figure 6: Steps leading to the designation of HMWB (steps 7-9)

Note 1: Step 7.2: If the restoration measures would have significant adverse effects on the "specified uses" you could directly proceed to the "Designation test 4(3)(b)", step 8.1. But for a better justification for designation you may also want to apply step 7.3.

Note 2: Preparation of River Basin Management Plans including: identifying objectives, identifying programmes of measures (POM), cost effectiveness analysis, derogation for an extended timetable and less stringent objective, consideration of Article 4(8), to ensure no deterioration of other water bodies.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIAMAHEFA, H. (1999). Les hydro-écorégions du bassin de la Loire. Morphologie, hydrologie, pressions anthropiques sur les cours d'eau et les bassins versants. Thèse de doctorat, Université Jean Monnet, Saint Etienne, 253p + ann.
- AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE (1998), Typologie des cours d'eau du bassin Rhin-Meuse, Compléments et consolidation, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 62p.
- AGENCES DE L'EAU (1999). La gestion des rivières – Transport solide et atterrissements – Guide méthodologique. Etude n°65. 97p.
- COHEN, P. (1998). Régionalisation de l'habitat physique du poisson. Approche multi-scalaire et application au bassin de la Loire, France. Thèse de doctorat, Univ. Lyon I.
- CUPP, (1989). Stream corridor classification for forested lands of Washington, Washington Forest Protection Association, Olympia, Washington, USA, 24p + ann.
- GUYON F. et al. (2003) (a). 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 ; FUL-DGRNE, 136p+ann.
- GUYON F. et al. (2003) (b). Evaluation de la qualité physique de la Meuse et de la Semois navigable, Application de l'outil Qualphy, Rapport Final ; FUL-DGRNE.
- Horizontal Guidance Document of the role of wetlands in the water Framework Directive*, (2003). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Wetlands Horizontal Guidance, 66p.
- HYDRATEC et al. (1999). Définition des fuseaux de mobilité fonctionnels sur les cours d'eau du bassin Rhin Meuse. Agence de l'Eau Rhin Meuse, 75p. + annexes.
- MEDD, (2002). Bilan des tests nationaux réalisés avec la version expérimentale de l'outil SEQ Physique – Phase 2 : Propositions pour la version V1. Géodes Géologues Conseil et SIEE Sud Ouest, Ministère de l'Env. et du Développement Durable, 103p.
- MOUCHET F. et al. (2004), Etude de la typologie et de la dynamique des forêts ripicoles wallonnes : conséquences pour la gestion hydrologique et biologique des cours d'eau, Rapport final, FUSAGX, DGRNE, 45p+ann.
- MOY J., GUYON F. & COGELS X., (2004). Caractérisation du milieu physique des cours d'eau. Rapport final - Programme PIRENE, ULg – Campus d'Arlon. 114p. +annexe cartographique.
- SEELBACH et al., (1997). A Landscape-Based Ecological Classification System for river valley segments in lower Michigan. Michigan Department of Natural Resources – Fisheries Division, 18p + ann.
- SOUCHON et al. (2000), Régionalisation de l'habitat aquatique dans le bassin de la Loire, Cemagref de Lyon, 261 p. + ann.
- THOMPSON et al., (2001). A geomorphological framework for river characterization and habitat assessment. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, Volume 11, Issue 5, 2001. Pages 373-389
- WASSON et al., (1998). Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. Cemagref Editions, 158p.

ANNEXE 1 : CARACTÉRISTIQUES DES TYPES PHYSIQUES WALLONS

Tableau de synthèse des types

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 faibles des vallées calcaires et/ou schisteuses et crayeuses	cours d'eau à énergie moyenne à faible des collines et plateaux argilo-marno-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 méandres
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 2 :

*PONDÉRATIONS DU SEQ PHYSIQUE VERSION V0’
POUR LES COMPARTIMENTS « LIT MINEUR » ET « BERGES »*

BERGES & LIT MINEUR

LIT MINEUR		Berges		Lit mineur		Types d'alluvions	Commentaires
		Structure	Ripisylve	Continuité	Morphologie		
Dynamique forte	Tresses	80	20	40	60	alluv. variables	Berges : la fixation des berges est d'autant plus perturbante que les formes du lit sont naturellement variées (de rectiligne aux tresses). Lit Mineur : le poids de la morphologie est d'autant plus grand que les formes sont naturellement variées; ceci est pondéré par le type naturel des alluvions, les plus grossiers étant très sensibles aux ruptures de continuité.
				30	70	alluv. fins	
	Sinueux	60	40	50	50	alluv. grossiers	
	Loc. sinueux	Sans objet					
	Rectiligne	50	50	70	30	alluv. grossiers	
				sans objet		alluv. fins	
Dynamique moyenne à faible	Tresses	Sans objet					Berges : la fixation des berges est d'autant plus perturbante que les formes du lit sont naturellement variées (de rectiligne à sinueux). Lit Mineur : le poids de la morphologie est d'autant plus grand que les formes sont naturellement variées; ceci est pondéré par le type naturel des alluvions, les plus grossiers étant très sensibles aux ruptures de continuité.
	Sinueux	70	30	40	60	alluv. grossiers	
				30	70	alluv. fins	
	Loc. sinueux	60	40	50	50	alluv. grossiers	
				30	70	alluv. fins	
	Rectiligne	50	50	70	30	alluv. grossiers	
				50	50	alluv. fins	

ANNEXE 3 :

*RESULTATS DE L'ENSEMBLE DES INDICES CALCULES POUR LES 319 MASSES D'EAU DE SURFACE DE
TYPE « RIVIERE » DEFINIES EN REGION WALLONNE*

CODE ME	QUALITE INDICE GLOBAL	SCORE HYDROLOGIE	SCORE MORPHOLOGIE	QUALITE CONTINUITE	CYCLE HYDRO	ETIAGE	CHENAL	NATURE BERGES	RIPISYLVE
AM01R	71	100	71	BONNE	100	100	72	92	34
AM02R	BONNE	100	87	BONNE	100	100	100	92	40
AM03R	MOYENNE	100	73	MOYENNE	100	100	67	88	63
AM04R	MOYENNE	100	69	MOYENNE	100	100	76	93	12
AM05R	MOYENNE	100	77	MOYENNE	100	100	90	94	11
AM06R	42	42	68	MOYENNE	3	100	77	87	15
AM07R	49	100	49	BONNE	100	100	44	66	39
AM08R	BONNE	100	90	BONNE	100	100	100	89	60
AM09R	53	100	53	MOYENNE	100	100	44	89	25
AM10R	MOYENNE	100	75	MOYENNE	100	100	83	69	53
AM11R	MAUVAISE	100	64	MAUVAISE	100	100	60	85	29
AM12R	74	100	74	BONNE	100	100	68	92	57
AM13R	71	100	71	BONNE	100	100	68	91	41
AM14R	MOYENNE	100	92	MOYENNE	100	100	99	86	73
AM15R	30	100	30	BONNE	100	100	11	59	37
AM16R	19	19	73	MOYENNE	3	43	75	75	55
AM17R	59	100	89	MOYENNE	100	100	100	64	72
DE01R	38	100	38	BONNE	100	100	25	76	27
DE02R	59	100	61	MOYENNE	100	100	57	78	49
DE03R	36	64	36	TRES BONNE	64	65	34	36	42
DE04R	48	100	48	TRES BONNE	100	100	33	88	40
DE05R	MOYENNE	100	60	MOYENNE	100	100	59	84	27
DE06R	36	100	36	TRES BONNE	100	100	13	90	41
DE07R	61	100	61	BONNE	100	100	53	87	43
DE08R	52	100	52	TRES BONNE	100	100	46	78	32
DE09R	13	51	13	BONNE	18	100	3	23	35
DE10R	38	100	38	TRES BONNE	100	100	10	91	58
DG01R	56	100	56	BONNE	100	100	46	75	55
DG02R	64	100	64	TRES BONNE	100	100	63	66	64
DG03R	66	100	66	TRES BONNE	100	100	51	85	81
DG04R	54	100	54	TRES BONNE	100	100	43	66	70
DG05R	50	100	50	TRES BONNE	100	100	45	64	40
DG06R	45	100	45	TRES BONNE	100	100	31	69	47
DG07R	44	100	44	MOYENNE	100	100	32	72	31
DG08R	35	100	35	TRES BONNE	100	100	19	68	23
DG09R	MOYENNE	100	68	MOYENNE	100	100	63	84	47
DG10R	46	100	46	MOYENNE	100	100	37	68	32
DG11R	42	100	42	TRES BONNE	100	100	23	84	24
DG12R	MOYENNE	100	64	MOYENNE	100	100	66	72	41
EL01R	45	100	45	BONNE	100	100	34	94	5
EL02R	43	100	43	TRES BONNE	100	100	33	92	5
EL03R	46	100	46	TRES BONNE	100	100	36	86	16
EL04R	29	100	29	TRES BONNE	100	100	10	86	11
EL05R	35	100	35	BONNE	100	100	20	70	39
EL06R	52	100	52	MOYENNE	100	100	40	85	45
EL07R	61	100	61	TRES BONNE	100	100	54	95	34
EL08R	45	100	45	TRES BONNE	100	100	30	85	36
EL09R	36	100	36	TRES BONNE	100	100	16	81	43
EL10R	39	100	39	TRES BONNE	100	100	26	76	26
EL11R	33	100	33	TRES BONNE	100	100	14	83	21
EL12R	35	100	35	TRES BONNE	100	100	19	86	16
EL13R	58	100	58	TRES BONNE	100	100	53	89	27
EL14R	29	100	29	MOYENNE	100	100	10	90	5
EL15R	28	100	28	TRES BONNE	100	100	14	74	8
EL16R	48	100	48	BONNE	100	100	37	91	22
EL17R	38	100	38	TRES BONNE	100	100	22	84	23
EL18R	6	51	6	BONNE	18	100	3	13	7
EL19R	8	51	8	TRES BONNE	18	100	3	13	16
EL20R	36	100	36	TRES BONNE	100	100	20	94	6
EL21R	54	100	54	TRES BONNE	100	100	53	74	27
EL22R	33	100	33	TRES BONNE	100	100	10	91	28
HN01R	49	100	49	MOYENNE	100	100	50	51	43
HN02R	29	100	29	MAUVAISE	100	100	19	49	25
HN03R	MAUVAISE	100	62	MAUVAISE	100	100	61	76	35
HN04R	MOYENNE	100	71	MOYENNE	100	100	74	83	32
HN05R	MAUVAISE	100	41	MAUVAISE	100	100	10	85	63
HN06R	54	100	54	MOYENNE	100	100	43	79	40
HN07R	45	100	45	MOYENNE	100	100	35	78	27
HN09R	50	100	50	MOYENNE	100	100	44	61	50
HN11R	26	100	26	TRES BONNE	100	100	10	55	26
HN13R	36	100	36	MOYENNE	100	100	20	84	17
HN14R	57	100	57	MOYENNE	100	100	42	81	66
HN15R	MOYENNE	100	69	MOYENNE	100	100	64	81	59
HN16R	38	59	38	MOYENNE	49	75	47	25	21
HN17R	21	100	21	TRES BONNE	100	100	10	49	16
LE01R	53	100	53	BONNE	100	100	44	90	26
LE02R	74	100	74	BONNE	100	100	71	91	56
LE03R	81	100	81	TRES BONNE	100	100	77	94	60
LE04R	69	100	69	TRES BONNE	100	100	57	94	68

CODE ME	QUALITE INDICE GLOBAL	SCORE HYDROLOGIE	SCORE MORPHOLOGIE	QUALITE CONTINUITE	CYCLE HYDRO	ETIAGE	CHENAL	NATURE BERGES	RIPISYLVE
LE05R	79	100	79	TRES BONNE	100	100	67	94	92
LE06R	95	100	95	TRES BONNE	100	100	100	95	77
LE07R	56	100	56	BONNE	100	100	35	87	74
LE08R	74	100	74	TRES BONNE	100	100	60	95	83
LE09R	74	100	74	TRES BONNE	100	100	66	93	69
LE10R	MOYENNE	100	74	MOYENNE	100	100	64	88	82
LE11R	MOYENNE	97	68	MOYENNE	100	93	63	85	54
LE12R	MOYENNE	100	66	MOYENNE	100	100	52	95	66
LE13R	49	100	49	MOYENNE	100	100	22	86	80
LE14R	BONNE	100	81	BONNE	100	100	75	90	87
LE15R	MOYENNE	100	87	MOYENNE	100	100	87	88	85
LE16R	85	100	85	TRES BONNE	100	100	96	88	44
LE17R	75	100	75	BONNE	100	100	66	93	74
LE18R	85	100	85	TRES BONNE	100	100	89	83	76
LE19R	43	100	43	BONNE	100	100	11	89	74
LE20R	MOYENNE	100	81	MOYENNE	100	100	91	71	57
LE21R	76	100	76	BONNE	100	100	62	94	94
LE22R	34	100	34	BONNE	100	100	10	80	40
LE23R	55	100	55	BONNE	100	100	29	88	88
LE24R	60	100	60	TRES BONNE	100	100	51	75	65
LE25R	MOYENNE	100	80	MOYENNE	100	100	89	70	66
LE26R	55	100	55	MOYENNE	100	100	30	91	74
LE27R	60	100	60	BONNE	100	100	39	93	68
LE28R	MAUVAISE	100	45	MAUVAISE	100	100	14	89	73
LE29R	MOYENNE	99	86	MOYENNE	99	99	98	57	70
ML01R	BONNE	100	89	BONNE	100	100	98	94	36
ML02R	54	100	54	MOYENNE	100	100	43	93	5
ML03R	60	100	60	TRES BONNE	100	100	60	94	7
ML04R	64	100	64	TRES BONNE	100	100	63	89	20
ML05R	43	100	43	BONNE	100	100	22	93	23
ML06R	MOYENNE	100	84	MOYENNE	100	100	87	91	65
ML07R	56	100	56	BONNE	100	100	56	78	23
ML08R	58	100	58	TRES BONNE	100	100	54	88	20
ML09R	55	100	55	BONNE	100	100	42	94	28
ML10R	58	100	58	BONNE	100	100	48	92	24
ML11R	57	100	57	BONNE	100	100	41	95	41
ML12R	MOYENNE	100	84	MOYENNE	100	100	94	89	39
ML13R	71	100	71	BONNE	100	100	62	95	56
ML14R	61	100	61	TRES BONNE	100	100	42	95	68
ML15R	76	100	76	BONNE	100	100	73	91	62
ML16R	68	100	68	BONNE	100	100	58	93	49
MM03R	66	100	66	BONNE	100	100	54	94	61
MM04R	48	100	48	TRES BONNE	100	100	30	88	36
MM05R	49	100	49	MOYENNE	100	100	39	70	52
MM06R	MAUVAISE	100	65	MAUVAISE	100	100	54	88	60
MM07R	50	100	50	MOYENNE	100	100	26	89	63
MM08R	52	100	52	TRES BONNE	100	100	32	95	51
MM09R	MOYENNE	100	89	MOYENNE	100	100	100	80	59
MM10R	82	100	82	TRES BONNE	100	100	100	86	13
MM11R	53	100	53	TRES BONNE	100	100	32	95	56
MM12R	49	100	49	TRES BONNE	100	100	34	94	45
MM13R	64	100	64	BONNE	100	100	51	95	57
MM14R	46	100	46	TRES BONNE	100	100	10	92	85
MM15R	79	100	87	BONNE	100	100	84	93	86
MM16R	75	100	75	TRES BONNE	100	100	66	95	67
MM17R	79	100	79	TRES BONNE	100	100	74	90	70
MM18R	50	100	50	MOYENNE	100	100	30	84	62
MM19R	MOYENNE	100	66	MOYENNE	100	100	57	90	59
MM20R	77	100	77	TRES BONNE	100	100	65	95	67
MM21R	MOYENNE	100	94	MOYENNE	100	100	96	91	89
MM22R	60	100	60	TRES BONNE	100	100	43	91	59
MM23R	49	100	49	TRES BONNE	100	100	18	93	77
MM24R	90	100	90	TRES BONNE	100	100	100	81	70
MM25R	MAUVAISE	100	53	MAUVAISE	100	100	31	89	66
MM26R	MAUVAISE	100	71	MAUVAISE	100	100	66	85	62
MM27R	19	100	52	TRES MAUVAISE	100	100	43	74	51
MM28R	MAUVAISE	100	68	MAUVAISE	100	100	68	81	49
MM29R	MOYENNE	100	75	MOYENNE	100	100	80	80	50
MM30R	MAUVAISE	100	67	MAUVAISE	100	100	74	54	71
MM31R	19	100	42	TRES MAUVAISE	100	100	21	86	38
MM32R	50	100	50	TRES BONNE	100	100	27	91	54
MM33R	42	100	42	TRES BONNE	100	100	20	83	38
MM34R	34	100	34	BONNE	100	100	24	54	35
MM35R	37	100	37	MAUVAISE	100	100	17	61	62
MM36R	19	100	67	TRES MAUVAISE	100	100	60	83	64
MM37R	71	100	71	TRES BONNE	100	100	55	94	79
MM38R	10	50	10	MOYENNE	18	97	3	19	27
MM39R	4	4	90	BONNE	3	5	100	91	53
MV01R	38	100	38	TRES BONNE	100	100	10	78	60
MV02R	56	100	56	TRES BONNE	100	100	37	79	79

CODE ME	QUALITE INDICE GLOBAL	SCORE HYDROLOGIE	SCORE MORPHOLOGIE	QUALITE CONTINUE	CYCLE HYDRO	ETIAGE	CHENAL	NATURE BERGES	RIPISYLVE
MV03R	55	100	55	MOYENNE	100	100	44	83	33
MV04R	56	100	56	MOYENNE	100	100	52	73	44
MV05R	MOYENNE	100	64	MOYENNE	100	100	63	77	45
MV06R	MOYENNE	100	83	MOYENNE	100	100	94	85	31
MV07R	MAUVAISE	100	52	MAUVAISE	100	100	40	88	37
MV08R	MAUVAISE	100	52	MAUVAISE	100	100	31	94	57
MV09R	49	100	49	MOYENNE	100	100	29	90	47
MV10R	19	100	78	TRES MAUVAISE	100	100	91	62	59
MV11R	52	100	52	TRES BONNE	100	100	50	60	48
MV12R	MOYENNE	100	72	MOYENNE	100	100	62	89	77
MV13R	41	100	41	BONNE	100	100	29	57	54
MV14R	69	100	69	TRES BONNE	100	100	56	85	83
MV15R	54	100	54	TRES BONNE	100	100	47	77	39
MV16R	70	100	70	BONNE	100	100	66	89	55
MV17R	77	100	77	TRES BONNE	100	100	80	88	40
MV18R	39	100	39	MOYENNE	100	100	28	65	26
MV19R	29	100	29	TRES BONNE	100	100	10	73	7
MV20R	26	100	26	MOYENNE	100	100	21	43	5
MV21R	31	100	31	TRES BONNE	100	100	10	74	20
MV22R	52	100	52	TRES BONNE	100	100	49	68	28
MV23R	40	100	40	TRES BONNE	100	100	46	42	17
MV24R	MAUVAISE	100	64	MAUVAISE	100	100	60	88	38
MV25R	55	100	55	MOYENNE	100	100	37	82	68
MV26R	MAUVAISE	100	85	MAUVAISE	100	100	96	87	46
MV27R	51	100	51	TRES BONNE	100	100	33	83	55
MV28R	80	100	80	TRES BONNE	100	100	90	94	27
MV29R	48	100	48	TRES BONNE	100	100	38	95	7
MV30R	89	100	89	TRES BONNE	100	100	100	95	32
MV31R	MOYENNE	100	67	MOYENNE	100	100	71	59	53
MV32R	84	100	84	TRES BONNE	100	100	81	95	74
MV35R	9	33	9	MOYENNE	26	43	3	16	19
OS01R	MOYENNE	100	65	MOYENNE	100	100	55	93	54
OS02R	74	100	74	TRES BONNE	100	100	67	95	62
OU01R	49	100	49	TRES BONNE	100	100	39	87	22
OU02R	50	100	50	TRES BONNE	100	100	40	94	13
OU03R	70	100	70	TRES BONNE	100	100	66	94	48
OU04R	78	100	78	TRES BONNE	100	100	82	94	40
OU05R	68	100	68	TRES BONNE	100	100	66	92	38
OU06R	79	100	79	TRES BONNE	100	100	78	92	61
OU07R	60	100	60	TRES BONNE	100	100	52	91	29
OU08R	53	100	53	TRES BONNE	100	100	40	95	26
OU09R	53	100	53	TRES BONNE	100	100	43	88	39
OU10R	72	100	72	TRES BONNE	100	100	69	93	50
OU11R	88	100	88	TRES BONNE	100	100	100	80	57
OU12R	47	100	47	BONNE	100	100	31	90	32
OU13R	68	100	68	BONNE	100	100	62	91	54
OU14R	73	100	73	TRES BONNE	100	100	70	94	62
OU15R	86	100	86	TRES BONNE	100	100	91	95	61
OU16R	50	100	50	BONNE	100	100	37	73	53
OU17R	MOYENNE	99	87	MOYENNE	99	99	100	72	61
OU18R	65	100	65	BONNE	100	100	45	95	71
OU19R	47	100	47	TRES BONNE	100	100	13	91	83
OU20R	56	100	56	TRES BONNE	100	100	28	90	90
OU21R	50	100	50	TRES BONNE	100	100	41	78	35
OU22R	MOYENNE	100	76	MOYENNE	100	100	89	59	47
OU23R	70	100	70	BONNE	100	100	57	92	71
OU24R	BONNE	100	86	BONNE	100	100	86	100	61
OU25R	77	100	77	TRES BONNE	100	100	66	94	82
OU26R	54	83	54	MOYENNE	83	83	81	18	27
OU27R	MOYENNE	100	64	MOYENNE	100	100	57	86	51
OU28R	65	100	65	BONNE	100	100	48	93	68
OU29R	65	100	65	BONNE	100	100	51	89	73
OU30R	42	100	42	MOYENNE	100	100	18	85	44
OU31R	57	100	57	MOYENNE	100	100	37	93	65
OU32R	MOYENNE	100	74	MOYENNE	100	100	95	26	48
OU33R	69	100	69	TRES BONNE	100	100	57	94	68
SA01R	51	100	51	BONNE	100	100	30	94	51
SA02R	56	100	56	MOYENNE	100	100	39	83	67
SA03R	MOYENNE	100	60	MOYENNE	100	100	49	87	52
SA04R	48	100	48	MOYENNE	100	100	31	75	56
SA05R	31	100	31	MOYENNE	100	100	10	65	47
SA06R	41	100	41	MOYENNE	100	100	16	93	42
SA08R	49	89	49	BONNE	82	100	32	80	59
SA09R	42	100	42	MOYENNE	100	100	22	74	57
SA10R	MAUVAISE	100	69	MAUVAISE	100	100	69	84	51
SA11R	42	42	79	MOYENNE	3	100	80	77	77
SA12R	34	100	34	MAUVAISE	100	100	20	63	33
SA13R	38	81	38	MOYENNE	80	81	20	77	22
SA15R	53	100	53	TRES BONNE	100	100	38	85	51
SA16R	30	100	30	TRES BONNE	100	100	18	55	27

CODE ME	QUALITE INDICE GLOBAL	SCORE HYDROLOGIE	SCORE MORPHOLOGIE	QUALITE CONTINUITE	CYCLE HYDRO	ETIAGE	CHENAL	NATURE BERGES	RIPISYLVE
SA17R	52	100	52	MOYENNE	100	100	29	86	71
SA18R	MAUVAISE	100	77	MAUVAISE	100	100	68	89	85
SA19R	48	100	48	MOYENNE	100	100	28	83	55
SA20R	56	100	56	BONNE	100	100	54	62	55
SA21R	47	100	47	BONNE	100	100	40	74	19
SA22R	48	100	48	MOYENNE	100	100	43	75	37
SA23R	38	100	38	MOYENNE	100	100	13	71	63
SA24R	30	100	30	TRES BONNE	100	100	10	64	40
SA25R	12	51	12	BONNE	18	100	3	26	23
SA26R	34	100	34	MOYENNE	100	100	21	51	51
SA27R	7	42	7	BONNE	3	100	3	13	7
SC01R	MOYENNE	100	72	MOYENNE	100	100	65	94	56
SC02R	MOYENNE	100	62	MOYENNE	100	100	46	87	70
SC03R	MOYENNE	100	72	MOYENNE	100	100	63	89	75
SC04R	48	100	48	MOYENNE	100	100	39	63	49
SC05R	72	100	72	BONNE	100	100	70	87	49
SC06R	BONNE	100	91	BONNE	100	100	94	92	74
SC07R	MOYENNE	100	76	MOYENNE	100	100	70	87	77
SC08R	52	100	52	BONNE	100	100	40	78	38
SC09R	MAUVAISE	100	68	MAUVAISE	100	100	55	89	72
SC10R	MOYENNE	100	82	MOYENNE	100	100	85	91	53
SC11R	MOYENNE	100	78	MOYENNE	100	100	82	94	37
SC12R	78	100	78	BONNE	100	100	92	81	29
SC13R	MOYENNE	100	60	MOYENNE	100	100	53	92	34
SC14R	57	100	57	MOYENNE	100	100	48	88	36
SC15R	74	100	74	TRES BONNE	100	100	72	93	48
SC16R	65	100	65	TRES BONNE	100	100	53	92	48
SC17R	75	100	75	TRES BONNE	100	100	81	94	27
SC18R	62	100	62	TRES BONNE	100	100	57	92	31
SC19R	74	100	74	TRES BONNE	100	100	78	89	37
SC20R	MOYENNE	100	69	MOYENNE	100	100	70	87	38
SC21R	51	100	51	TRES BONNE	100	100	31	94	36
SC22R	MOYENNE	100	86	MOYENNE	100	100	100	93	31
SC23R	74	100	74	BONNE	100	100	78	89	32
SC24R	MAUVAISE	100	72	MAUVAISE	100	100	69	90	51
SC25R	89	100	89	TRES BONNE	100	100	97	95	52
SC26R	73	100	73	BONNE	100	100	67	88	77
SC27R	66	100	66	TRES BONNE	100	100	65	95	40
SC28R	90	100	90	TRES BONNE	100	100	99	92	54
SC29R	77	100	77	BONNE	100	100	81	90	43
SC30R	BONNE	100	90	BONNE	100	100	90	94	83
SC31R	MAUVAISE	100	47	MAUVAISE	100	100	38	77	51
SC32R	81	100	81	TRES BONNE	100	100	85	93	52
SC33R	51	100	51	BONNE	100	100	35	94	58
SC34R	89	100	89	TRES BONNE	100	100	100	95	44
SC35R	78	100	78	BONNE	100	100	82	93	45
SC36R	MOYENNE	100	74	MOYENNE	100	100	78	91	43
SC37R	MOYENNE	100	86	MOYENNE	100	100	100	85	36
SC38R	29	100	29	TRES BONNE	100	100	37	17	20
SC39R	74	100	74	TRES BONNE	100	100	76	95	22
SC40R	68	100	68	TRES BONNE	100	100	62	95	89
SC41R	4	4	89	BONNE	3	5	93	94	63
SN01R	64	100	64	BONNE	100	100	68	73	27
SN02R	62	100	62	TRES BONNE	100	100	61	85	11
SN03R	57	100	57	MOYENNE	100	100	60	72	17
SN04R	MOYENNE	63	61	MOYENNE	63	63	55	77	49
SN05R	MAUVAISE	100	58	MAUVAISE	100	100	58	66	38
SN06R	MOYENNE	100	63	MOYENNE	100	100	69	66	31
SN07R	MOYENNE	77	61	MOYENNE	77	77	62	70	37
VE01R	MOYENNE	94	90	MOYENNE	100	86	89	95	87
VE02R	89	100	89	TRES BONNE	100	100	100	95	42
VE03R	81	81	85	TRES BONNE	87	70	94	93	43
VE04R	19	42	64	TRES MAUVAISE	3	100	61	59	80
VE05R	49	100	49	TRES BONNE	100	100	40	77	37
VE06R	MOYENNE	100	94	MOYENNE	100	100	100	94	70
VE07R	MAUVAISE	100	48	MAUVAISE	100	100	42	76	19
VE08R	53	100	53	MOYENNE	100	100	35	92	50
VE09R	29	100	29	TRES BONNE	100	100	15	56	31
VE10R	23	100	23	TRES BONNE	100	100	22	28	18
VE11R	MOYENNE	100	88	MOYENNE	100	100	93	94	63
VE12R	MOYENNE	100	81	MOYENNE	100	100	74	85	100
VE13R	75	100	75	BONNE	100	100	75	86	58
VE14R	MAUVAISE	100	75	MAUVAISE	100	100	97	46	58
VE15R	51	100	51	MOYENNE	100	100	41	80	29
VE16R	MOYENNE	100	88	MOYENNE	100	100	96	86	58
VE17R	MOYENNE	100	74	MOYENNE	100	100	83	72	48
VE18R	MOYENNE	74	67	MOYENNE	56	100	86	25	39
VE19R	31	100	31	TRES BONNE	100	100	10	71	37
VE20R	MAUVAISE	100	43	MAUVAISE	100	100	29	61	60
VE21R	MOYENNE	100	77	MOYENNE	100	100	79	95	44

ANNEXE 4 :

***RESULTATS DES INDICES DE QUALITE PHYSIQUE OBTENUS PAR L'OUTIL QUALPHY POUR LES
6 MASSES D'EAU QUI ONT FAIT L'OBJET D'UNE VALIDATION DE TERRAIN***

Tableau : Résultats des indices QUALPHY (1)

CODE_ME	TYPE_MASSE	CODE_SEG	Length	IND_GLO	IND_BERGES	IND_LITMIN
DE01R	naturelle	DENOC1	1048,5	49,22	57,55	37,95
		DENOC2	945,4	33,26	46,4	30,13
		DENOC3	2630,1	45,85	57,36	30,13
		DENOC4	940,7	45,28	57,36	29,82
		DENOC5	582,7	35,05	44,51	29,82
		DENOC6	617,4	41,02	42,72	29,82
		DENOC7	1904,1	31,28	35,31	29,82
		DENOC8	5627,1	46,23	46,4	37,95
		HER1	3283,9	48,79	58,03	37,95
		HER2	570,2	45,39	42,9	37,95
		HER3	2365,0	47,52	58,09	34,78
		SECDEN1	4121,9	58,84	64,16	50,62
		SECDEN2	1869,8	52,9	67,83	37,29
		SECDEN3	449,3	45,22	53,01	30,75
		SECDEN4	1995,5	51,07	67,22	30,75
		TAR1	5287,0	49,98	54,01	37,53
DE03R	hmwb	DENOC9	5506,1	47,2	50,56	32,9
		DENOC10	681,6	56,3	67,87	46,7
		DENOC11	1579,9	23,9	33,4	23
		44E1	1024,7	62	77	47
		44E2	901,7	33	47	29
		44E3	665,4	56	68	41
		44E4	873,3	27	41	27
		44E5	1700,4	22	33	29
DE04R	naturelle	BLA1	289,4	40,15	46,52	24,62
		BLA2	670,5	46,68	58,23	30,13
		BLA3	510,5	50,45	58,29	37,95
		BLA4	1149,0	37,7	43,1	37,95
		BLA5	1317,1	53,64	57,55	47,71
		BLA6	3564,5	59,36	70	47,71
		BLA7	725,7	33,32	52,58	30,13
		BLA8	2087,3	47,48	64,47	30,13
SN06R	hmwb	HAI1	1581,6	46,06	46,4	39,56
		HAI2	2026,4	72,15	73,31	59,53
		HAI3	928,7	45,98	46,4	34,54
		HAI4	2272,8	67,62	68,43	49,46
		HAI5	1135,9	29,14	32,66	31,44
		HAI6	1959,0	57,61	51,72	59,53
		HAI7	581,0	70,28	73,42	49,77
		HAI8	278,8	46,3	58,17	31,75
		HAI9	1554,6	65,69	70	59,53
		HAI10	887,0	67,48	58,63	58,47
		HAI11	1810,5	42,64	46,4	33,84
		HAI12	832,1	39,32	46,4	46,42
		HAI13	928,3	67,66	59,68	58,16
		HAI14	966,9	62,57	62,84	58,6
		HAI15	604,1	42,71	56,16	16,74
		HAI16	1405,7	56,6	70,06	36,44
		HAI17	2867,6	53,53	50,01	59,53
		HAI18	511,8	23,3	25,28	31,75

Tableau : Résultats des indices QUALPHY (2)

CODE_ME	TYPE_MASSE	CODE_SEG	Length	IND_GLO	IND_BERGES	IND_LITMIN
SN07R	hmwb	LOM1	1408,0	41,03	64,55	27,83
		LOM2	2710,3	51,81	44,21	41,9
		MIG1	4656,7	59,41	64,65	51,67
		MIG2	1439,4	68,04	70,06	51,67
		MIG3	812,6	45,4	61,04	23,58
		MIG4	990,8	42,22	46,4	30,13
		SEN1	4189,1	62	61,99	40,27
		SEN2	1061,6	51,2	57,52	40,5
		SEN3	2245,2	60,38	61,19	39,36
		SEN4	414,7	31,14	21,6	28,32
		SEN5	778,6	50,37	48,93	40,86
		SEN6	1656,3	54,44	64,25	51,22
		SEN7	746,1	40,86	25,09	34,42
		SEN8	2471,9	57,79	69,47	37,92
		SEN9	2517,2	59,37	62,98	50,63
		SEN10	774,6	47,23	62,23	37,53
		SEN11	1045,0	29,31	32,2	36,75
		SEN12	840,8	47,85	53,59	36,13
		SET1	1025,7	48,32	49,83	38,57
		SET2	1079,5	61,01	68,43	40,54
		SET3	1590,5	63,65	67,98	41,9
		SET4	1908,4	61,18	62,12	41,9
		SET5	1297,5	31,86	36,64	37,95
		SET6	895,1	66,07	60,02	51,67
		SET7	526,7	18,08	0	25,28
		SET8	1704,0	38,94	41,28	37,95
		SET9	708,7	48,11	63,78	33,12
		SET10	2074,5	74,46	80,59	58,65
		SET11	674,3	44,35	57,09	24,45
		SET12	581,4	71,33	78,79	49,77
		SET13	328,9	38,74	52,58	33,12
		SET14	2134,6	62,66	63,06	46,21
		SET15	814,2	42,54	49,83	31,15
		SET16	749,2	60,23	62,25	45,65
		SET17	1268,4	19,76	25,28	23,34
		SET18	1277,7	57,85	67,9	44,27
		SET19	572,4	45,72	62,23	34,5
		SET20	759,0	25,98	25,28	30,84
		SET21	1623,8	57,8	75,66	47,02
		SET22	1765,4	50,51	73,86	36
		SET23	3265,2	27,03	28,71	24,12
		SET24	1039,3	61,72	73,86	55,7
		SET25	497,4	43,48	73,86	32,21
MV22R	hmwb	MV22R07	3701,5	44	49	35
		MV22R05	2164,9	59	55	56
		MV22R06	4322,4	71	59	59
		MV22R04	2487,8	39	36	42
		MV22R02	1615,3	33	28	47
		MV22R03	1296,9	57	49	55
		MV22R02	315,2	33	28	47
		MV22R01	984,8	58	52	51

ANNEXE 4 :

CONTRIBUTIONS A LA DESIGNATION DEFINITIVE DES MEFM

USAGE "ALIMENTATION EN EAU POTABLE & HYDROELECTRICITE"

CODE_ME	NOM_ME	NAME_TYPO	USAGE_PRINCIPAL	USAGE_SECONDAIRE	INDICE_GLOBAL	INDICE_HYDROLOGIE	INDICE_MORPHOLOGIE	INDICE_CONTINUITE	LINEAIRE_TOTAL_ME	%LIN_PERTURB_CYCLE_HYDRO	%LIN_PERTURB_ETIAGE	DEBIT_RESERVE	DEBIT_ECLUSEE	DEBIT_TRANSFERE	MODULE
SC41R	VIERRE AVAL BARRAGE	Rivières lorraines à pente moyenne	AEP HYDROELECTRICITE		3	3	92	56	7837	100	100				
VE04R	VESDRE AVAL BARRAGE	Rivières condrusiennes à forte pente	OUVRAGES HYDRAULIQUES	AEP HYDROELECTRICITE	13	42	91	13	12324	100					
DE03R	PARTIES AVAL DENDRE OCC. + ORIENT	Rivières limoneuses à pente moyenne	URBANISATION	AEP HYDROELECTRICITE	37	64	37	100	10743		37				

USAGE "AGRICULTURE"

CODE_ME	NOM_ME	NAME_TYPO	USAGE_PRINCIPAL	USAGE_SECONDAIRE	INDICE_GLOBAL	INDICE_HYDROLOGIE	INDICE_MORPHOLOGIE	INDICE_CONTINUITE	LINEAIRE_TOTAL_ME	%RECTIFICATION_DU_LIT	%BERGES_ARTIFICIALISEES	%BERGES_URBANISEES	%ABSENCE_RIPISYLVE
DE04R	BLANCHE	Ruisseaux limoneux à pente moyenne	AGRICULTURE		39	100	39	100	10314	84			38
MV04R	BURDINALE	Ruisseaux limoneux à pente moyenne	OUVRAGES	AGRICULTURE	32	100	55	32	11368	58	22	14	22
MV20R	EXHAURE ANS	Ruisseaux limoneux à pente moyenne	AGRICULTURE		27	100	27	100	10634	87	41	2	100
SC08R	SEMOIS AMONT	Ruisseaux lorrains à pente moyenne	AGRICULTURE		39	100	39	89	42736	70	1	14	43
MM27R	MOLIGNEE AMONT	Ruisseaux condrusiens à forte pente	OUVRAGES HYDRAULIQUES	AGRICULTURE	29	100	52	29	16320	70		16	78
SA17R	BIESME AMONT	Ruisseaux condrusiens à forte pente	OUVRAGES HYDRAULIQUES	AGRICULTURE	30	100	53	30	25901	85		11	42
DE01R	DENDRE OCC.	Ruisseaux limoneux à pente moyenne	AGRICULTURE		35	100	35	83	36449	84		31	72
MV25R	GUEULE AMONT	Ruisseaux condrusiens à forte pente	OUVRAGES HYDRAULIQUES	AGRICULTURE	38	100	58	38	22688	71	15	13	33
MV18R	GEER AMONT	Ruisseaux limoneux à pente moyenne	AGRICULTURE		40	100	40	72	62833	82	2	15	49
DE08R	MARCQ	Ruisseaux limoneux à pente moyenne	AGRICULTURE		32	64	32	64	12642	62		9	19

USAGE "URBANISATION & PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS"

CODE_ME	NOM_ME	NAME_TYPO	USAGE_PRINCIPAL	USAGE_SECONDAIRE	INDICE_GLOBAL	INDICE_HYDROLOGIE	INDICE_MORPHOLOGIE	INDICE_CONTINUITE	LINEAIRE_TOTAL_ME	%RECTIFICATION_DU_LIT	%CHENALISATION_NAVIGATION	%BERGES_ARTIFICIALISEES	%BERGES_URBANISEES	%ABSENCE_RIPISYLVE	%URBANISATION_DU_LIT_MAJEUR	%DIGUES_ET_REMBLAIS
DE03R	PARTIES AVAL DENDRE OCC. + ORIENT	Rivières limoneuses à pente moyenne	URBANISATION		37	64	37	100	10743	76		59	6	59	55	
MM35R	GELBRESSEE	Ruisseaux condrusiens à forte pente	URBANISATION	CAMP MILITAIRE	39	100	39	43	8859	100		2	25	20	31	
VE18R	VESDRE AVAL	Rivières condrusiennes à pente moyenne	URBANISATION	OUVRAGES HYDRAULIQUES	31	74	63	31	44834	16		72	15	47	63	
VE10R	DISON	Ruisseaux condrusiens à forte pente	URBANISATION		23	100	23	100	5570	87		55	18	95	68	
EL18R	ESCAUT	Grandes rivières limoneuses à pente faible	NAVIGATION	URBANISATION	5	51	5	59	23250		100	100		100	100	
HN16R	HAINE AVAL	Rivières limoneuses à pente moyenne	URBANISATION		22	42	22	100	32422	57		59	8	60	52	
SA25R	SAMBRE AMONT	Grandes rivières condrusiennes à pente faible	NAVIGATION	URBANISATION	14	51	14	43	37354		100	96		91	63	
SA27R	SAMBRE AVAL	Grandes rivières condrusiennes à pente faible	NAVIGATION	URBANISATION	3	42	3	59	50739		100	94		92	100	
MM38R	MEUSE AMONT	Très grandes rivières condrusiennes à pente faible	NAVIGATION	URBANISATION	15	50	15	100	39977		100	88	0	81	32	
MV35R	MEUSE AVAL	Très grandes rivières condrusiennes à pente faible	NAVIGATION	URBANISATION	8	32	8	100	97483		100	96	0	88	65	

USAGES "OUVRAGES HYDRAULIQUES"

CODE_ME	NOM_ME	NAME_TYPO	USAGE_PRINCIPAL	USAGE_SECONDAIRE	INDICE_GLOBAL	INDICE_HYDROLOGIE	INDICE_MORPHOLOGIE	INDICE_CONTINUITE	LINEAIRE_TOTAL_ME	NB_OBSTACLES_INFRANCHISSABLES_OU_MAJEURS
MM36R	SAMSON	Ruisseaux condrusiens à forte pente	OUVRAGES HYDRAULIQUES		20	100	67	20	45741	15
MV04R	BURDINALE	Ruisseaux limoneux à pente moyenne	OUVRAGES HYDRAULIQUES	AGRICULTURE	32	100	55	32	11368	2
MM27R	MOLIGNEE AMONT	Ruisseaux condrusiens à forte pente	OUVRAGES HYDRAULIQUES	AGRICULTURE	29	100	52	29	16320	12
MM30R	BOCQ AVAL	Rivières condrusiennes à pente moyenne	OUVRAGES HYDRAULIQUES		17	100	74	17	22928	7
SA18R	BIESME AVAL	Ruisseaux condrusiens à pente moyenne	OUVRAGES HYDRAULIQUES		17	100	78	17	6559	3
SA17R	BIESME AMONT	Ruisseaux condrusiens à forte pente	OUVRAGES HYDRAULIQUES	AGRICULTURE	30	100	53	30	25901	7
MV25R	GUEULE AMONT	Ruisseaux condrusiens à forte pente	OUVRAGES HYDRAULIQUES	AGRICULTURE	38	100	58	38	22688	4
VE14R	HOEGNE AVAL	Rivières condrusiennes à forte pente	OUVRAGES HYDRAULIQUES		17	100	81	17	9469	5
MM26R	MOLIGNEE + FLAVION	Ruisseaux condrusiens à pente moyenne	OUVRAGES HYDRAULIQUES		28	100	70	28	40720	15
VE18R	VESDRE AVAL	Rivières condrusiennes à pente moyenne	URBANISATION	OUVRAGES HYDRAULIQUES	31	74	63	31	44834	11
VE04R	VESDRE AVAL BARRAGE	Rivières condrusiennes à forte pente	OUVRAGES HYDRAULIQUES	AEP HYDROELECTRICITE	13	42	91	13	12324	11
MV31R	MEHAIGNE AVAL	Rivières limoneuses à pente moyenne	OUVRAGES HYDRAULIQUES		33	100	69	33	10181	4
MV06R	MEHAIGNE MOYENNE	Rivières limoneuses à pente moyenne	OUVRAGES HYDRAULIQUES		34	100	88	34	26886	4

USAGE "NAVIGATION"

CODE_ME	NOM_ME	NAME_TYPO	USAGE_PRINCIPAL	USAGE_SECONDAIRE	INDICE_GLOBAL	INDICE_HYDROLOGIE	INDICE_MORPHOLOGIE	INDICE_CONTINUITE	LINEAIRE_TOTAL_ME	%CHENALISATION_NAVIGATION	%BERGES_ARTIFICIALISEES	%ABSENCE_RIPISYLVE	NB_ECLUSES	NB_ECLUSES_EQUIPEES	NB_PASSES_FONCTIONNELLES	%BRAS_DECONNECTES
DE09R	DENDRE AVAL	Rivières limoneuses à pente faible	NAVIGATION		12	51	12	59	16944	100	82	66	8	0		
EL18R + EL19R	ESCAUT	Grandes rivières limoneuses à pente faible	NAVIGATION	URBANISATION	5	51	5	59	23250	100	100	100	5	0		
SA25R	SAMBRE AMONT	Grandes rivières condrusiennes à pente faible	NAVIGATION	URBANISATION	14	51	14	43	37354	100	96	91	13	0		
SA27R	SAMBRE AVAL	Grandes rivières condrusiennes à pente faible	NAVIGATION	URBANISATION	3	42	3	59	50739	100	94	92	9	0		
MM38R	MEUSE AMONT	Très grandes rivières condrusiennes à pente faible	NAVIGATION	URBANISATION	15	50	15	100	39977	100	88	81	6	6		
MV35R	MEUSE AVAL	Très grandes rivières condrusiennes à pente faible	NAVIGATION	URBANISATION	8	32	8	100	97483	100	96	88	9	9		