

**CONTRIBUTION AU RAPPORT FINAL  
SUBVENTION 2011-2012  
Octobre 2012**

**VOLUME ANNEXE**

**RECHERCHE I4**

LA BIODIVERSITE SOUS L'ANGLE DES DYNAMIQUES  
ECOSYSTEMIQUES CO-EVOLUTIVES

Rapport relatif à la phase 2 de la recherche



**Responsable scientifique**

Pour le Lepur : E. Sérusiaux

**Chercheurs**

Pour le Lepur : S. Hendrickx et C. van der Kaa

## TABLE DES MATIERES

1.	RAPPEL DU PHASAGE DE LA DEMARCHE.....	5
2.	DEVELOPPEMENT DU MODELE PREDICTIF.....	6
2.1	<i>Introduction</i> .....	6
2.2	<i>Bref historique de la modélisation des conditions abiotiques en Wallonie par la CPDT</i> .....	7
2.3	<i>Pourquoi une nouvelle modélisation ?</i> .....	7
2.4	<i>Modélisation : principes de base</i> .....	8
2.5	<i>Sélection et pré-traitement des données</i> .....	10
2.5.1	Composante « EAU ».....	10
2.5.2	Composante « RELIEF ».....	12
2.5.3	Composante « Sous-SOL ».....	16
2.5.4	Composante « SOL ».....	17
2.5.5	Composante « Climat ».....	34
2.6	<i>Combinaisons des données</i> .....	36
2.6.1	Niveau hydrique.....	36
2.6.2	Niveau trophique.....	37
2.6.3	Climax.....	41
3.	CONSTITUTION DU REFERENTIEL DE VALIDATION ET DE CALIBRAGE DU MODELE.....	44
4.	REFERENTIEL DE L'OCCUPATION ACTUELLE DU TERRITOIRE.....	50
4.1	<i>Principes de la démarche</i> .....	50
4.2	<i>Etat actuel du territoire wallon</i> .....	57
5.	BIBLIOGRAPHIE.....	67
6.	GLOSSAIRE.....	68
7.	ANNEXES.....	72
	<i>Annexe 1 : Tableaux de correspondances entre les Typologies</i> .....	72
	<i>Annexe 2 : Schéma de la Typologie ECODYN</i> .....	84
	<i>Annexe 3 : Clefs de détermination du niveau hydrique et du niveau trophique (Guide de boisement des stations forestières de Wallonie)</i> .....	85
	<i>Annexe 4 : Table de croisement des données relatives au niveau hydrique</i> .....	87
	<i>Annexe 5 : Table de croisement des données relatives au niveau trophique</i> .....	91



## 1. RAPPEL DU PHASAGE DE LA DEMARCHE

La recherche « Biodiversité » est programmée pour trois années. La première année de subvention a été consacrée au développement des outils méthodologiques et informatiques nécessaires à la démarche.

La première phase de recherche a abouti en mars à la proposition d'une typologie fonctionnelle des milieux « ECODYN »<sup>1</sup>. Cette typologie s'articule avec diverses typologies existantes, pour la plupart basée sur des critères phytosociologiques\*<sup>2</sup>. Par rapport à celles-ci, elle présente l'avantage majeur d'identifier les conditions abiotiques\* (physiques et chimiques) concomitantes à la présence des diverses essences végétales.

La deuxième phase, dont ce rapport rend compte, se subdivise en deux points :

- l'établissement et la validation d'une modélisation des « climax »\* régionaux sur base des conditions abiotiques du territoire régional et des informations relatives aux habitats\* naturels collectées et traitées en phase 1 ;
- la constitution d'un référentiel de l'occupation du sol par l'actualisation des données de végétation des cartographies de l'IGN et de la COSW.

Les deux années suivantes de la recherche pourront alors être consacrées à l'analyse de l'état actuel du territoire à la lumière de ses potentialités climaciques, puis à l'analyse de divers scénarios d'aménagement du territoire dans une perspective de conservation de la nature.

---

<sup>1</sup> Le schéma reprenant l'organisation de la typologie est repris en annexe.

<sup>2</sup> Les mots suivis d'un astérisque sont définis dans le glossaire en fin de rapport.

## 2. DEVELOPPEMENT DU MODELE PREDICTIF

### 2.1 INTRODUCTION

La modélisation des conditions abiotiques du territoire doit permettre, par un lien avec les caractéristiques correspondantes identifiées pour chaque catégorie d'écosystèmes de la typologie fonctionnelle (ECODYN), de prédire lequel de ceux-ci peut être attendu en un lieu donné et ainsi autoriser une cartographie de la végétation potentielle sur le territoire régional. Des approches similaires ont déjà été appliquées dans des recherches de la CPDT ; un bref aperçu en est donné ci-dessous. Cet acquis est valorisé et poursuivi par la présente recherche.

Pour rappel, les indices abiotiques disponibles caractérisant les habitats dans la typologie fonctionnelle développée en phase 1 de la recherche sont les suivants :

- L – luminosité
- T – température
- C – continentalité
- HA – humidité atmosphérique
- HE – humidité édaphique\* (du sol)
- R – réactivité du sol
- N – nutriments
- S – salinité
- Tx – texture\* du sol
- MO – matière organique et type d'humus

L'analyse menée lors de la phase 1 de la recherche a montré que, parmi ces indices, deux sont plus particulièrement influents dans la détermination de l'habitat : l'humidité édaphique et la richesse du sol en nutriments. La caractérisation du sol est ainsi l'élément clé de la modélisation prédictive. La combinaison de ces deux facteurs et de certains critères contextuels (présence d'une source, milieu tourbeux\* ou paratourbeux\*, pentes fortes,...) doit permettre d'aboutir à un grand type d'écosystème caractérisé par une « lignée climacique »\* qui lui est propre.

Pour les autres indices, les constats et postulats sont les suivants :

- La température est intégrée en vue de l'établissement futur de scénario climatique. Il est probable que ce critère soit intégré sur base des valeurs pour une ou plusieurs espèces (comme le hêtre) et pas des valeurs moyennes pour des habitats (moyennes non représentatives car le seuil limitant du critère est connu seulement pour un faible nombre d'espèces).
- La continentalité est un indice peu discriminant à l'échelle de la Région wallonne, traversée par la limite (floue, large) entre les domaines atlantique et continental. Dans les scénarios ultérieurs, elle sera intégrée indirectement mais efficacement au travers des facteurs d'altitude, de température et de précipitations. L'indice de salinité n'est pas pertinent non plus pour le territoire wallon.
- L'humidité atmosphérique est prise en considération de manière indirecte, puisque l'analyse a montré que ce critère présentait une corrélation forte avec celui d'humidité édaphique.
- La texture du sol telle que appréhendée par l'indice de Julve est moins appropriée que les classes de texture issues de la cartographie des sols, qui sont considérées pour déterminer les conditions de l'humidité édaphique. La cartographie des sols considère en effet différentes classes de textures en fonction des fractions granulométriques\* présentes dans un sol et est plus proche de la réalité du territoire wallon, alors que l'indice de Julve considère chaque fraction granulométrique séparément.
- La réactivité du sol ainsi que la matière organique et le type d'humus sont utilisés pour déterminer le contexte écologique global.

Enfin, la luminosité est indicatrice (1) d'un habitat compris comme un stade\* d'évolution particulier d'un écosystème ; la discrimination selon cet indice ne révèle alors qu'un état transitoire de l'écosystème, et (2) de l'exposition, notamment pour les habitats des pentes fortes.

## **2.2 BREF HISTORIQUE DE LA MODELISATION DES CONDITIONS ABIOTIQUES EN WALLONIE PAR LA CPDT**

La première modélisation des conditions abiotiques du territoire à l'échelle de la Wallonie en vue de déterminer les végétations potentielles a été entreprise dans le cadre du thème 5 de la subvention CPDT 2001-2002 « Le patrimoine, outil de développement territorial », partie 5.1 : le patrimoine naturel. Cette modélisation étendait au territoire régional l'approche développée par GUILLITTE et GRAITSON pour l'évaluation écologique du réseau RAVeL (2001). Celle-ci, sur base de l'analyse des cartes en format raster\* des pentes, des expositions, des associations de sols et de l'occupation du sol (CORINE LAND COVER, 1994), déterminait la végétation potentielle puis lui attribuait une valeur écologique. Ce principe a été repris dans l'étude CPDT de 2001-2002 et généralisé à l'ensemble du territoire. Trois classes de pentes étaient différenciées (0-5%, 5-30%, >30%) et les expositions étaient réparties entre celles ensoleillées et chaudes (SE-O) et celles ombragées et froides. Enfin, une typologie des associations de sols en 14 classes avait été élaborée. La résolution du modèle correspondait à celle de la couche informative de l'occupation du sol, qui ne dépassait pas 30m.

Ce travail a ensuite été poursuivi dans le cadre du thème 4 « Gestion territoriale de l'environnement » du programme 2004-2005 de la CPDT avec l'intention de valoriser les nouvelles données disponibles, notamment celles de l'IGN sous format vectoriel (non disponible cependant à l'époque pour l'ensemble du territoire régional). Des problèmes de mise à disposition de ces données partielles firent que l'application fut limitée spatialement au périmètre du bassin hydrographique Dyle-Gette. Une partie importante du travail fut à nouveau l'établissement d'une carte des associations de sols basée sur les principes directeurs établis lors de la première version papier de 1974 de la carte des sols et qui elle-même avait été vectorialisée par le MET. En effet, il y avait plus de 400 types de sols identifiés sur le territoire expérimental, ce qui rendait ingérable l'interprétation des données. Un regroupement en 15 associations a donc été opéré. Cette typologie des associations de sols, bien qu'établie pour les bassins de la Dyle et de la Gette, peut s'appliquer sur un territoire plus vaste. Dans ce deuxième modèle, les classes de pentes et d'exposition sont déterminées au départ des informations tirées des notices phytosociologiques accompagnant les cartes de végétation de Belgique. Un calibrage du modèle est effectué sur base de deux de ces cartes de végétation disponibles pour le territoire d'étude.

## **2.3 POURQUOI UNE NOUVELLE MODELISATION ?**

Plusieurs raisons justifient de reprendre le travail de modélisation. La première est qu'il n'avait pu être appliqué à l'ensemble du territoire régional, faute de disponibilité des données vectorielles IGN pour l'ensemble de la Wallonie. Ensuite, d'autres données peuvent à présent être introduites dans le modèle afin de lui conférer une dimension plus dynamique. Il s'agit par exemple de la couche informative détaillée relative au relief relevée par altimétrie laser dans un buffer autour des principaux cours d'eau, qui autorise la prise en compte de la dynamique écologique des fonds de vallée. En outre, le travail mené dans la phase 1 de la recherche actuelle (typologie des dynamiques écosystémiques) permet une liaison plus explicite et formalisée entre les conditions abiotiques et la végétation correspondante envisagée principalement en termes d'habitats et d'écosystèmes. Enfin, la disposition d'une modélisation fiable à l'échelle du territoire régional répond à une nouvelle nécessité dans le cadre de l'évaluation des services écosystémiques rendus par les milieux naturels et la biodiversité.

## 2.4 MODELISATION : PRINCIPES DE BASE

Afin de pouvoir « raccrocher » les caractéristiques abiotiques des habitats à celles du territoire de manière efficace, un jeu de données territoriales nécessaires et suffisantes doit être constitué. La valorisation de ces données au travers de la modélisation converge fortement avec la structure d'analyse proposée dans le « Guide de boisement des stations\* forestières de Wallonie »<sup>3</sup>, ouvrage qui synthétise les connaissances actuelles en matière de comportement des essences à l'égard des paramètres stationnels\* et qui, similairement à la méthodologie ECODYN, base le diagnostic premièrement sur une échelle hydrique et secondairement sur une échelle trophique\*.

La priorité est donnée à la reconstitution du critère de l'humidité édaphique, principal déterminant des écosystèmes. Cette approche reste, dans son principe, assez similaire à celle utilisée dans les modélisations antérieures de manière plus intuitive. Dans ses modalités par contre, elle est significativement plus élaborée. Les données mobilisées sont la texture et le drainage\* du sol, la profondeur et la pierrosité du sol, l'exposition, les apports hydriques liés au contexte topographique et hydrographique et la pluviométrie.

La limitation la plus importante de la modélisation tient au fait que l'humidité du sol est souvent corrigée par l'installation d'un drainage artificiel qu'il n'est pas possible, faute de données, de prendre en compte.

Le deuxième critère principal permettant l'identification de l'écosystème attendu est celui de la richesse en nutriments. La reconstruction de ce critère est plus délicate et nécessite d'importants choix méthodologiques<sup>4</sup>. Son appréhension n'est toutefois particulièrement délicate que pour les écosystèmes terrestres pour lesquels la richesse du sol en nutriments est étroitement liée aux diverses pratiques agricoles et sylvicoles. Les données disponibles (par exemple le phosphore sous cultures ou sous prairies) sont souvent plus révélatrices de ces pratiques que des conditions abiotiques de base de la station. Dans la perspective de modéliser les écosystèmes climaciques, il conviendrait de faire abstraction de l'état anthropisé de ce critère et d'intégrer les valeurs observées sur le terrain dans les zones de cultures, de prairies et sous couvert forestier dans l'analyse ultérieure du diagnostic de l'état actuel du territoire. Cependant, la chimie et la structure des sols tels qu'ils étaient avant l'intensification de l'agriculture nous sont inconnues.

Les constats précédents impliquent une limitation de la capacité d'établir une modélisation prédictive qui reflète réellement les climax tels qu'ils seraient actuellement établis en dehors d'une présence humaine sur le territoire. Le résultat de la modélisation correspond à la cartographie des climax qui s'établiraient spontanément dans les conditions actuelles (hors changement climatique) si le territoire dans son état actuel perturbé était laissé à l'évolution spontanée. Il faut donc envisager les climax issus de la modélisation comme étant les climax potentiels en lieu et place des terrains exploités compte tenu des caractéristiques trophiques actuelles de ces terrains. Le terme « climax » est utilisé de manière quelque peu abusive par facilité de langage et non à son sens strict.

---

<sup>3</sup> WEISSEN, BRONCHART, PIRET, MRW, 1994.

<sup>4</sup> Une étude menée par l'INRA pour les milieux forestiers (Aubert M., Bergès L., Jabiol B., 2007) conclut à l'intérêt des indices de pH, du taux de saturation en cations du complexe absorbant et du rapport carbone/azote pour prédire la richesse du sol en nutriments. Ces indicateurs seraient même aussi bons voire meilleurs que les indices R et N d'Ellenberg. Cette voie alternative n'est cependant pas applicable en Région Wallonne en raison d'un manque de données quant au taux de saturation en cations du complexe absorbant et du rapport carbone/azote.

Ainsi menée, la modélisation aboutit à l'identification des écosystèmes climaciques et non pas des habitats. Pour bien des écosystèmes terrestres, la richesse du sol en nutriments influence non pas le type d'écosystème climacique, mais sa composition en espèces (notamment herbacées) et la succession\* qui y aboutit. La différenciation des catégories d'écosystèmes en fonction de la richesse présumée en nutriments permet donc de préciser la « lignée » dynamique naturelle de la station.

Le relevé des données relatives au milieu abiotique sont conditionnées par l'occupation actuelle du sol et, pour la plupart, ne sont pas disponibles pour les espaces artificialisés tels que les agglomérations. Une extrapolation statistique des données, basée sur la méthode du voisin le plus proche, des données majoritaires situées à proximité d'un point ou par méthode de krigeage\* ordinaire, a été réalisée afin d'obtenir une couverture complète du territoire régional.

## 2.5 SELECTION ET PRE-TRAITEMENT DES DONNEES

Les données retenues sont détaillées ci-dessous. Toutes sont transposées dans le même système de projection (Lambert belge 72).

Après qu'un traitement au format vectoriel\* ait été envisagé pour l'ensemble des données et en raison des difficultés que pose ce traitement pour les instruments informatiques, c'est finalement le format raster qui a été retenu pour l'analyse des écosystèmes climaciques terrestres. Le format raster, ou cellulaire, représente les données de terrain sous forme de pixels ayant une maille définie au préalable. Chaque pixel est associé à une valeur chiffrée de sorte que les différents raster peuvent être croisés entre eux par des opérations mathématiques entre pixels localisés au même endroit. La résolution adoptée pour ces raster est de un pixel par 100 mètres carrés, c'est-à-dire une maille comportant des cellules de 10 mètres sur 10 mètres.

Le résultat final du croisement de ces différents raster a été ensuite reconverti au format vectoriel avant de le croiser avec les données d'hydrologie et la présence de rochers, données qui sont conservées au format vectoriel afin d'en conserver les détails.

### 2.5.1 Composante « EAU »

Les habitats aquatiques lenticques\* et lotiques\*, très spécifiques, sont corrélés à certains habitats bien particuliers. Les dynamiques liées aux cours d'eau s'opèrent au sein de leurs lits majeurs où peuvent se déployer l'ensemble des habitats de l'écosystème riverain.

#### 2.5.1.1. Données brutes récoltées

Le tracé des cours d'eau est issu de la carte IGN Top10v.

Les zones de source intègrent simultanément les sources identifiées sur la carte IGN Top10v et les zones de source figurant sur la carte des sols. Ces données ont été exploitées pour élaborer la carte du Contexte topographique et hydrographique (cfr. 1.5.2.3).

Différentes données caractérisant les cours d'eau en Région Wallonne ont été obtenue sous forme de couche de points de relevés. D'une part, les données issues de la typologie des masses d'eau de la Région Wallonne caractérisent la largeur et la turbidité des cours d'eau. D'autre part, les données issues du Tableau de Bord de l'Environnement 2010 caractérisent la richesse en orthophosphates solubles (ions  $PO_4^-$ ) qui apportent une estimation du caractère trophique du réseau hydrographique.

#### 2.5.1.2. Carte de l'Hydrologie

Dans le cadre de la modélisation des climax, seuls les habitats aquatiques lotiques (cours d'eau) font l'objet d'une cartographie. Aucun climax n'est effectivement associé aux eaux libres stagnantes en Wallonie. Les plans d'eau considérés ici sont dès lors limités aux plans d'eau de retenue, assimilés à des surfaces naturelles telles que celles qui pourraient être obtenues suite à des glissements de terrain, l'action des castors... et qui constituent des réservoirs d'eau pour le réseau hydrologique en aval de ceux-ci. Les autres plans d'eau (étang, mares, bassins d'orage, douves, bassins de décantation, plans d'eau de carrière... ainsi que bras morts et noues des rivières) ne sont pas considérés comme des écosystèmes climaciques (au contraire des zones marécageuses). L'évolution naturelle de ces milieux conduit spontanément à un atterrissement formant un marécage, assimilé aux écosystèmes terrestres dans la typologie ECODYN.

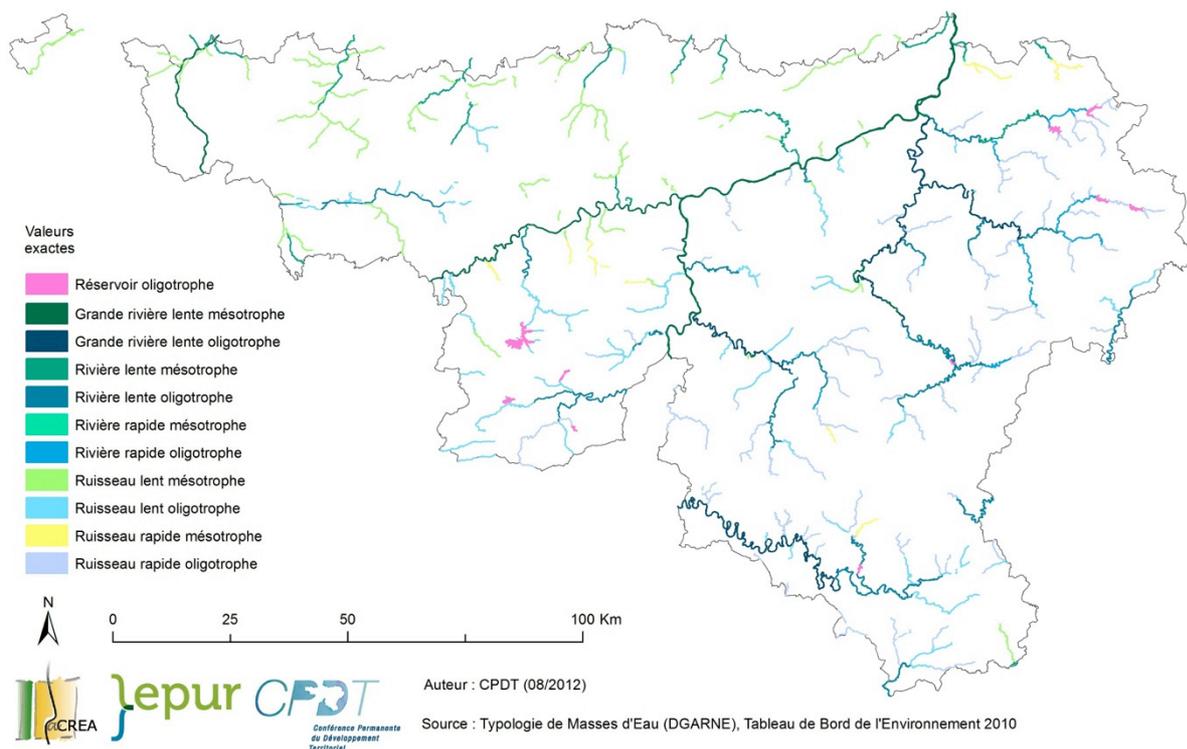
Les principaux cours d'eau présents en Région wallonne ont été extraits de l'IGN top10v sous forme vectorielle. Une partie de ces cours d'eau, représentés par des polygones, ont été conservés tels quels. Une autre partie de ces cours d'eau, représentés par des segments de droite, ont été convertis en polygones par l'ajout d'une zone tampon proportionnelle à leur largeur réelle sur le pourtour de ceux-ci. Seuls les cours d'eau d'écoulement permanent ayant une largeur supérieure ou égale à trois mètres ont été ainsi extraits sous forme de polygones. Les cours d'eau temporaires ou présentant une largeur inférieure à trois mètres sont considérés comme faisant partie d'un maillage qui sera traité sous forme de segments de droite.

Les données associées aux cours d'eau issues de la typologie des masses d'eau et du tableau de bord de l'environnement ont été associées aux cours d'eau en fonction de leur proximité par rapport à ceux-ci. Cette jointure spatiale a permis de distinguer plusieurs types de cours d'eau :

- les grandes rivières lentes méso-eutrophes\*,
- les grandes rivières lentes oligo-mésotrophes\*,
- les rivières rapides méso-eutrophes,
- les rivières rapides oligo-mésotrophes,
- les rivières lentes méso-eutrophes,
- les rivières lentes oligo-mésotrophes,
- les ruisseaux rapides méso-eutrophes,
- les ruisseaux rapides oligo-mésotrophes,
- les ruisseaux lents méso-eutrophes,
- les ruisseaux lents oligo-mésotrophes,
- les réservoirs oligotrophes\*,
- les voies d'eau artificielles.

Les voies d'eau artificielles, qui correspondent aux canaux entièrement construits par l'homme, ont été exclues de la cartographie afin de ne conserver que les principaux cours d'eau naturels de Wallonie. Enfin, une grande partie des interruptions dans le tracé des cours d'eau provenant de la représentation cartographique des ponts et des écluses ont été effacées au moyen de l'outil *Aggregate Polygons* du module *Cartography* d'ArcGIS.

La **carte de l'hydrologie** issue de ces différents traitements a été conservée au format vectoriel afin de conserver un maximum de détails des éléments qu'elle contient.



**Carte 1 : Hydrologie**

## 2.5.2 Composante « RELIEF »

Cette composante intègre trois dimensions dans la modélisation : les altitudes, les pentes et les expositions.

Les pentes et les expositions sont utiles pour établir une relation à un écosystème donné via le critère d'humidité édaphique : plus un sol est sur un terrain pentu ou plus il est exposé au soleil, plus vite il sera sec. Une pente très forte signale peut-être un affleurement rocheux ; les surfaces concernées seront donc examinées à la lumière d'autres sources de données pour vérification.

Par rapport à l'identification des écosystèmes, l'altitude contribue à différencier les domaines atlantique et continental. Cependant, ce facteur n'est pas jugé pertinent à l'échelle de la Wallonie. Les altitudes connues avec précision permettent toutefois de baliser les lits majeurs des cours d'eau au sein desquels se développent les dynamiques alluviales et riveraines. Les pentes fortes sont par ailleurs associées aux écosystèmes forestiers de ravins comme les érablaies-tillaies sur pente forte.

L'orientation de ces pentes est également déterminante pour discriminer les écosystèmes dits « Thermophiles »\*.

### 2.5.2.1 Données brutes récoltées

La Wallonie dispose de plusieurs sources de données relatives au relief de son territoire.

Les données de relief utilisées dans les précédentes modélisations étaient celles de la carte IGN 1:50.000. Actuellement, des données plus précises sont disponibles. Le modèle numérique de surface (MNS\_2006\_2007), sous format GRID (raster), présente une résolution au sol d'un pixel par 25m<sup>2</sup>. S'agissant d'un modèle de surface, les altitudes fournies ne sont pas partout celles du sol (bâtiments, ponts...). Le modèle numérique de terrain MNT\_2006\_2007, également sous format GRID, a été développé par l'Unité d'Hydrologie et d'Hydraulique agricole de la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux dans le cadre du projet ERRUISSOL. Ce modèle présente une résolution d'un pixel par 100m<sup>2</sup>. Il se base sur les différentes sources disponibles, de précision variable, en recourant en priorité aux plus détaillées (MNT cours d'eau > PICO > DTM-1/10.000 IGN). Pour le MNT cours d'eau, l'utilisation de l'altimétrie laser avec mesure des premiers échos (enveloppe) et derniers échos (surface) assure une très grande précision du modèle cartographique. On dispose ainsi d'un modèle numérique précis (1 point par m<sup>2</sup>) pour les cours d'eau navigables et non navigables de première catégorie.

### 2.5.2.2 Calcul des pentes

Le MNT développé dans le cadre d'ERRUISSOL est utilisé pour le calcul des pentes et des expositions. Un premier traitement de lissage a été appliqué au MNT avec l'outil *Filter* du module *Spatial Analyst* de ArcGIS. Ce traitement a pour but de réduire les divergences d'altitude liées au bâti qui peuvent parfois être importantes et induire des biais dans les analyses ultérieures.

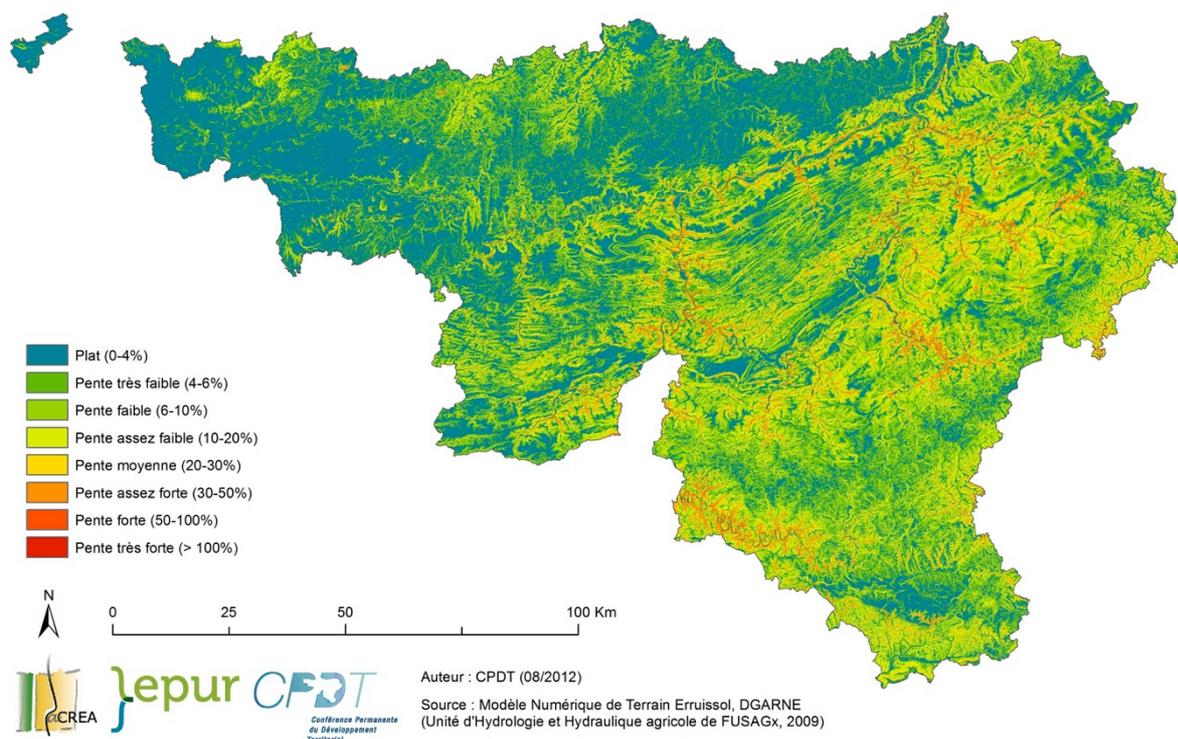
Pour obtenir les données de pentes, la dérivée première des données d'altitudes est calculée au moyen de l'outil *Slope* du module *Spatial Analyst* de ArcGIS. Les données de pentes sont alors exprimées en pourcents, puis reclassées en 8 catégories. Les seuils retenus restent essentiellement ceux utilisés précédemment, qui s'appuient sur les valeurs tirées des notices phytosociologiques des cartes de végétations de Belgique. Ces seuils diffèrent de ceux retenus dans le cadre du projet ERRUISSOL<sup>5</sup> relatif à la problématique du ruissellement et qui sont plus adaptés au contexte agricole qu'à l'analyse écologique. Les différentes catégories obtenues sont les suivantes : Plat (0-4%), Pente très faible (4-6%), Pente faible (6-10%), Pente assez faible (10-20%), Pente moyenne (20-30%), Pente assez forte (30-50%), Pente forte (50-100%), Pente très forte (> 100%)<sup>6</sup>.

La présence de ponts surplombant les grands cours d'eau avec une différence d'altitude parfois relativement importante a occasionné l'apparition de plusieurs biais au niveau de ces grands cours d'eau (présence de pente forte à hauteur des ponts). Ces biais ont pu être corrigés en surimposant à la carte issues du traitement « Slope » une carte reprenant ces grands cours d'eau. Cette dernière est issue des données hydrologiques du Top10v après une conversion en raster et a permis d'attribuer la valeur « Plat (0-4%) » aux cours d'eau de grande envergure (cfr. Hydrologie).

Le résultat de ce traitement est la **carte du relief** obtenue à une résolution d'un pixel par 100m<sup>2</sup>.

<sup>5</sup> Classes de pentes dans le cadre de ERRUISSOL (%) : < ou = 1, 1-3, 3-5, 5-7, 7-10, 10-15, >15.

<sup>6</sup> Remarque : un remaniement de la typologie a été réalisé en parallèle pour redistribuer les écosystèmes sur pentes fortes entre les milieux acides et basiques, comme des variantes de ces milieux, plutôt que d'en faire une catégorie à part sans distinction du caractère acido-basique.



Carte 2 : Relief

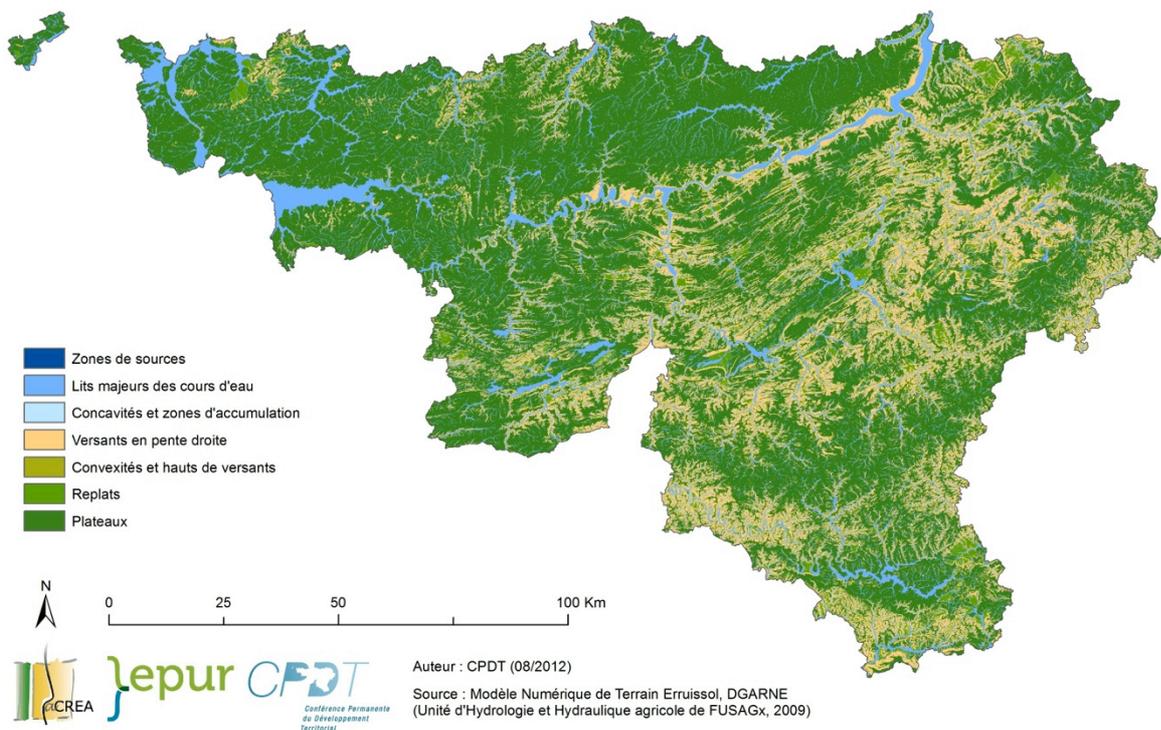
### 2.5.2.3 Contexte topographique et hydrographique

Afin de cerner au mieux les espaces où le contexte topographique et hydrographique va engendrer des dynamiques écosystémiques différentes, une analyse des données d'altitudes et de pentes a été effectuée afin de délimiter des zones où les apports hydriques diffèrent. Plusieurs traitements ont été appliqués aux données afin de distinguer les lits majeurs des cours d'eau, les zones d'accumulation des eaux de ruissellement, les reliefs convexes, les versants et replats et enfin les plateaux.

Pour modéliser les cours d'eau, dans un premier temps, une zone tampon de 1000 mètres a été appliquée de part et d'autre des principaux cours d'eau naturels et une analyse des dénivelées a été opérée avec différents seuils. Une dénivelée de 5 mètres a finalement été retenue afin d'identifier les lits majeurs et les bas de pentes. Dans un second temps, certains artefacts (points en contrebas des cours d'eau au sein du buffer tels que des carrières) ont été éliminés manuellement. L'enveloppe des lits majeurs a été obtenue par suppression des zones d'exclusion liées au bâti au moyen de l'outil *Aggregate Polygons* du module *Cartography* de ArcGIS. Dans certains cas, notamment pour les zones de plaines ne présentant pas de différence d'altitude suffisante au sein de la zone tampon, l'information relative aux aléas d'inondation a permis de compléter les données de lits majeurs.

Les zones d'accumulations où se forment certains ruisseaux temporaires ont été calculées sur base du MNT à l'aide des outils *Hydrology* du module *Spatial Analyst* de ArcGIS. La courbure des pentes a été calculée sur base de la dérivée seconde des données d'altitude au moyen de l'outil *Curvature* de *Spatial Analyst*. Ce calcul a permis de distinguer d'une part des zones de convexités, souvent apparentées aux hauts de pentes et généralement synonymes d'une évacuation rapide des eaux de ruissellement, et d'autre part des zones de concavités au niveau desquelles on assiste à une accumulation des eaux de ruissellement.

Les versants, plateaux et replats ont été délimités sur base de la pente calculée auparavant. Les plateaux et replats reprennent les zones où la pente est inférieure à 10%. La distinction entre les plateaux et les replats repose sur le fait que les plateaux (en ce compris les plaines hesbignonnes) sont les éléments les plus élevés en altitude du contexte topographique, les replats étant le plus souvent compris entre deux pans de versant à une altitude intermédiaire entre le lit majeur et le plateau. Cette distinction a pu être faite sur base des lignes de crêtes dérivées des districts des sous-bassins versants. Sont alors considérés comme plateaux les ensembles dont la pente est inférieure à 10% qui croisent une ligne de crête.

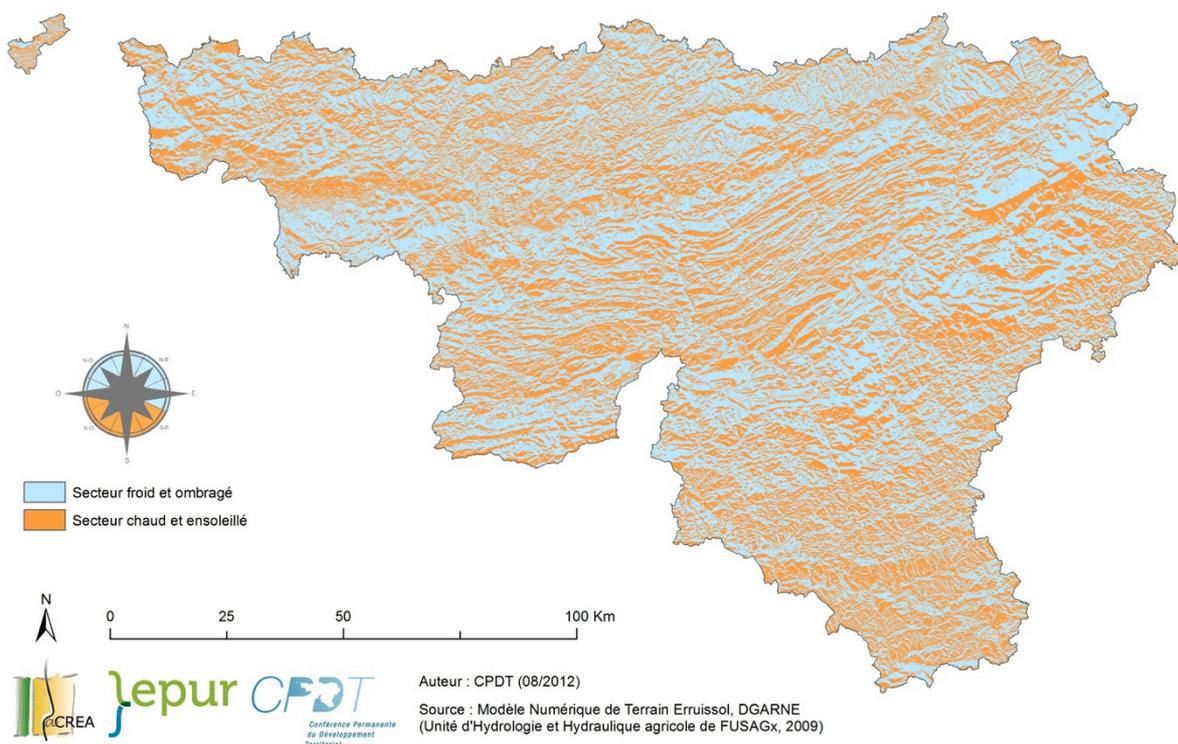


### Carte 3 : Contexte topographique et hydrographique

Ces différents éléments, ainsi que les zones de sources qui induisent un apport hydrique important, ont été rassemblés dans la **carte du contexte topographique et hydrographique**, obtenue à une résolution d'un pixel par 100m<sup>2</sup>.

#### 2.5.2.4 Calcul des expositions.

Les données d'exposition ont été calculées avec l'outil *Aspect* de *Spatial Analyst* qui calcule l'orientation des pentes selon un cadran exprimé en degrés (l'exposition nord correspondant à 0° et l'exposition sud correspondant à 180°). Comme dans l'étude initiale, ces orientations sont ensuite réparties en deux catégories : un secteur chaud et ensoleillé reprenant les orientations SE-O (112,5° à 270°) et un secteur froid et ombragé reprenant les orientations opposées (270° à 112,5°). La carte des expositions ainsi obtenue a été réalisée avec une résolution d'un pixel par 100m<sup>2</sup>.

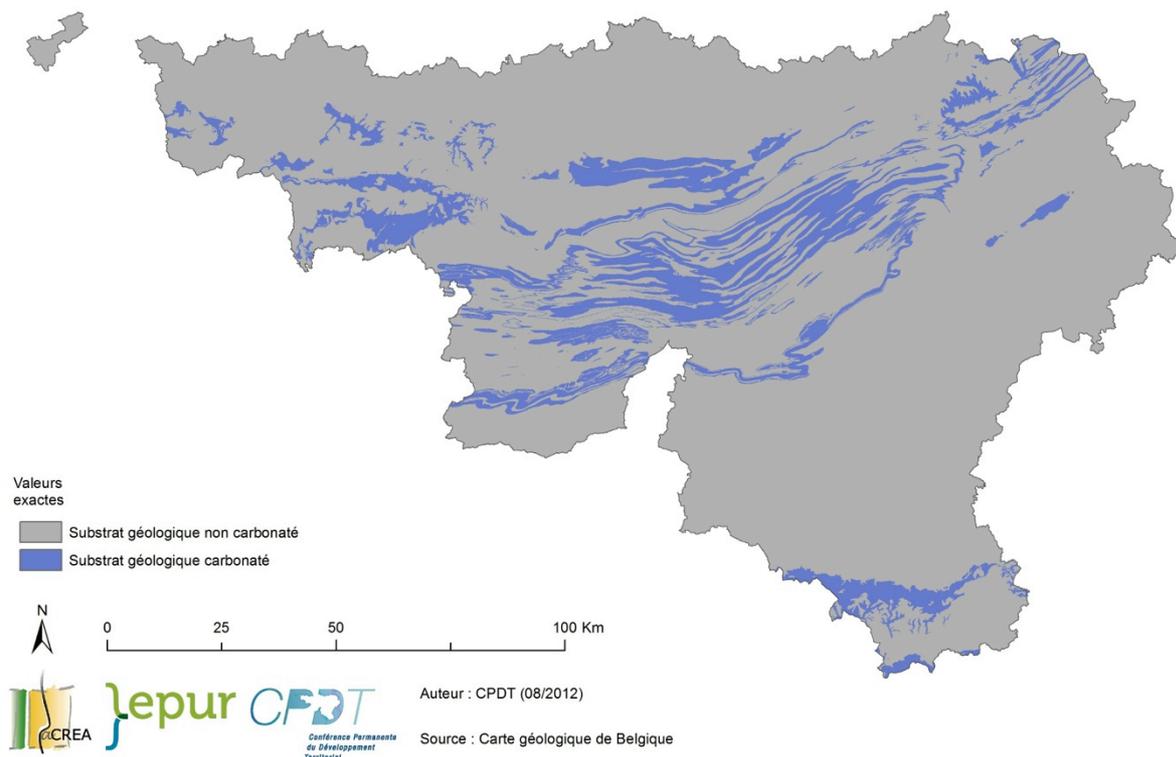


**Carte 4 : Expositions**

### 2.5.3 Composante « Sous-sol »

La cartographie des sols fournit l'information utile pour presque tout le territoire régional, mais ne précise pas la nature des affleurements rocheux ponctuels. Cette information nécessaire à la détermination de l'habitat associé doit donc être fournie par une autre source de données. En outre, il est avéré que la roche sous-jacente peut localement différer en termes de composition minéralogique de la charge caillouteuse incluse dans le sol. C'est essentiellement la distinction d'un substrat calcaire ou non calcaire qui est exploitée pour évaluer la richesse trophique en un lieu.

La carte de la **nature du substrat géologique** est directement dérivée de la carte des contraintes karstiques\* de la Région Wallonne qui regroupe les roches carbonatées participant potentiellement au réseau karstique. Cette carte a été convertie en raster avec une résolution d'un pixel par 100 m<sup>2</sup>.



**Carte 5 : Nature du substrat géologique**

### 2.5.4 Composante « SOL »

La caractérisation du degré vraisemblable d'humidité du sol, caractère le plus déterminant pour l'habitat naturel, s'appuie en partie sur diverses caractéristiques pédologiques (texture, drainage, profondeur, pierrosité) qu'il est possible d'extraire de la carte numérique des sols de Wallonie. Le niveau trophique d'un sol est également influencé par divers caractéristiques pédologiques de celui-ci (développement de profil, charge en éléments grossiers). En outre, certains sols très spécifiques peuvent être mis en lien direct avec un habitat (ex : tourbières).

La Carte Numérique des Sols de Wallonie ou CNSW (2002, révision en 2008) est le document de référence en cette matière. Elle identifie bien sûr les grands types de sols (séries principales) et les sols plus particuliers, tout en différenciant d'emblée les sols des plateaux et des pentes d'une part et les sols des vallées et des dépressions d'autre part. La carte précise également un nombre élevé de caractéristiques déterminantes des sols (matériau parental, état du drainage, développement de profil...). Des versions simplifiées en ont été produites pour en faciliter l'usage, telle que la CNSW250 qui remplace l'ancienne carte des associations de sols<sup>7</sup>.

D'autres données sur la nature des sols mobilisées par la recherche proviennent de relevés effectués dans le cadre de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (IPRFW) ou du diagnostic de l'état des sols wallons sous prairies et sous cultures réalisés par REQUASUD asbl. Ces données concernent l'acidité d'échange des sols ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) et la teneur en phosphore assimilable.

<sup>7</sup> Le recours à la Carte des unités de l'espace rural qui s'appuie essentiellement sur la CNSW250 a été envisagé mais abandonné car ne fournissant pas l'information recherchée à un niveau de détail suffisant pour la recherche. En effet, le critère principal utilisé dans cette typologie est celui de la texture du sol, alors que la recherche actuelle privilégie le drainage.

### 2.5.4.1 Méthodes d'extrapolation

Les données de la composante sol comprennent un certains nombres de « blancs » liés à une absence de relevés en certains endroits. Les zones non investiguées du territoire comprennent essentiellement les espaces bâtis ou imperméabilisés, la vallée industrialisée du sillon sambro-mosan et les camps militaires d'Elsenborn, Marche-en-Famenne et Lagland.

Afin d'obtenir une couverture continue du territoire, une extrapolation statistique des données de base a été opérée pour chacun des types de données de sol. Il est important de garder à l'esprit qu'en raison de la valeur statistique du résultat de ces extrapolations, au plus les données extrapolées sont éloignées des données de base, au moins celles-ci sauraient refléter la réalité de terrain.

Plusieurs méthodologies d'extrapolation ont été utilisées en fonction du type de données existant au départ et de la distance sur laquelle l'extrapolation doit être opérée.

Pour les données issues de la CNSW, deux techniques d'extrapolations ont été opérées : une extrapolation sur courte distance et une extrapolation sur longue distance.

L'extrapolation sur courte distance est réalisée au moyen de l'outil *Focal Statistics* du module *Spatial Analyst* de ArcGIS. Il s'agit d'une extrapolation tenant compte de toutes les valeurs situées sur un rayon de 30 mètres (soit 3 cellules du raster) autour de la cellule dont on souhaite connaître la valeur. Parmi toutes les valeurs identifiées, la méthode retient la valeur représentée majoritairement et l'applique à la cellule concernée. Cette extrapolation permet de combler les vides présentant une largeur inférieure à 60 mètres.

L'extrapolation sur longue distance est réalisée au moyen de l'outil *Nibble* du module *Spatial Analyst* de ArcGIS. Cet outil opère un « grignotage » des cellules vides en leur attribuant la valeur de la cellule la plus proche (méthode du plus proche voisin). Cette méthode présente l'inconvénient majeur d'extrapoler de la même manière les valeurs présentes majoritairement à proximité des cellules vides concernées et les valeurs minoritaires qui souvent ne devraient former que des éléments réduits. Pour limiter cet inconvénient, un prétraitement des couches d'information a été effectué en séparant les districts pédologiques les uns des autres et en y conservant uniquement les valeurs majoritaires. Le grignotage est ainsi répété dans chaque district pédologique en y extrapolant uniquement les valeurs majoritairement représentées. Dans certains cas, lorsqu'une seule valeur est majoritairement présente dans un district, cette seule valeur a été retenue pour combler les lacunes présentes dans ce district. Une fois cette opération effectuée pour chacun des districts, un second passage a été réalisé pour extrapoler les valeurs présentes au niveau des zones alluviales sur les blancs qui croisent également ces zones alluviales, la nature du sol étant généralement particulièrement influencée par celles-ci.

Les résultats de ces deux techniques d'extrapolations ont été combinés aux données de base en donnant priorité à ces dernières, puis au résultat de l'extrapolation sur courte distance.

Pour les données issues de l'IPRFW et de REQUASUD, la méthode d'extrapolation utilisée est la méthode du Krigeage ordinaire. Cette méthode permet sur base d'un échantillon de points associés à des valeurs continues de calculer une interpolation géostatistique de ces valeurs. Les valeurs attribuées aux cellules situées entre les points de l'échantillon de départ sont des estimations linéaires calculées sur base de l'espérance mathématique et de la variance des données spatiales. Il s'agit d'une interprétation de la variance de l'échantillon et de la distance qui sépare les points entre eux.

Le résultat issu de cette extrapolation est ensuite combiné aux données de base converties en raster en donnant priorité à ces dernières.

### 2.5.4.2 Matériaux et texture du sol

Les principales caractéristiques d'un sol concernent la nature du matériau parental présent en surface et la classe texturale du sol qui dépend de la granulométrie\* de celui-ci. On distingue ainsi les sols organiques (tourbeux ou paratourbeux) des sols minéraux. En fonction de leur granulométrie, ces derniers sont classés en sables, limons ou argiles. Ces trois classes présentent différents intermédiaires selon la teneur du sol en chacune de ces fractions granulométriques et peuvent également présenter une certaine teneur en éléments plus grossiers. Lorsque cette teneur en éléments grossiers est supérieure à 5%, on qualifie ces sols de sols caillouteux.

La nature du matériau parental et la granulométrie des sols minéraux sont importantes pour évaluer le niveau d'humidité d'un sol. Les sols organiques sont d'une façon générale plus humides que les autres ; les sols sableux sont quant à eux généralement plus secs. Les sols caillouteux sont particulièrement sensibles à l'épaisseur du sol et à l'exposition des versants.

La CNSW présente, outre ces classes de textures principales, différents complexes de classes de textures qui associent deux ou trois classes de textures. Ces nombreuses classes ont été combinées entre elles en fonction des besoins de la cartographie. Les associations qui en résultent sont présentées ci-après.

La distinction des sols paratourbeux fait appel à la présence d'une phase de couverture organique inférieure à 40 cm d'épaisseur.

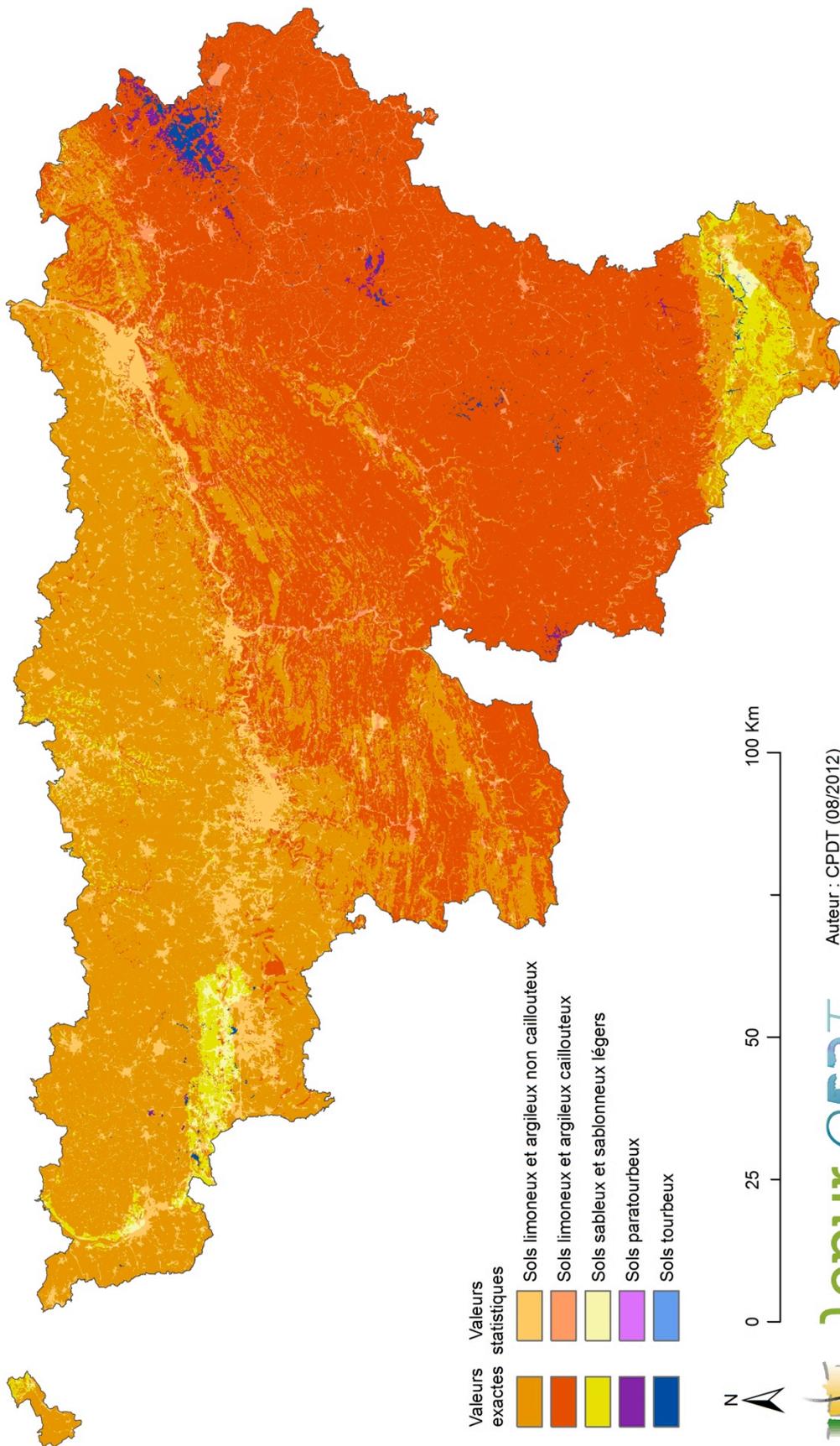
Après reclassement des différentes classes de sol et extrapolation, la carte des **Matériaux / Texture du sol** est obtenue à une résolution d'un pixel par 100 m<sup>2</sup>.

ASSOCIATIONS	SYMBOLES	CLASSES
Sols limoneux et argileux, non caillouteux	L	Sols sablo-limoneux
	E-L-S	Complexe argileux légers, sablo-limoneux et limono-sableux
	U-L-S	Complexe argileux lourds, sablo-limoneux et limono-sableux
	L-E	Complexe sablo-limoneux et argileux légers
	A-L	Complexe limoneux et sablo-limoneux
	U-L	Complexe argileux lourd et sablo-limoneux
	A	Sols limoneux
	A-E	Complexe limoneux et argileux légers
	A-U	Complexe limoneux et argileux lourds
	E	Sols argileux légers
	U	Sols argileux lourds
Sols limoneux et argileux, caillouteux	G	Sols limono-caillouteux
	A-G-S	Complexe limoneux, limono-caillouteux et limono-sableux
	A-G	Complexe limoneux et limono-caillouteux
	G-L	Complexe limono-caillouteux et sablo-limoneux
Sols sableux et sablonneux légers	Z	Sols sableux
	S-Z	Complexe limono-sableux et sableux
	S	Sols limono-sableux
	E-Z	Complexe argileux légers et sableux
	G-Z	Complexe limono-caillouteux et sableux
	S-G	Complexe limono-sableux et limono-caillouteux
	A-S	Complexe limoneux et limono-sableux
A-S-U	Complexe limoneux, limono-sableux et argileux lourd	

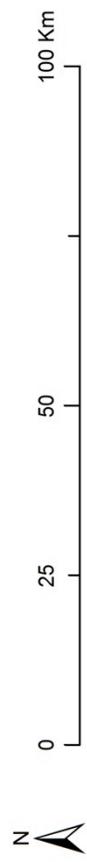
ASSOCIATIONS	SYMBOLES	CLASSES
	S-U	Complexe limono-sableux et argileux lourd
	P	Sols sablo-limoneux légers
Sols paratourbeux	(v)	Couverture tourbeuse de moins de 40 cm
	(v3)	Couverture tourbeuse comprise entre 20 et 40 cm
	(v4)	Couverture tourbeuse de moins de 20 cm
Sols tourbeux	V-E	Complexe tourbeux et argileux
	V	Sol tourbeux
	W	Tourbières actives

**Tableau 1 : Classement des sols selon les matériaux parentaux et la texture, utilisé pour la modélisation ECODYN sur base de la CNSW**

# MATÉRIAUX / TEXTURE DU SOL



Valeurs exactes	Valeurs statistiques	Description
Orange	Orange	Sols limoneux et argileux non caillouteux
Red-Orange	Red-Orange	Sols limoneux et argileux caillouteux
Yellow	Yellow	Sols sableux et sablonneux légers
Purple	Purple	Sols paratourbeux
Blue	Blue	Sols tourbeux






  
 Confédération Permanente  
 du Développement  
 Territorial

Auteur : CPDT (08/2012)  
 Source : Carte Numérique des Sols de Wallonie, DGARNE  
 (Unité Sol - Ecologie - Territoire de FUSAGx, 2005)

### 2.5.4.3 Drainage du sol

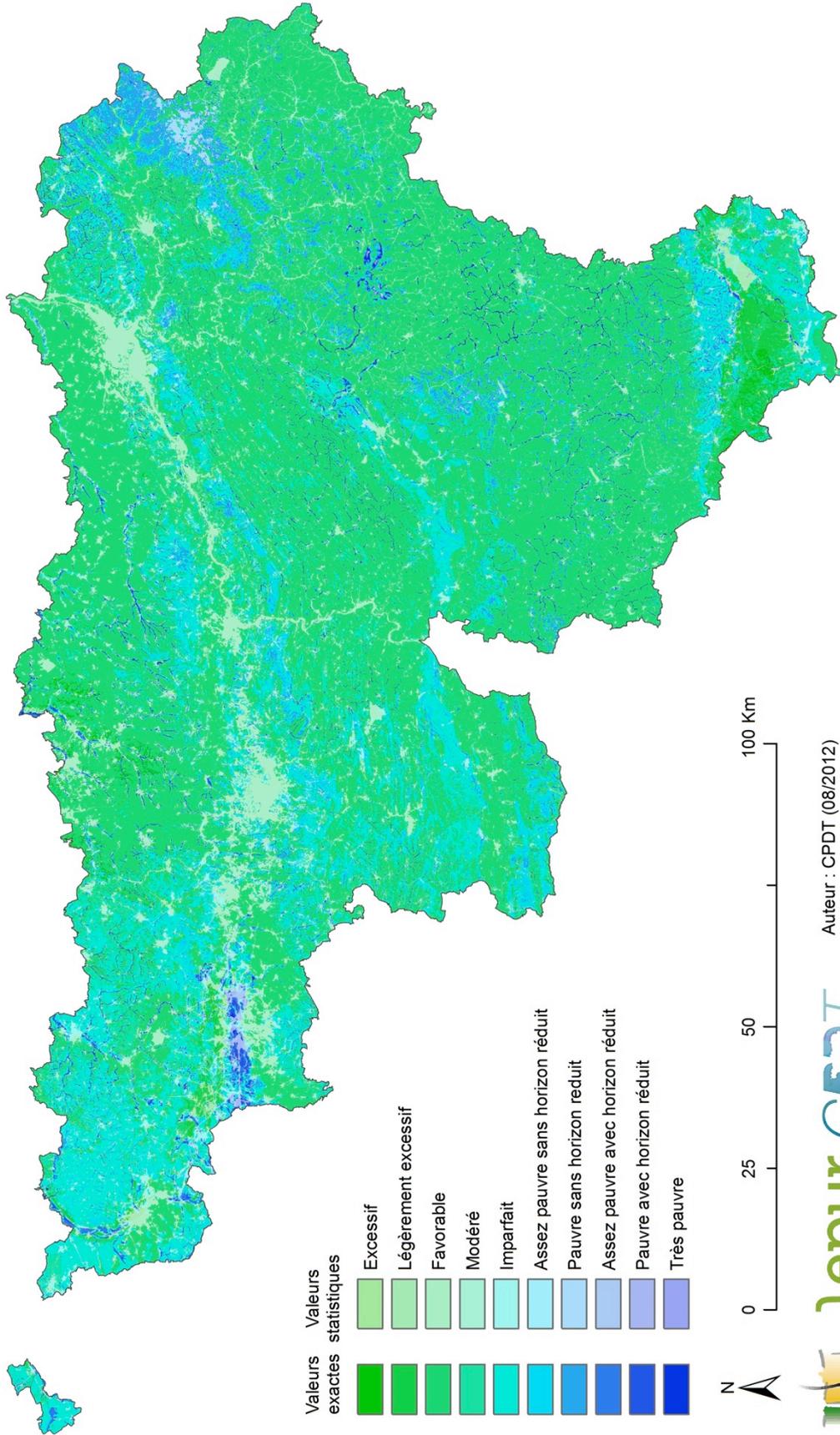
Le drainage naturel du sol est directement lié au niveau d'humidité de celui-ci. Au plus le drainage du sol est élevé, au plus le sol est sec. L'état du drainage reprend par ailleurs des informations quant à l'engorgement d'eau temporaire ou permanent d'un sol (présence ou non d'un horizon\* réduit) avec ou sans zone de battement.

Différents complexes de classes de drainage existent également et regroupent différentes classes de drainage. Une recombinaison de l'ensemble des classes en associations a été réalisée. Après ce reclassement et extrapolation, la carte du **drainage du sol** est obtenue à une résolution d'un pixel par 100 m<sup>2</sup>.

ASSOCIATIONS	SYMBOLES	CLASSES
Excessif	a	Drainage excessif
	A	Drainage excessif à imparfait (sols sableux ou sablonneux légers)
Légèrement excessif	b	Drainage légèrement excessif (sols sableux ou sablonneux légers)
	B	Drainage excessif ou légèrement excessif (sols sableux ou sablonneux légers)
Favorable	b	Drainage favorable (sols argileux ou limoneux)
	A	Drainage favorable à imparfait (sols argileux ou limoneux)
	B	Drainage excessif ou favorable (sols argileux ou limoneux)
Modéré	c	Drainage modéré
Imparfait	d	Drainage imparfait
	D	Drainage modéré ou imparfait
Assez pauvre, sans horizon réduit	h	Drainage assez pauvre, sans horizon réduit
Pauvre, sans horizon réduit	i	Drainage pauvre, sans horizon réduit
	I	Drainage assez pauvre ou pauvre, sans horizon réduit
Assez pauvre, avec horizon réduit	e	Drainage assez pauvre, avec horizon réduit
Pauvre, avec horizon réduit	f	Drainage pauvre, avec horizon réduit
	F	Drainage assez pauvre ou pauvre, avec horizon réduit
Très pauvre	g	Drainage très pauvre
	G	Drainage assez pauvre à très pauvre, avec horizon réduit

**Tableau 2 : Classement des sols selon leur drainage utilisé pour la modélisation ECODYN sur base de la CNSW**

# DRAINAGE DU SOL



Auteur : CPDT (08/2012)  
 Source : Carte Numérique des Sols de Wallonie, DGARNE  
 (Unité Sol - Ecologie - Territoire de FUSAGx, 2005)



#### 2.5.4.4 Développement de profil du sol

Les profils pédologiques d'un sol résultent de la formation de celui-ci à partir du matériau parental sous l'action de différents facteurs. Les profils présentent une succession de couches horizontales appelées horizons. La succession de ces horizons est propre à différents types de sols. La CNSW distingue ainsi 10 développements de profil différents ainsi que 3 complexes combinant plusieurs types de développements de profil. Ces différentes classes ont été recombinaées en fonction des besoins de l'analyse climacique.

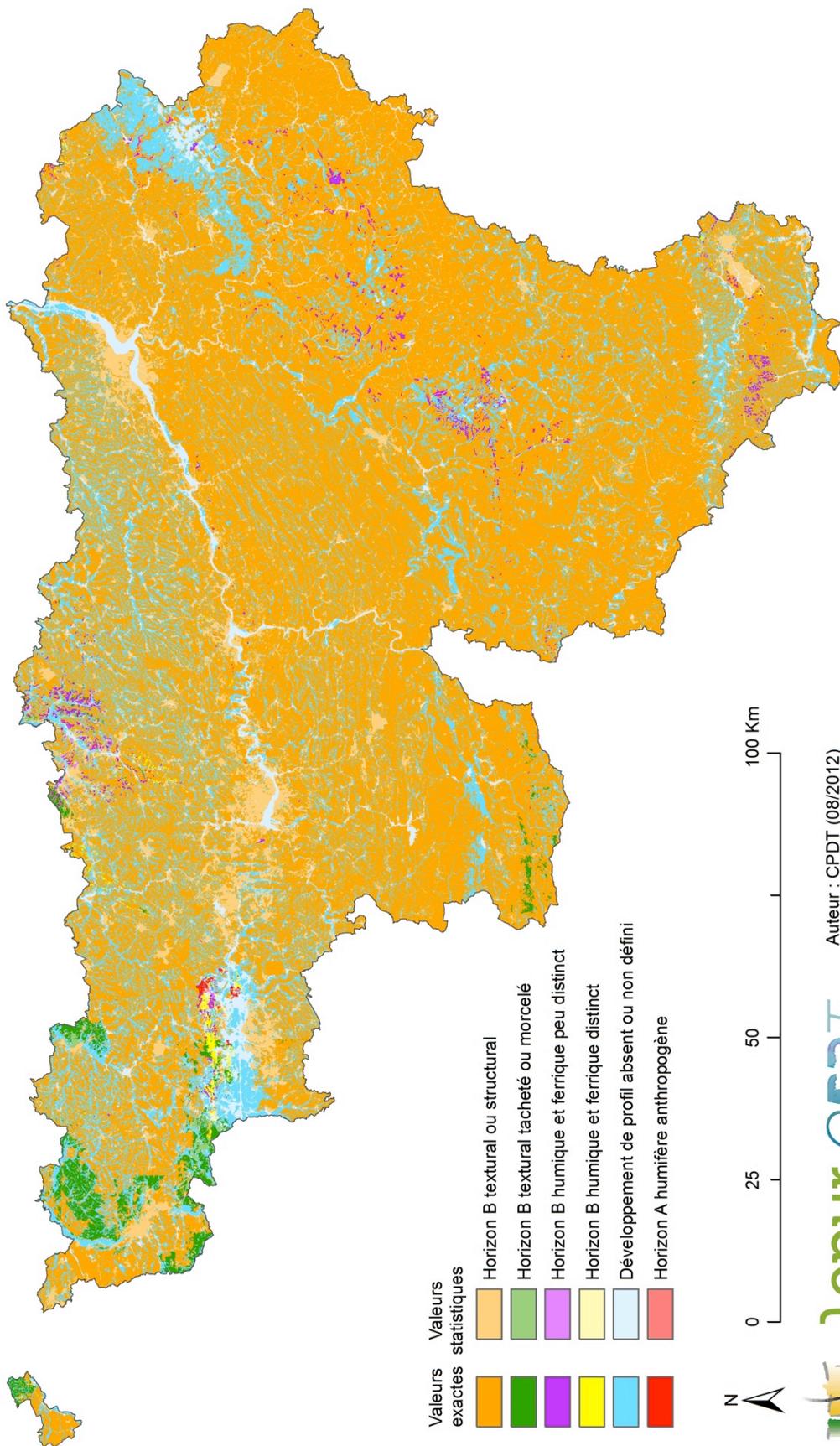
L'extrapolation de la couche de données a été ici accompagnée de l'ajout automatique, pour les zones blanches situées dans les lits majeurs modélisés précédemment, de la valeur « Absence de développement de profil » correspondant aux sols récents alluvionnaires.

Après ce reclassement et extrapolation, la carte du **développement de profil du sol** est obtenue à une résolution d'un pixel par 100 m<sup>2</sup>.

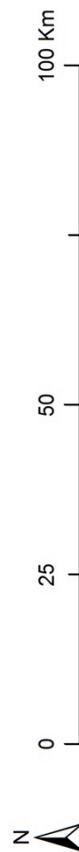
ASSOCIATIONS	SYMBOLES	CLASSES
Horizon B textural ou structural	a	Horizon B textural
	b	Horizon B structural
	d	Horizon B textural jaune rougeâtre
	B	Horizon B textural ou structural
Horizon B textural tacheté ou morcelé	c	Horizon B textural tacheté ou morcelé
Horizon B humique et ferrique peu distinct	f	Horizon B humique ou/et ferrique peu distinct
	F	Horizon B humique ou/et ferrique peu distinct ou distinct
Horizon B humique et ferrique distinct	g	Horizon B humique ou/et ferrique distinct
	h	Horizon B humique ou/et ferrique morcelé
Développement de profil absent ou non défini	p	Absence de développement de profil
	x	Développement de profil non défini
	P	Développement de profil absent ou non défini
Horizon A humifère anthropogène	m	Horizon A humifère anthropogène épais

**Tableau 3 : Classement des sols selon leur développement de profil utilisé pour la modélisation ECODYN sur base de la CNSW**

# DÉVELOPPEMENT DE PROFIL DU SOL



Valeurs exactes	Valeurs statistiques	Description
		Horizon B textural ou structural
		Horizon B textural tacheté ou morcelé
		Horizon B humique et ferrique peu distinct
		Horizon B humique et ferrique distinct
		Développement de profil absent ou non défini
		Horizon A humifère anthropogène



**Lepur CPDT**
  
 Confédération Permanente du Développement Territorial

Auteur : CPDT (08/2012)
   
 Source : Modèle Numérique de Terrain Erruissol, DGARNE
   
 (Unité d'Hydrologie et Hydraulique agricole de FUSAGx, 2009)

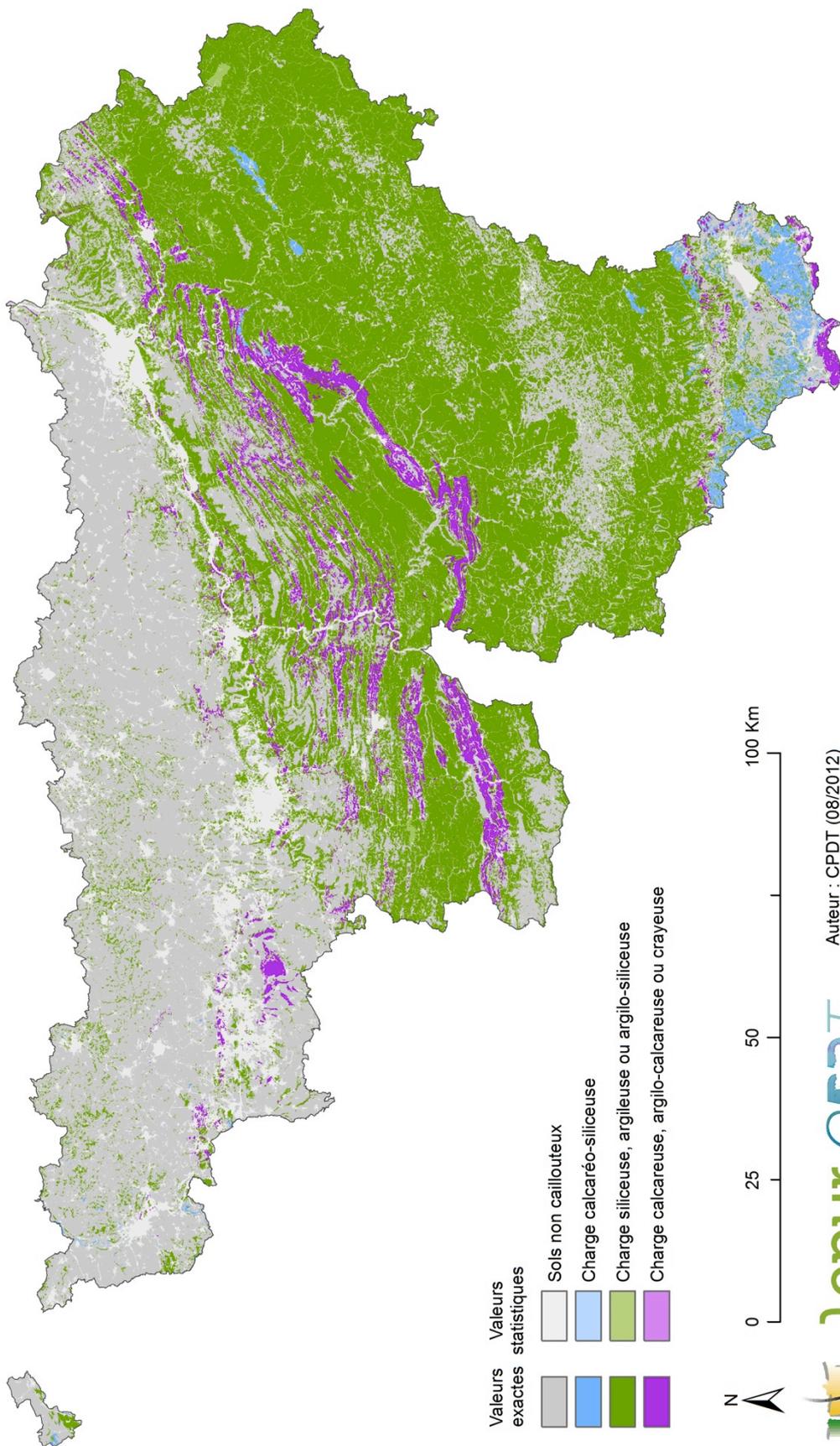
### 2.5.4.5 Charge en éléments grossiers du sol

La charge en éléments grossiers correspond à la nature lithologique\* de la fraction caillouteuse présente dans un sol lorsque celle-ci représente plus de 5% du sol. Dans le cas de l'analyse climacique, l'intérêt de cette charge est essentiellement de distinguer la nature calcaire ou siliceuse de celle-ci pour en déduire une plus ou moins grande richesse en calcium dans le sol.

ASSOCIATIONS	SYMBOLES	CLASSES
charge argileuse, siliceuse ou argilo-siliceuse	d	Charge arkosique
	fq	Charge quartzo-gréseuse
	o	Charge de dragées de quartz
	p	Charge psammitique
	q	Charge gréseuse
	qs	Charge de grès tertiaire
	g	Charge graveleuse
	s	Charge sablo-graveleuse
	t	Charge de gravier
	x	Charge de silexite
	xt	Charge de silexite et de gravier
	fp	Charge schisto-psammitique
	r	Charge schisto-gréseuse
	rj	Charge argilo-gréseuse
	f	Charge schisteuse
	F	Charge argilo-schisteuse
fi	Charge schisto-phylloideuse	
fp	Charge schisto-psammitique	
charge calcaréo-siliceuse	j	Charge de grès calcaire
	kr	Charge calcaro-schisto-gréseuse
	km	Charge de macigno calcaire
	m	Charge de macigno
	c	Charge conglomératique
	l	Charge conglomératique ou graveleuse
	M	Sols développés sur macigno
	J	Bancs discontinus de grès calcaire
charge calcaire, argilo-calcaire ou crayeuse	k	Charge calcaire
	n	Charge crayeuse
	nx	Charge de craie et de silexite
	K	Charge argilo-calcaire
	kf	Charge schisto-calcaire
	Kf	Charge schisto-argilo-calcaire
	N	Complexe de sols crayeux

**Tableau 4 : Classement des sols selon la nature lithologique de leur charge caillouteuse utilisé pour la modélisation ECODYN sur base de la CNSW**

# CHARGE DU SOL EN ÉLÉMENTS GROSSIERS



Auteur : CPDT (08/2012)  
 Source : Carte Numérique des Sols de Wallonie, DGARNE  
 (Unité Sol - Ecologie - Territoire de FUSAGx, 2005)



Lorsque l'information relative à la charge en éléments grossiers n'est pas disponible, les informations relatives aux roches affleurantes ou à certains éléments des séries pédologiques spéciales ont été exploitées. L'ensemble de ces informations ont été classées en 3 catégories : « charge calcaréo-siliceuse », « charge siliceuse, argileuse ou argilo-siliceuse » et « charge calcaireuse, argilo-calcaireuse ou crayeuse ».

Après ce reclassement et extrapolation, la carte de la **charge en éléments grossiers du sol** est obtenue à une résolution d'un pixel par 100 m<sup>2</sup>.

#### 2.5.4.6 Profondeur et pierrosité du sol

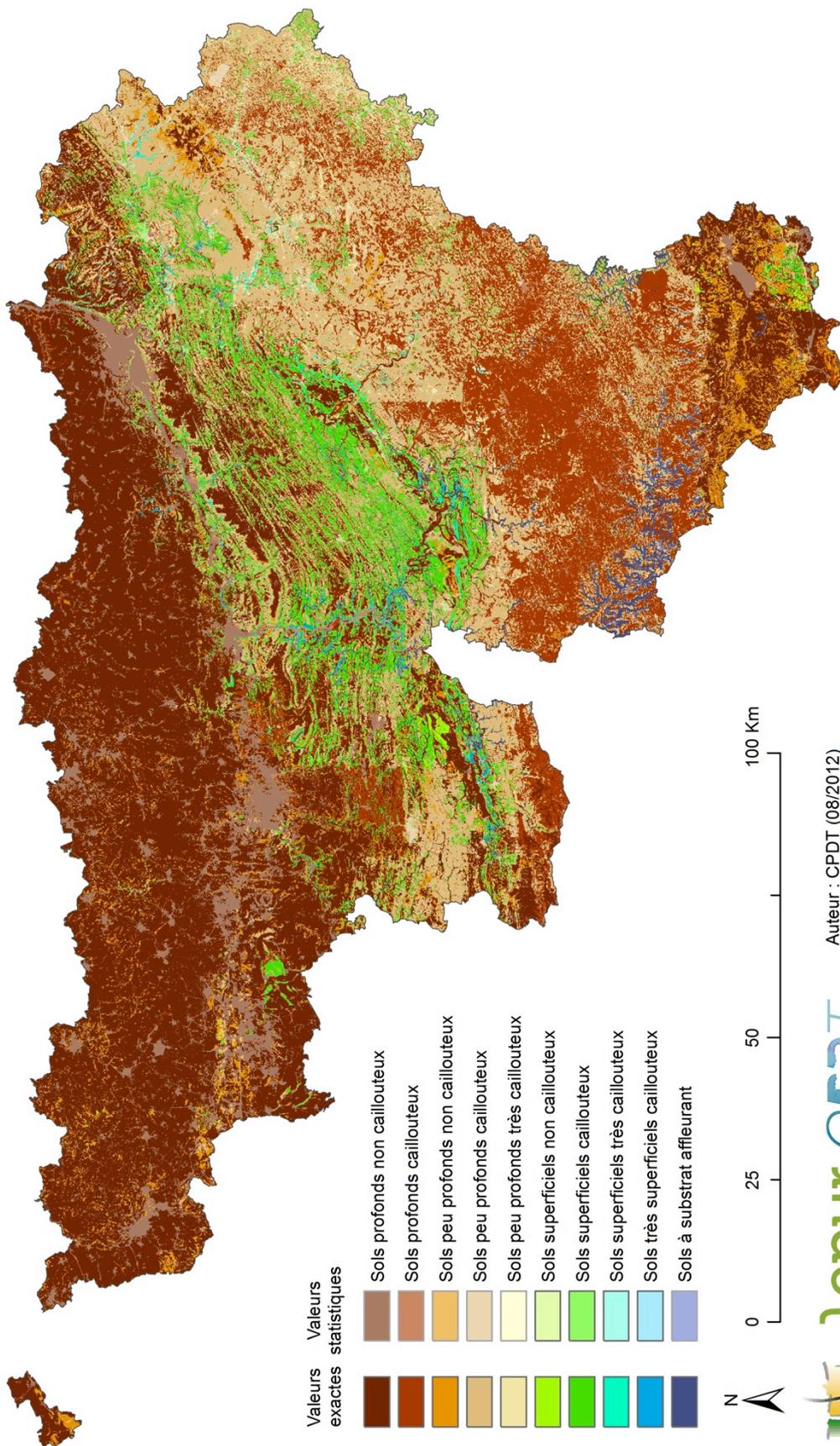
La profondeur et la pierrosité influencent la rapidité d'assèchement d'un sol, en particulier lorsque celui-ci se trouve dans des conditions d'apports hydriques faibles ou d'exposition élevée. Les informations relatives à la profondeur dépendent de la « phase 1 » des paramètres pédologiques de la CNSW tandis que la pierrosité dépend de la « phase 2 » des paramètres pédologiques et varie selon qu'on ait affaire à un sol caillouteux ou à un sol non caillouteux. Par ailleurs, les phases 5 et 6 ainsi que les séries spéciales présentent certaines informations quant aux sols dont le substrat est affleurant à la surface.

Ces diverses informations ont été classées en différentes associations. Après ce reclassement et extrapolation, la carte de la **profondeur / pierrosité du sol** est obtenue à une résolution d'un pixel par 100 m<sup>2</sup>.

ASSOCIATIONS	TEXTURE	PHASE 1/PHASE 2*/PHASE 5 <sup>‡</sup> / PHASE 6 <sup>£</sup> /Série spéciale <sup>§</sup>
Sols profonds non caillouteux (épaisseur > 80 cm ; charge < 5%)	Non caillouteux	0, 1
Sols profonds caillouteux (épaisseur > 80 cm ; charge > 5 %)	Caillouteux	0, 1, 0_1, 0_1_2
Sols peu profonds non caillouteux (épaisseur < 80 cm ; charge < 5%)	Non caillouteux	2, 2_3
Sols peu profonds caillouteux (épaisseur < 80 cm ; charge < 50%)	Caillouteux	2, 1_2, 2_4, 7
Sols peu profonds très caillouteux (épaisseur < 80 cm ; charge > 50%)	Caillouteux	3*
Sols superficiels non caillouteux (épaisseur < 40 cm ; charge < 5%)	Non caillouteux	3
Sols superficiels caillouteux (épaisseur < 40 cm ; charge < 50%)	Caillouteux	4
Sols superficiels très caillouteux (épaisseur < 40 cm ; charge > 50%)	Caillouteux	5*
Sols très superficiels caillouteux (épaisseur < 20 cm ; charge > 15%)	Caillouteux	6
Sols à substrat affleurant	Non caillouteux	P <sup>‡</sup> , J <sup>£</sup> , A <sup>£</sup> , J <sup>§</sup> , H <sup>§</sup> , J-H <sup>§</sup>

**Tableau 5 : Classement des sols selon leur profondeur et leur charge caillouteuse utilisé pour la modélisation ECODYN sur base de la CNSW**

# PROFONDEUR / PIERROSITÉ DU SOL

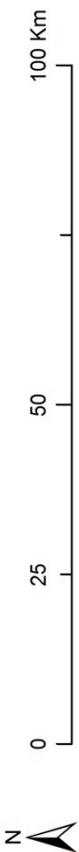


Valeurs exactes



Valeurs statistiques

- Soils profonds non caillouteux
- Soils profonds caillouteux
- Soils peu profonds non caillouteux
- Soils peu profonds caillouteux
- Soils peu profonds très caillouteux
- Soils superficiels non caillouteux
- Soils superficiels caillouteux
- Soils superficiels très caillouteux
- Soils très superficiels caillouteux
- Soils à substrat affleurant



Auteur : CPDT (08/2012)

Source : Carte Numérique des Sols de Wallonie, DGARNE (Unité Sol - Ecologie - Territoire de FUSAGx, 2005)

### 2.5.4.7 Acidité d'échange du sol

La connaissance du pH permet d'opérer une distinction entre milieux acides et milieux basiques pour les écosystèmes hygroclines\* et plus secs pour lesquels ce critère d'acidité (R dans les indices Ellenberg) complète la distinction sur base des critères d'humidité et de richesse du sol. L'acidité d'un sol influence également grandement la disponibilité en nutriments et par conséquent la richesse trophique de celui-ci.

Les données disponibles sur une grande partie du territoire concernent l'acidité d'échange cationique dans le sol mesuré sur base du pH en solution KCl. Le  $pH_{KCl}$  présente une échelle inférieure au  $pH_{H_2O}$  et la relation acido-basique n'est pas aussi linéaire dans cette échelle par rapport à l'échelle de  $pH_{H_2O}$ . Néanmoins, une relation peut être faite entre l'acidité d'échange et le caractère acido-basique d'un sol.

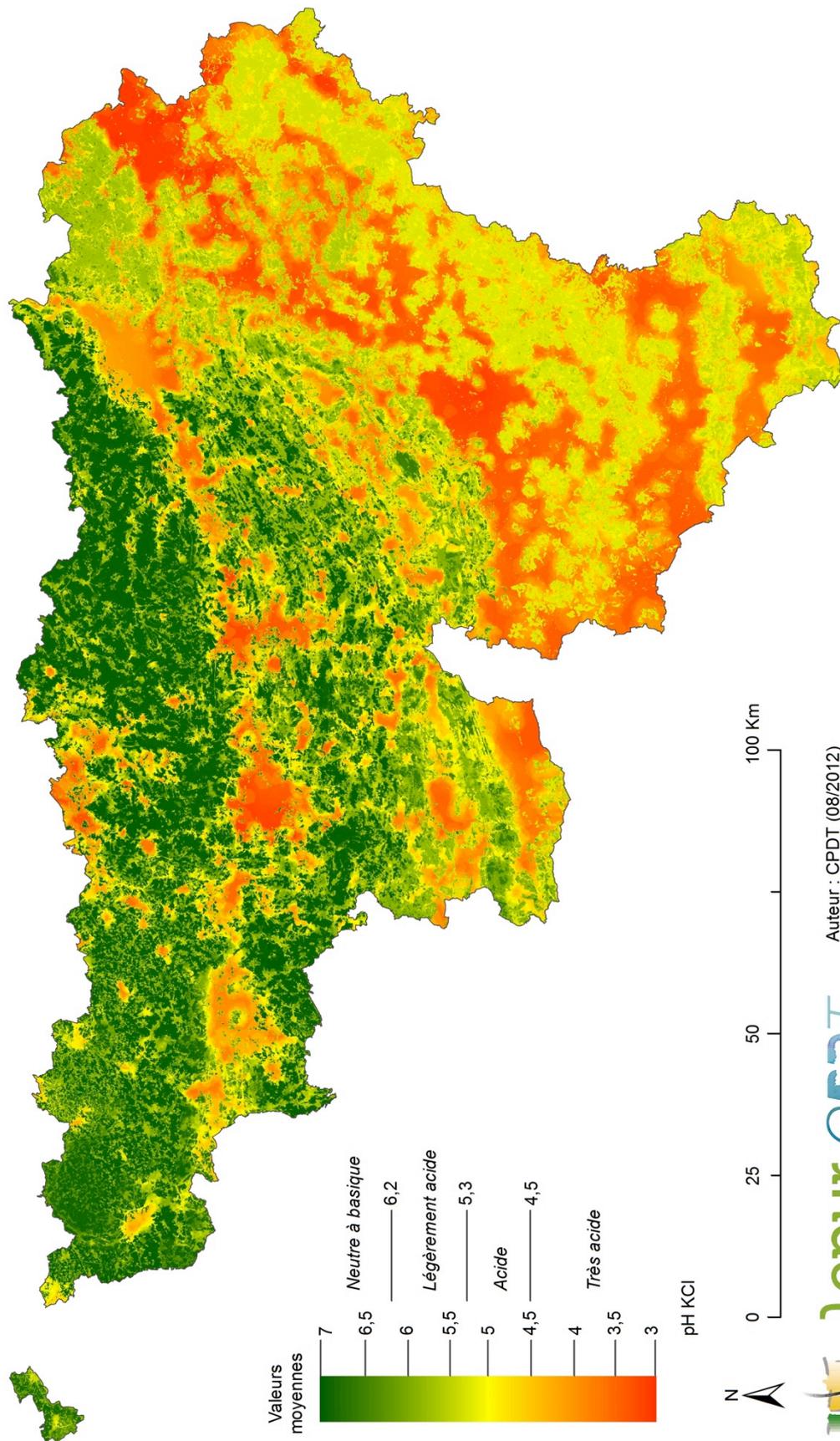
$pH_{KCl}$	Caractère acido-basique
< 4,5	Très acide
4,5 - 5,3	Acide
5,3 - 6,2	Légèrement acide
> 6,2	Neutre à basique

**Tableau 6 : Correspondances entre la valeur de  $pH_{KCl}$  et le caractère acido-basique d'un sol utilisées pour la modélisation ECODYN**

Les données disponibles par rapport à l'acidité d'échange concernent d'une part des relevés sous couvert forestier (IPRFW) présentés sous forme de points et d'autre part des données moyennes par type de sol et par région agricole sous cultures et sous prairies (REQUASUD asbl). L'extrapolation à l'ensemble du territoire a été réalisée dans un premier temps au départ des données sous couvert forestier, celui-ci étant *a priori* moins influencé par les opérations de chaulage que la zone agricole. Dans un deuxième temps, un échantillon de 30.000 points de données a été réalisé en combinant des données issues de la première extrapolation et les données REQUASUD. Sur base de l'IGN Top10v, les valeurs d'occupation du sol (forêts, prairies ou cultures) ont été associées à cet échantillon de points et les valeurs de  $pH_{KCl}$  correspondant à ces valeurs d'occupation ont été extrapolées à l'ensemble du territoire par Krigeage ordinaire. Finalement, les valeurs moyennes issues de REQUASUD sous cultures et sous prairies ont été surimposées au résultat de cette seconde extrapolation.

Le résultat de cette combinaison est la carte de l'acidité d'échange du sol, obtenue à une résolution d'un pixel par 100 m<sup>2</sup>.

# ACIDITÉ D'ÉCHANGE DU SOL



100 Km  
50  
25  
0

N

CREA

Lepur CPDT

Conférence Permanente du Développement Territorial

Auteur : CPDT (08/2012)  
Source : Requasud

#### 2.5.4.8 Teneur en phosphore assimilable

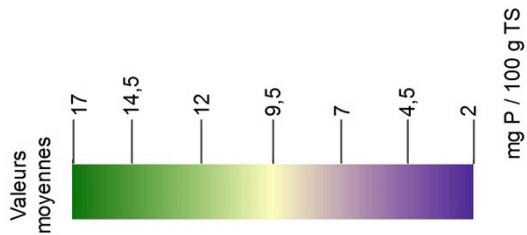
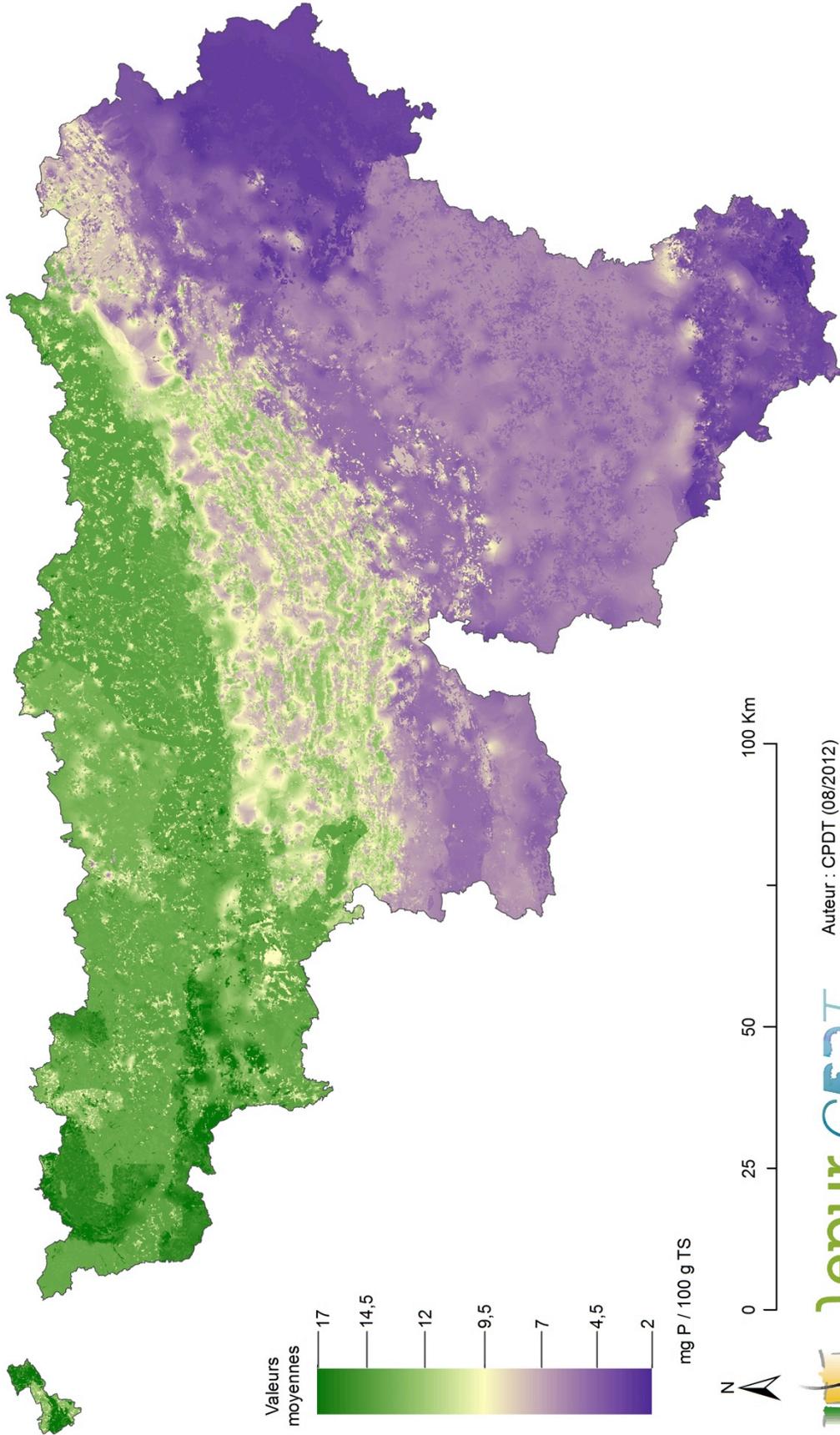
Le niveau trophique du sol est lié à l'acidité et à la richesse en calcium mais le phosphore constitue également un élément limitant pour la croissance des plantes et déterminant pour définir le niveau trophique. La teneur en azote est un autre élément déterminant permettant de caractériser l'eutrophisation d'un milieu. Malheureusement, il n'existe pas de données suffisantes quant à la teneur en azote des sols en Wallonie. Dès lors, dans cette recherche, le caractère eutrophe du sol est abordé par le biais de la seule teneur du sol en phosphore et est combiné à d'autres cartes permettant d'estimer le caractère acido-basique du sol et la teneur en calcium.

Des données de la teneur du sol en phosphore ont été mesurées par l'IPRFW et REQUASUD sous les trois occupations du sol (cultures, prairies et forêts) qui les co-déterminent en partie. Néanmoins, il est apparu à l'analyse de ces données que les méthodes d'extraction et d'analyse utilisées respectivement par l'IPRFW et par REQUASUD diffèrent. Ces méthodes conduisent à des échelles de valeur de phosphore qui sont significativement différentes, REQUASUD prenant en compte uniquement le phosphore assimilable alors que l'IPRFW considère le phosphore total du sol. Par conséquent, ces deux jeux de données ne pouvant être assemblés, seules les données REQUASUD, qui couvrent une part plus large du territoire, ont été actuellement exploitées.

Comme pour le  $pH_{KCL}$ , l'extrapolation des données de REQUASUD a été réalisée sur base d'un échantillon de 30.000 points répartis en Wallonie. Cet échantillon a fait l'objet d'une interpolation par méthode de Krigeage ordinaire dont le résultat a ensuite été recombinaé aux données de base connues pour les cultures et les prairies.

La carte de la teneur en phosphore issue de cette extrapolation est obtenue à une résolution d'un pixel par  $100\text{ m}^2$  et exprime la richesse du sol en phosphore assimilable en milligrammes de phosphore par 100 grammes de terre sèche.

# TENEUR EN PHOSPHORE ASSIMILABLE DU SOL



0 25 50 100 Km

N

**lepur** CPDT  
Conférence Permanente  
du Développement  
Territorial

Autour : CPDT (08/2012) Source : Requisud

CREA

### 2.5.5 Composante « Climat »

Les aspects climatiques portent sur un grand nombre de variables : les températures (moyennes annuelles, maxima, minima...), les précipitations (moyennes annuelles, saisonnières...), le nombre de jours de gel, les dates moyennes des première et dernière gelées, le nombre moyen de jours de brouillard... Idéalement, ces différentes caractéristiques climatiques devraient être prises en considération car elles influencent la végétation. Cependant, les connaissances actuelles relatives à leur distribution spatiale restent lacunaires, de sorte que le lien avec les habitats peut être parfois difficile à établir.

Les données retenues pour la modélisation sont d'une part la pluviométrie annuelle moyenne qui influence directement le degré d'humidité du sol et, d'autre part, la température moyenne annuelle. A l'échelle de la Wallonie, cette dernière ne permet pas de différencier les écosystèmes. Cependant, un changement climatique entraînant une variation importante des températures moyennes, pourrait induire un changement des écosystèmes présents en Wallonie, tant dans leur composition en espèces que dans leur répartition spatiale. Ce facteur est donc pris en compte par la recherche dans la perspective de l'examen d'un scénario climatique à préciser ultérieurement (dernière année de la recherche).

#### 2.5.5.1 Pluviométrie annuelle moyenne

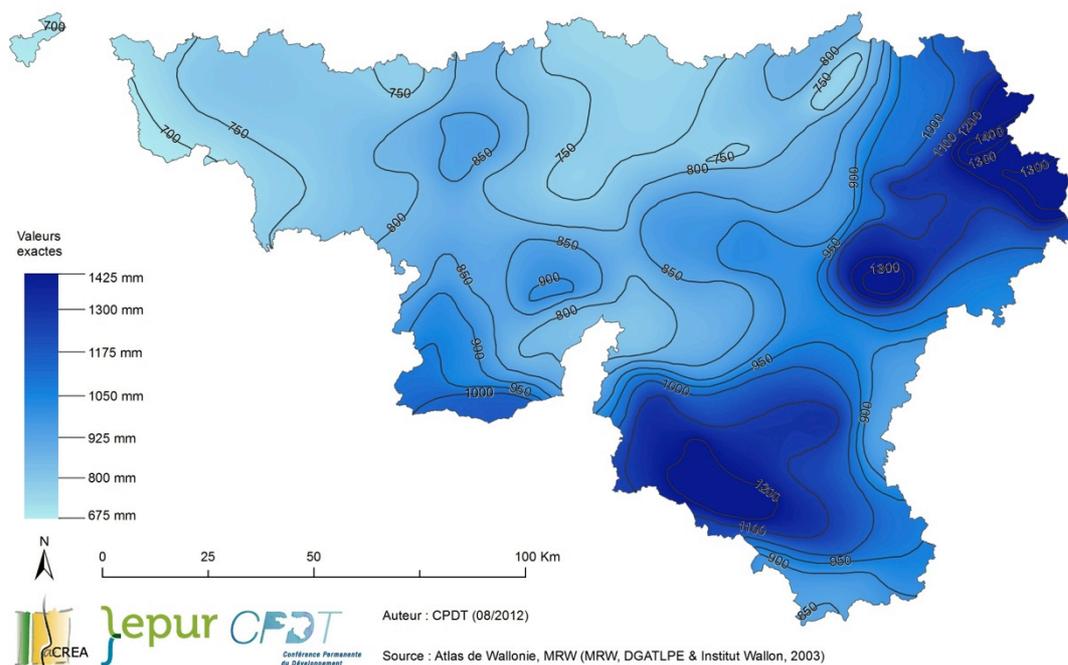
Une carte de la pluviométrie annuelle moyenne figure dans l'Atlas de Wallonie<sup>8</sup>. Les données présentées dans cette carte sur base des données de l'Institut Royal Météorologique de Belgique ont été reprises sous forme de courbes de précipitations (isolignes). Sur base de ces courbes, la pluviométrie a été estimée sur l'ensemble du territoire wallon par interpolation linéaire. La carte de la pluviométrie annuelle moyenne résultant de cette interpolation a été obtenue à une résolution d'un pixel par 100m<sup>2</sup> et exprime la pluviométrie en millimètres d'eau de pluie par mètre carré et par année.

#### 2.5.5.2 Température moyenne annuelle

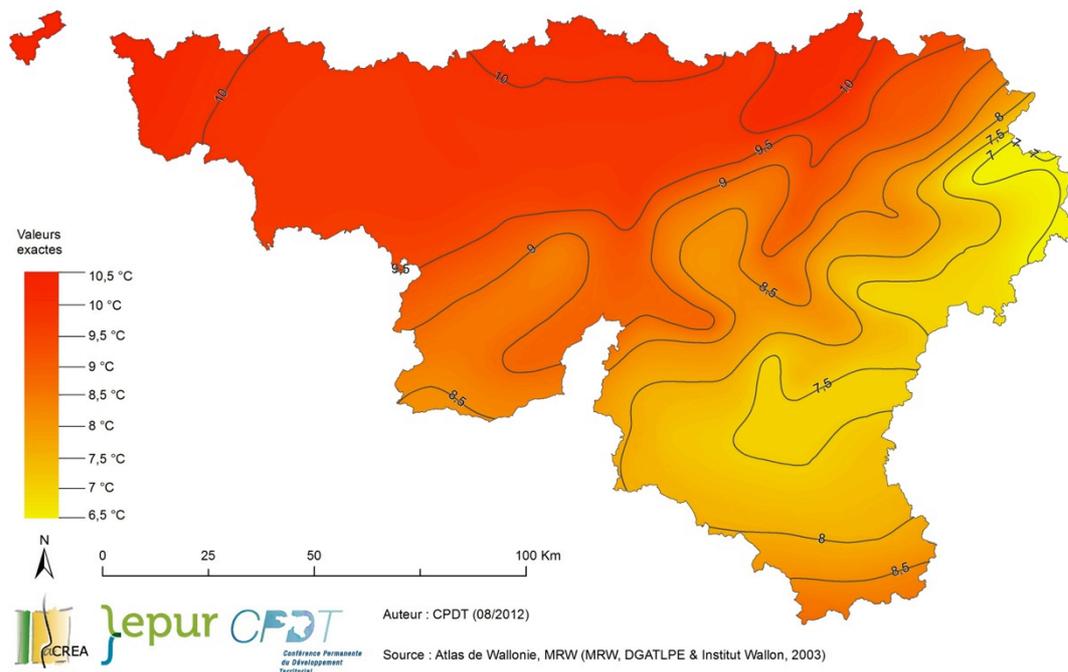
Comme pour la pluviométrie annuelle moyenne, les données de température sont reprises de l'Atlas de Wallonie. Cependant, les données de l'Atlas sont exprimées en courbes de températures moyennes estivales et hivernales. Les données de ces courbes ont été interpolées séparément sur l'ensemble du territoire. La moyenne des résultats issus de ces deux interpolations a été calculée pour obtenir la carte des températures moyennes annuelles. Cette dernière a été obtenue à une résolution d'un pixel par 100m<sup>2</sup> et exprime les moyennes de température annuelle en degré Celsius.

---

<sup>8</sup> MRW, 2003. Atlas de Wallonie. MRW, DGATLPE & Institut Wallon.



Carte 13 : Pluviométrie annuelle moyenne



Carte 14 : Températures moyennes annuelles

## 2.6 COMBINAISONS DES DONNEES

Les données cartographiques relatives aux composantes « eau », « relief », « sous-sol » et « sol » ont été croisées selon certains schémas spécifiques afin d'obtenir une carte du niveau hydrique et une carte du niveau trophique des écosystèmes terrestres. Les schémas utilisés sont très largement inspirés des clés du niveau hydrique et trophique présentés dans le « Guide des Boisements Forestiers de Wallonie »<sup>9</sup>.

### 2.6.1 Niveau hydrique

Le premier facteur entrant en ligne de compte pour déterminer le niveau hydrique est le contexte topographique et hydrographique. Les éléments de cette carte ont été rassemblés en 3 catégories qui diffèrent par les apports hydriques dont elles font l'objet :

- les zones à apport d'eau quasi permanent qui reprennent les sources et les lits majeurs,
- les zones à apport d'eau latéral variable qui reprennent les replats, les concavités et les zones d'accumulation,
- les zones sans apport d'eau latéral qui reprennent les plateaux, les convexités et les versants en pente droite.

D'une façon générale, à l'exception des sols tourbeux et paratourbeux, les zones à apports d'eau quasi permanents seront plus humides que les zones à apport d'eau latéral variable qui seront elles-mêmes plus humides que les zones sans apport d'eau latéral.

Le deuxième facteur qui intervient est le matériau du sol. Les sols tourbeux sont en permanence considérés comme très humides. Les sols paratourbeux sont humides mais peuvent présenter un assèchement estival. Les sols minéraux (argileux, limoneux, sableux et caillouteux) présentent une humidité variable qui dépend principalement du drainage.

Les sols dont le drainage est très pauvre présentent une humidité très élevée. Cette humidité diminue au fur et à mesure que le drainage augmente mais reste importante pour les sols pauvres à imparfait.

Pour les sols au drainage modéré à excessif, la texture intervient pour déterminer le degré d'humidité. Les sols sableux sont considérés comme les sols les plus secs, suivis des sols caillouteux, tandis que les sols limoneux et argileux sont les sols les plus humides. Un sol de drainage modéré et de texture sableuse situé en zone sans apport d'eau latéral est ici considéré comme un sol mésophile\*, tandis qu'un sol de texture limoneuse ou argileux, caillouteux ou non caillouteux, situé dans les mêmes conditions est considéré comme hygrocline.

En ce qui concerne les sols dont le drainage est favorable à légèrement excessif, les facteurs de profondeur, de pierrosité et d'exposition s'ajoutent à la texture. Les sols les plus superficiels ou les plus pierreux sont les plus secs et sont d'autant plus secs qu'ils se trouvent dans un secteur chaud et ensoleillé.

Enfin, les sols dont le drainage est excessif sont les plus secs et sont considérés comme xéroclines\*, voire xéro-thermophiles lorsqu'ils sont sur des sols sableux.

Ces différents facteurs ont été combinés pour attribuer un indice de niveau hydrique allant de -6 à +6. Un lien entre cet indice et le niveau d'humidité présenté dans la typologie ECODYN a été établi selon le tableau suivant.

---

<sup>9</sup> Les tables correspondant aux schémas de croisements des différentes couches d'informations pour arriver aux indices de niveau hydrique et trophique sont présentés en annexe. Les clés de détermination du niveau hydrique et du niveau trophique présentées dans le guide des boisements forestier sont également reprises en annexe.

Indice	Niveau hydrique
-6 à -4	Hygrophile*
-3 à 0	Hygrocline
+1 à +3	Mésophile
+4 à +5	Xérocline
+6	Xéro-thermophile

**Tableau 7 : Caractérisation du niveau hydrique**

A ces différents facteurs s'ajoute la pluviométrie annuelle moyenne. Celle-ci n'a été jugée discriminante que lorsqu'elle atteint un niveau de 1200 mm d'eau de pluie par m<sup>2</sup> et par année. Au-delà de ce seuil, l'indice de niveau hydrique perd un point, ce qui dans certains cas, mais pas toujours, le fera descendre d'une classe de niveau hydrique.

Au final, ces divers traitements appliqués aux données spatiales permettent de dresser la **carte du niveau hydrique** des sols de Wallonie à la résolution d'un pixel par 100m<sup>2</sup>.

### 2.6.2 Niveau trophique

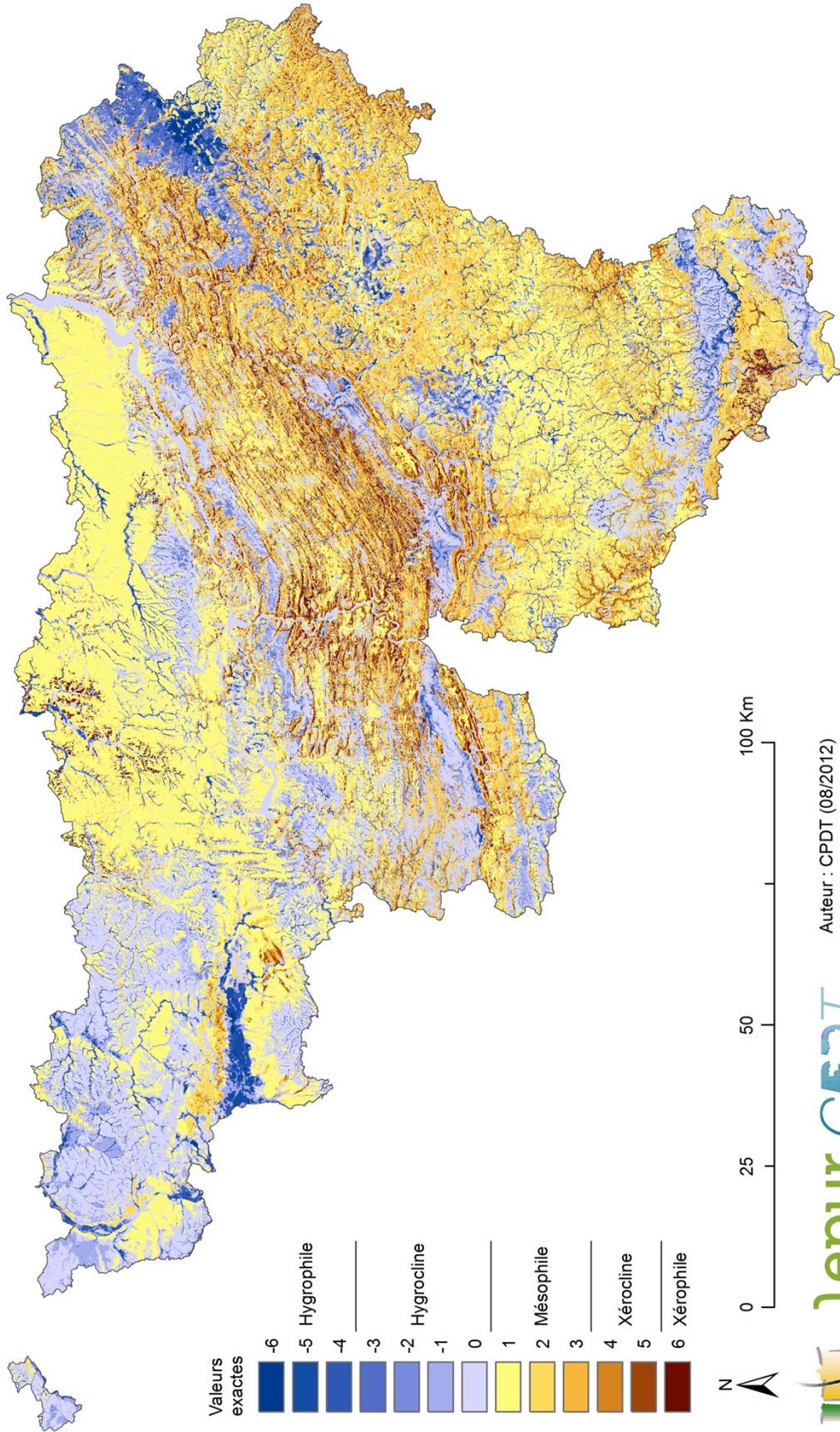
La détermination du niveau trophique repose en premier lieu sur la discrimination entre sols et sous-sols calcaires et sols et sous-sols non calcaires. En présence de calcaire dans le sol et le sous-sol, le niveau trophique sera sensiblement supérieur du fait de la présence d'ions calcium dans le sol. Le  $pH_{KCl}^{10}$ , lorsqu'il est supérieur à 6,2, apporte également une information sur l'alcalinité du milieu, généralement liée à la présence de calcium. En absence de roche-mère calcaire ou d'éléments grossiers de nature calcaire dans le sol, le  $pH_{KCl}$  peut néanmoins être supérieur à 6,2. Il est cependant impossible de savoir s'il faut attribuer cette alcalinité à la nature du sol ou à un chaulage plus ou moins intensif opéré depuis un certains nombre d'années.

Lorsque le milieu est calcaire et le  $pH_{KCl}$  alcalin, le niveau trophique est qualifié de « basophile »\*. Ce milieu peut néanmoins être oligotrophe du point de vue des autres nutriments présents dans le sol. Cet autre aspect du niveau trophique est pris en compte dans cette recherche au travers de la richesse ou de la pauvreté en phosphore assimilable. Le seuil retenu pour faire cette distinction est de 6,5 mg P / 100g de terre sèche. En dessous de ce seuil, un milieu alcalin est considéré comme « oligo-mésotrophe » ; au-delà de ce seuil, ce milieu est considéré comme « polytrophe »\* ou « mésotrophe » suivant que le substrat et la charge en éléments grossier soient tous deux calcaires ou non.

Lorsque le milieu est non calcaire et que le  $pH_{KCl}$  est alcalin, le niveau trophique est qualifié de « neutrophile »\*. Ici également, la richesse en nutriments est basée sur un seuil 6,5 mg P / 100g de terre sèche pour déterminer si le milieu est « oligo-mésotrophe » ou « méso-trophe ».

<sup>10</sup> Voir page 30

# NIVEAU HYDRIQUE



Auteur : CPDT (08/2012)



Le niveau trophique est considéré comme « acidocline »\* ou « acidophile »\* lorsque le milieu est non calcaire et que le  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  ou le développement de profil témoigne d'une plus ou moins forte acidité du milieu. La richesse en nutriments est également à la fois basée sur la teneur en phosphore (avec le même seuil qu'auparavant) et sur le développement de profil.

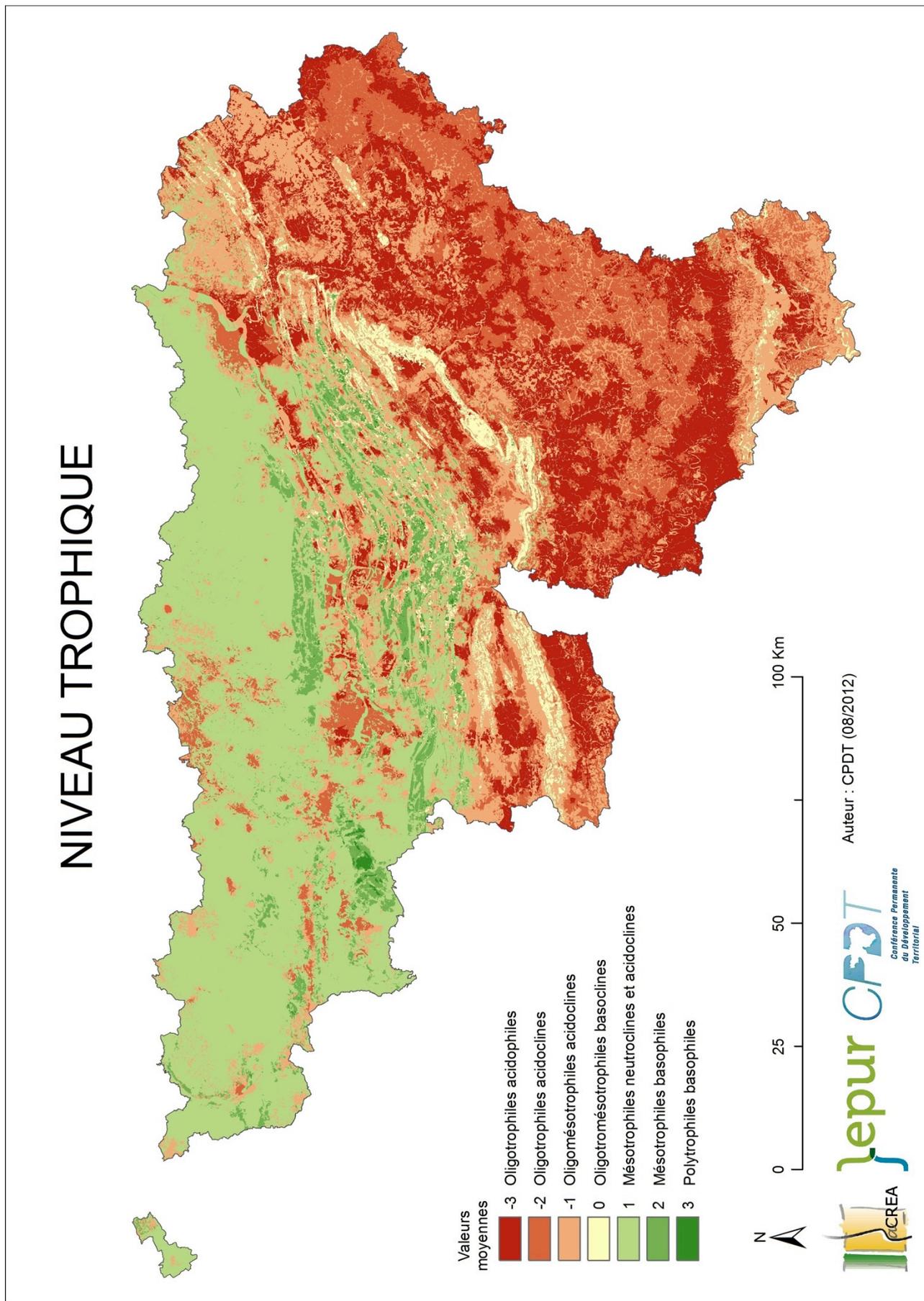
D'une façon générale, les sols alluvionnaires\* ou colluvionnaires\* sans développement de profil ou à développement de profil non défini sont considérés comme ayant un niveau trophique plus élevé. A l'inverse, les sols à horizon B textural tacheté ou morcelé et les sols à horizon B humique et ferrique peu distincts sont plus pauvres et plus acides (acidoclines). Et les sols à horizon B humique et ferrique distinct sont considérés comme plus pauvres encore (acidophiles).

Pour les sols présentant un autre développement de profil, le degré d'acidité repose uniquement sur le  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ . Lorsque celui-ci est compris entre 4,5 et 6,2, le milieu est considéré comme « acidocline ». Il est considéré comme « acidophile », lorsque le  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  est inférieur à 4,5.

En combinant l'ensemble de ces informations, l'analyse aboutit à une échelle du niveau trophique allant de -3 à +3 qui traduit à la fois le caractère acido-basique du milieu et son trophisme du point de vue du phosphore et de son développement de profil. Le résultat de cette analyse est cartographié avec une résolution d'un pixel par  $100\text{m}^2$ .

Indice	Niveau trophique
-3	Oligotrophiles acidophiles
-2	Oligotrophiles acidoclines
-1	Oligo-mésotrophiles acidoclines
0	Oligo-mésotrophiles basoclines
+1	Mésotrophiles neutroclines et acidoclines
+2	Mésotrophiles basophiles
+3	Polytrophiles basophiles

**Tableau 8 : Caractérisation du niveau trophique**



### 2.6.3 Climax

L'important travail préliminaire présenté ci-dessus permet enfin d'aborder la formalisation proprement dite du modèle prédictif des climax.

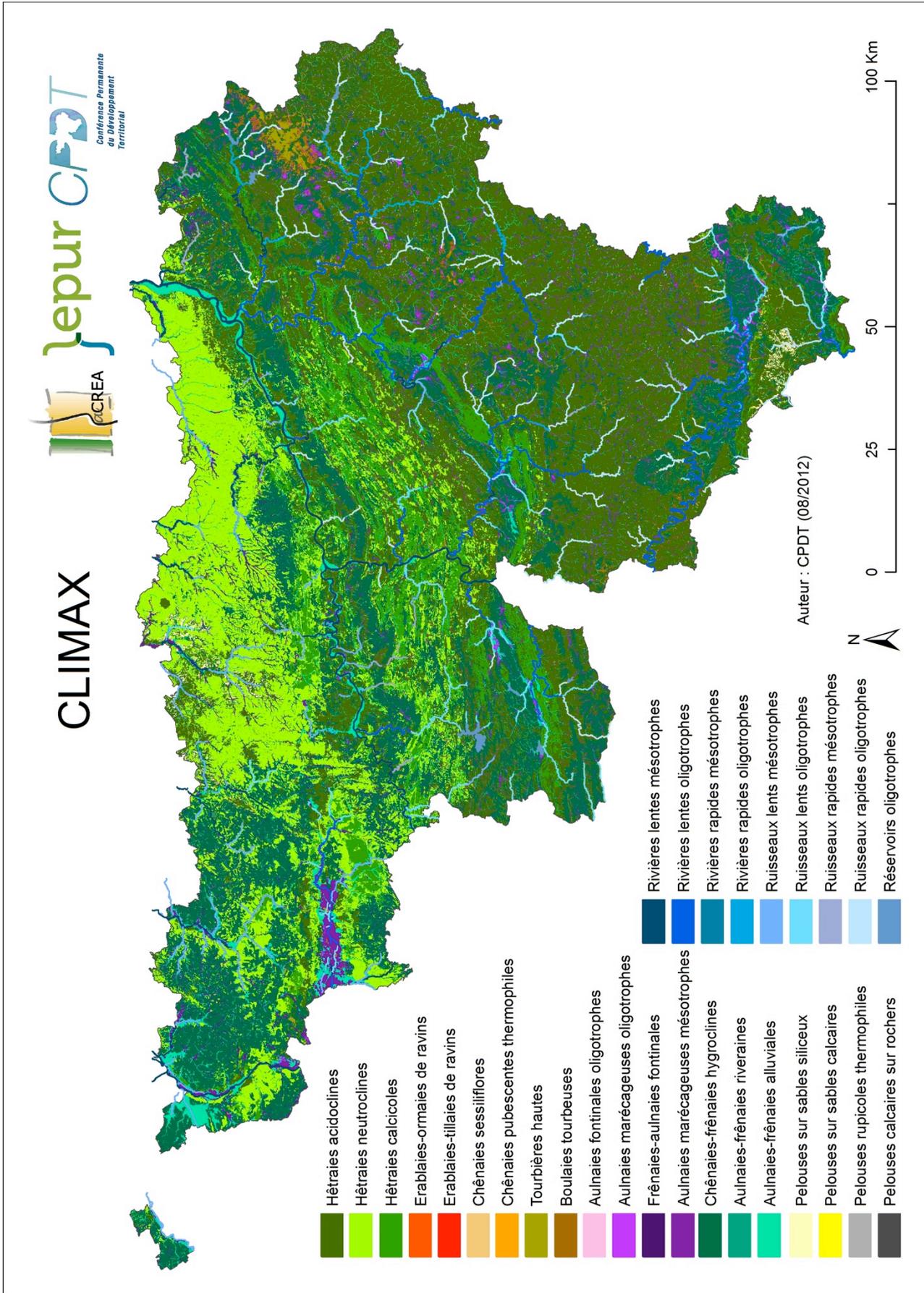
Comme expliqué auparavant, cette modélisation porte sur les écosystèmes terrestres. Les climax de ces écosystèmes terrestres sont identifiés sur base de la combinaison du niveau hydrique et du niveau trophique, ainsi que d'informations relatives au contexte local. Ces dernières concernent la présence d'éléments du contexte hydrographique (présence de zone de source, berges de rivière, zones alluviales), du relief (pente forte) et de la nature du sol (tourbeux, paratourbeux, sableux ou autre).

La combinaison de ces différents facteurs permet d'aboutir à un climax particulier tel que caractérisé dans le schéma de la typologie ECODYN (annexe 2), et ceci selon les modalités suivantes :

- Quelles que soient les conditions trophiques, les milieux tourbeux hygrophiles aboutissent à la formation de tourbières hautes, tandis que les milieux tourbeux hygroclines et paratourbeux aboutissent à la formation de boulaies tourbeuses.
- Les autres milieux hydromorphes\* présentent des sols gleyifiés\* sur lesquels se développent des aulnaies marécageuses oligotrophes ou méso-eutrophes selon le niveau trophique. En présence d'une source méso-eutrophe, ces milieux aboutissent plutôt à la formation de frênaies-aulnaies hygrophiles.
- Les écosystèmes terrestres hygroclines en conditions oligo-mésotrophes ou en conditions méso-eutrophes non alluviales évoluent vers un climax de chênaies-frênaies hygroclines. Les autres écosystèmes terrestres sont situés en milieu alluviaux méso-eutrophes et forment des aulnaies-frênaies. On distingue deux variantes de ces aulnaies-frênaies suivant qu'elles se situent à hauteur de la berge (Aulnaie-frênaie riveraine) ou dans la plaine alluviale (Aulnaie-frênaie alluviale). Les berges sont identifiées de part et d'autre des grandes rivières lentes sur base de la carte du relief.
- Les écosystèmes terrestres mésophiles évoluent vers deux types d'écosystèmes en fonction du relief. Sur pente faible à assez forte (< 50%), ces écosystèmes évoluent vers des hêtraies, tandis que sur des pentes fortes ou très fortes (> 50%), ces écosystèmes évoluent vers des érablaies de pentes fortes. Le type de hêtraie ou d'érablaie dépend par ailleurs du niveau trophique. En milieu oligotrophe acidocline ou acidophile, il s'agit de hêtraies acidophiles ou d'érablaies-ormaies de ravin. En milieu basophile ou basocline\*, il s'agit de hêtraies calcicoles\* ou d'érablaies-tillaies de ravin. Enfin, en milieu mésotrophe neutrocline ou acidocline, il s'agit de hêtraies neutroclines ou d'érablaies-tillaies de ravin.
- Les écosystèmes terrestres xéroclines divergent également en fonction de la pente. Sur pente faible à assez forte (< 50%), ces écosystèmes évoluent vers des hêtraies acidophiles, neutroclines ou calcicoles en fonction du niveau trophique. Lorsque la pente est forte ou très forte (> 50%), ces écosystèmes évoluent vers une chênaie à chênes sessiles en milieu oligotrophe ou oligo-mésotrophe, acidophile ou acidocline. Ils évoluent vers une chênaie thermophile à chênes pubescents en milieu oligo-mésotrophe basocline. En milieu mésotrophe ou polytrophe, ils évoluent vers une érablaie-tillaie de ravin.
- Les écosystèmes xérophiles\* sont similaires aux écosystèmes terrestres xéroclines s'ils se trouvent sur un sol non sableux. Sur sols sableux, il s'agit d'écosystèmes arides thermophiles évoluant vers des pelouses sur sables siliceux ou sur sables calcaires selon le niveau trophique.

Le croisement des différentes données raster aboutit à ces différents écosystèmes. Le résultat est ensuite converti au format vectoriel avant d'ajouter les données relatives aux écosystèmes aquatiques lotiques, qui proviennent directement de la carte d'hydrologie, et les données relatives aux écosystèmes rocheux. Ces derniers ont été identifiés sur base des données vectorielles de l'IGN Top10v et classés en rochers siliceux ou rochers calcaires sur base de la nature du substrat géologique.

Le résultat final de ces multiples opérations est la carte des **Climax**, au format vectoriel, en cohérence avec le schéma typologique développé lors de la phase 1 de la recherche dans sa version légèrement remaniée. Cette carte distingue et spatiale 21 écosystèmes climaciques terrestres et arides, ainsi que 8 écosystèmes aquatiques correspondant aux cours d'eau naturels actuels, tels qu'ils se développeraient naturellement si le territoire wallon était, à partir d'aujourd'hui, laissé à son évolution naturelle.



### 3. CONSTITUTION DU REFERENTIEL DE VALIDATION ET DE CALIBRAGE DU MODELE

Un référentiel performant est utile à la recherche à trois niveaux :

- pour le calibrage et la validation du modèle prédictif des écosystèmes naturels<sup>11</sup>,
- pour l'analyse de l'occupation actuelle du sol dans l'optique des dynamiques écosystémiques co-évolutives,
- pour l'examen de scénarios d'aménagement du territoire selon différents objectifs de conservation de la nature.

Dans un premier temps, les efforts se sont concentrés sur le référentiel nécessaire au calibrage et à la validation du modèle prédictif. Ces opérations s'appuient sur les données disponibles relatives aux écosystèmes non perturbés. Ces données doivent donc être identifiées et organisées. Comme elles n'existent pas partout, le référentiel pour cette étape de la recherche ne couvre pas l'ensemble du territoire wallon.

Il convient de noter que certaines occupations, telles que les zones rocheuses, sableuses ou tourbeuses (et tourbières), ainsi que les rivières et plans d'eau, sont directement utilisées par le modèle pour la détermination cartographique de ces écosystèmes (voir détail de la construction du modèle ci-avant). La calibration n'est alors pas pertinente.

Les occupations du sol plus particulièrement concernées pour le référentiel de calibrage sont les forêts et les milieux « naturels ». Pour toutes les autres occupations, la précision de l'information est moins fondamentale puisque :

- soit elles sont artificialisées donc perturbées et ne peuvent, de ce fait, être prédites par le modèle,
- soit elles ne correspondent pas à un état climacique et donc, à nouveau, ne peuvent être prédites : il s'agit d'une part des plans d'eau, qui sont des écosystèmes temporaires par nature, que l'évolution naturelle mène à l'atterrissement et, d'autre part, des habitats des premiers stades de la lignée évolutive (végétations pionnières, stades herbacés) : ils ne pourront être prédits par le modèle. Cependant, comme leur composition floristique concorde avec les conditions abiotiques locales, ces occupations fournissent des indications utiles au calibrage du modèle (l'occupation du sol relevée indique dans quelle case de la typologie ECODYN la prédiction du modèle doit aboutir, même si cette prédiction ne peut spécifier sur quelle ligne dans la case).

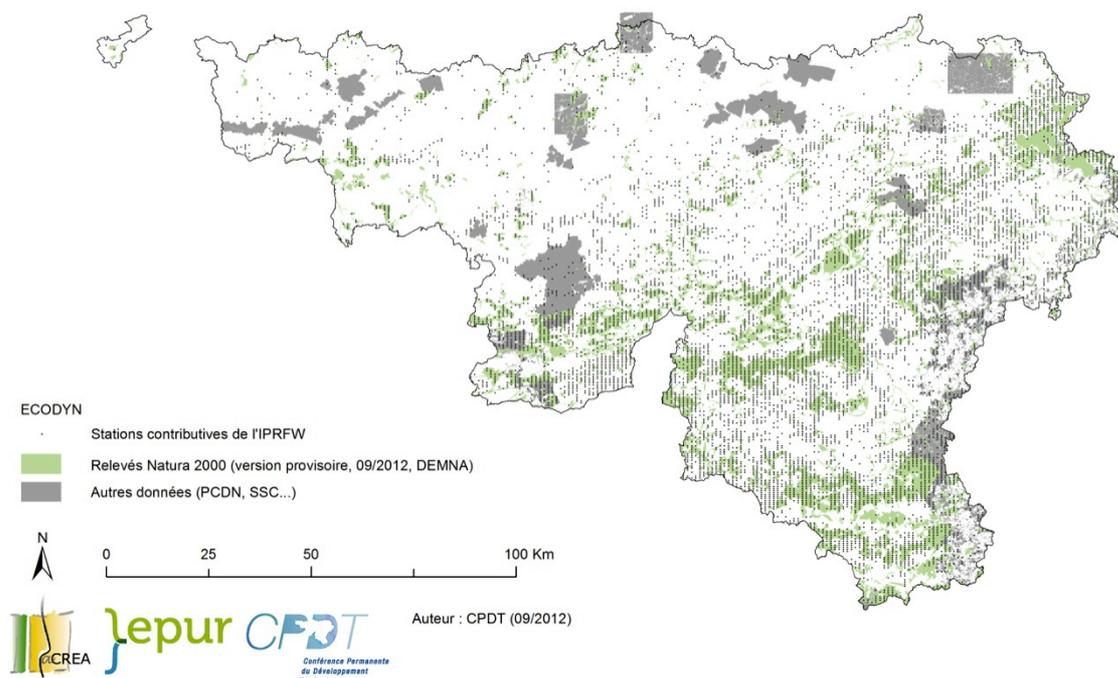
Pour être utilisables, les données originales doivent être « converties » dans la typologie ECODYN. Cette conversion est possible puisque les données originales relèvent de typologies par rapport auxquelles le lien avec ECODYN est connu. Ce lien n'est cependant pas toujours univoque. Dès lors, une interprétation (avis d'expert) doit intervenir et une perte d'information est parfois possible. Les tables de correspondance entre les différentes typologies sont fournies en annexe 1.

Les données utilisées dans le référentiel proviennent :

- des relevés de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de la Wallonie,
- des relevés Natura 2000 disponibles à cette date, fournis par le DEMNA ;
- des données issues de cartes de végétation disponibles sous format numérique (103<sup>E</sup>, 122<sup>E</sup>, 123W, 129E) ;
- des données issues de diverses études de terrain : remembrements, PCDN<sup>12</sup>, PBEPT, schémas de structure communaux...

<sup>11</sup> Par écosystèmes naturels, on entend les écosystèmes qui sont toujours intégrés à une dynamique évolutive sans nécessairement avoir subi de modification au niveau du cortège d'espèces ou au niveau de la structure du sol.

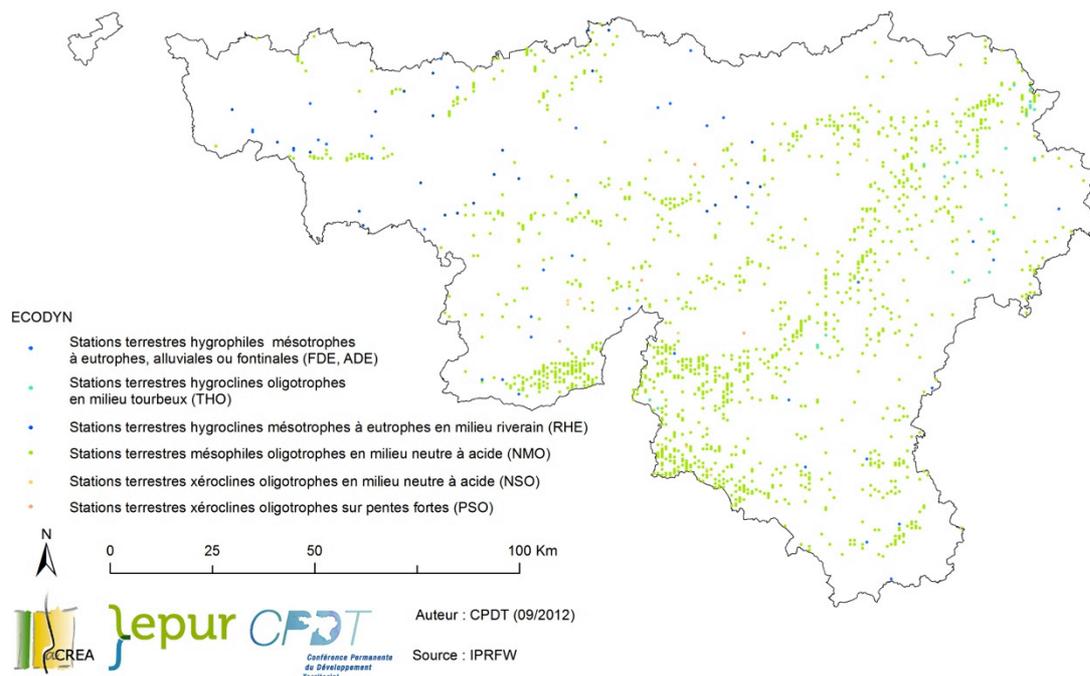
<sup>12</sup> Actuellement, seuls les PCDN réalisés par aCREA-ULg sont insérés, en attente des informations relatives aux autres PCDN attendues de la DGO3.



**Carte 18 : Couverture spatiale du référentiel de calibrage et de validation du modèle prédictif**

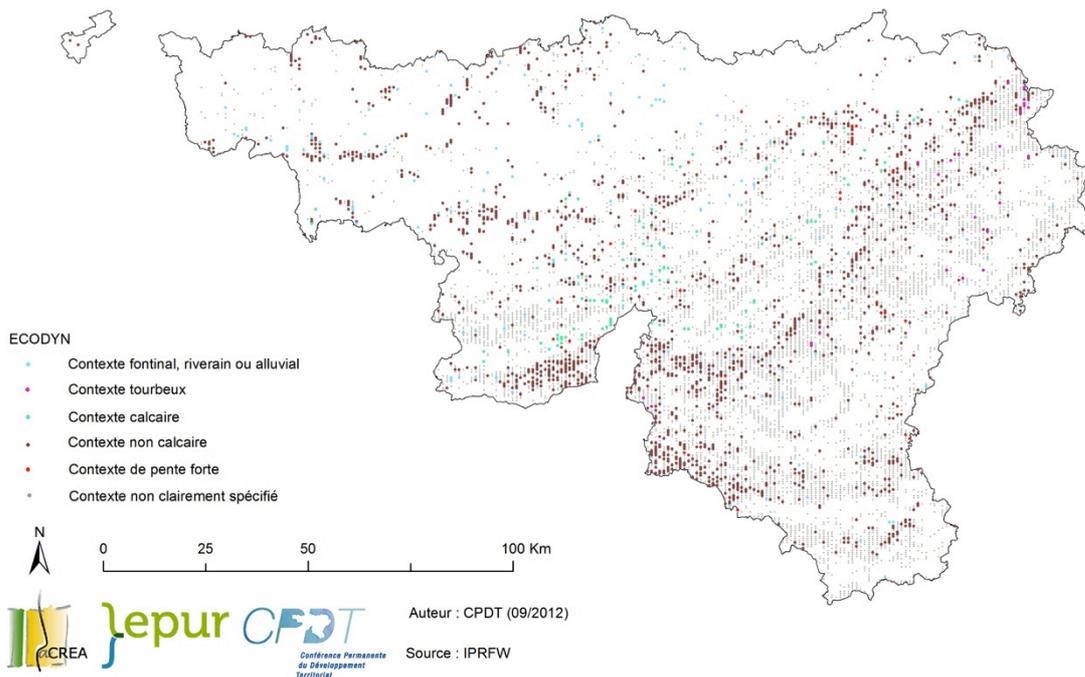
Les données relatives aux forêts, et particulièrement aux forêts les plus naturelles qui sont les écosystèmes climaciques principaux de nos régions, représentent la source d'information la plus utile. Les données de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie sont collectées à l'échelle de placettes d'inventaire disposées selon une grille régulière (espacement de 1000m selon l'axe Est - Ouest et de 500m selon l'axe Nord- Sud). Pour 8668 points de la grille, l'association végétale observée au niveau de la placette<sup>13</sup> est spécifiée selon la typologie de Noirfalise. Une table de correspondance entre cette typologie et la typologie ECODYN étant établie (voir annexe 1), on dispose d'une grille de points pour lesquels la catégorie ECODYN peut être précisée.

<sup>13</sup> En dehors de ces 8668 points, 922 placettes de l'Inventaire sont encodées sous l'intitulé « Formation végétale non déterminée » et ne sont de ce fait pas contributives pour le calibrage du référentiel.

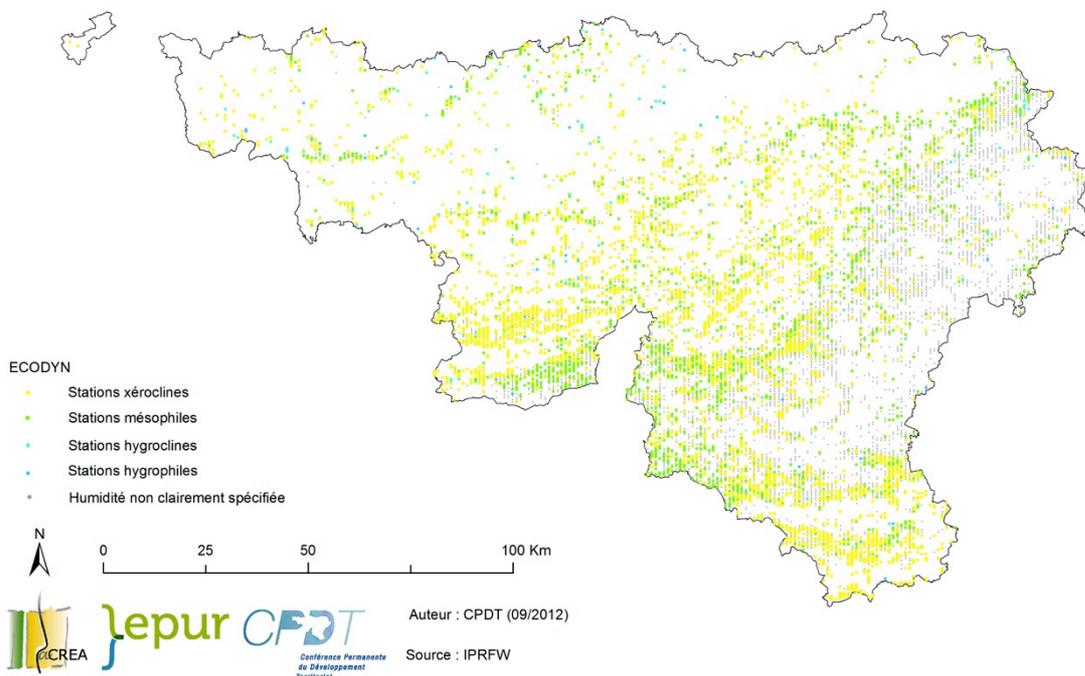


**Carte 19 : Stations forestières de l'IPRFW identifiées sans ambiguïté dans la typologie ECODYN**

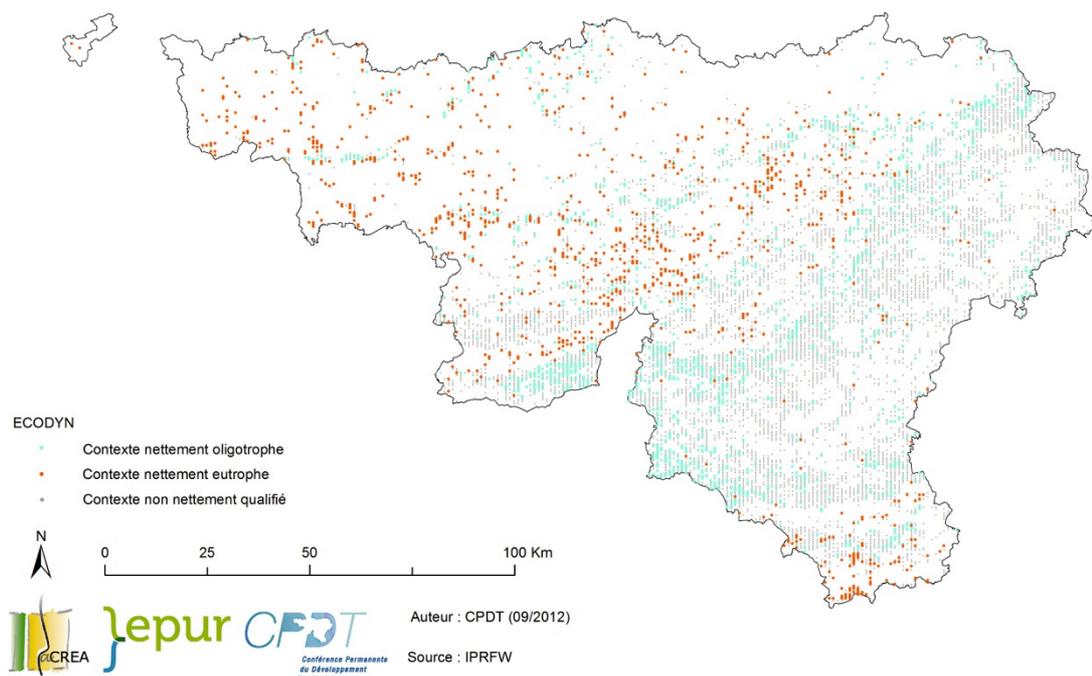
Cependant, comme la correspondance entre les deux typologies n'est pas totalement univoque, la détermination d'une catégorie spécifique n'est possible que pour une partie des placettes. Lorsque la détermination spécifique n'est pas possible, l'Inventaire fournit néanmoins des informations qui restreignent le champ des catégories ECODYN possibles et/ou donne des informations relatives à l'un ou l'autre aspect abiotique de la placette : caractère calcicole, alluvial ou autre. Ces informations sont directement visualisables dans le référentiel.



Carte 20 : Stations forestières de l'IPRFW selon leur contexte ECODYN

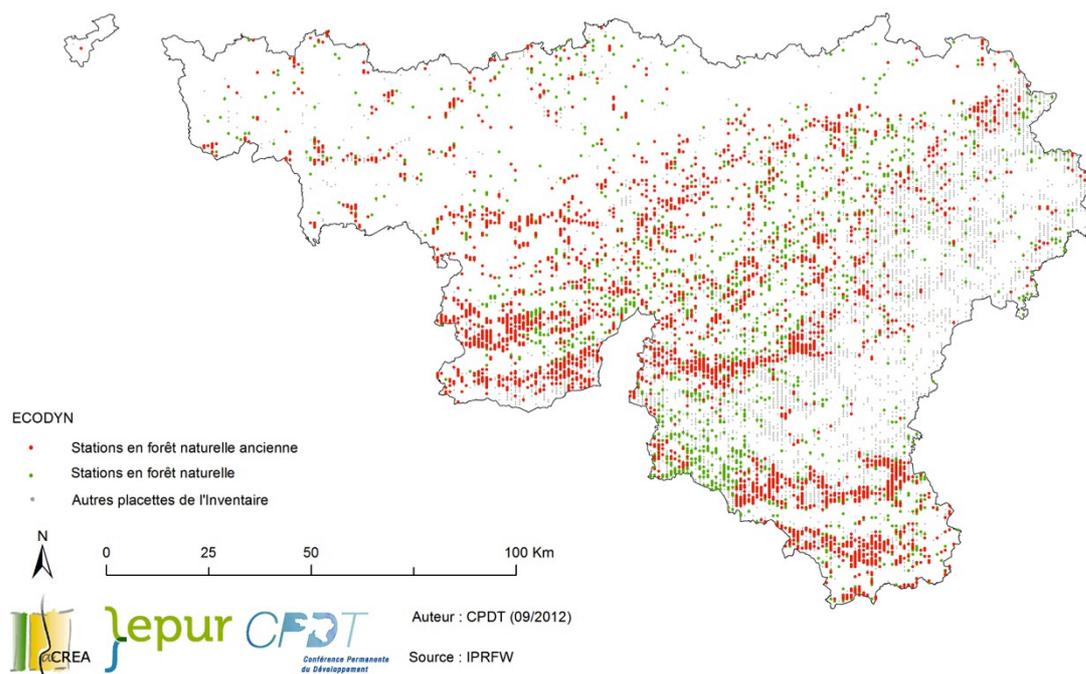


Carte 21 : Stations forestières de l'IPRFW selon leur humidité



**Carte 22 : Stations forestières de l'IPRFW selon la richesse du milieu**

Afin d'optimiser la fiabilité du calibrage, les placettes correspondant aux forêts jugées les moins artificialisées ont été isolées par confrontation aux catégories VE112 (feuillus en taillis) et VE113 (feuillus en futaie avec sous-bois ligneux) de l'IGN. Ce traitement aboutit à une sélection limitée à environ 4000 placettes, soit grosso modo la moitié des informations disponibles via l'IPRFW. Les autres placettes, correspondant à des boisements plus artificialisés, seront utilisées préférentiellement pour la validation du modèle plutôt que pour son calibrage. Similairement, les placettes pour lesquelles une longue continuité forestière est avérée sont considérées comme plus représentatives des climax régionaux. L'information utilisée pour cette analyse est la cartographie des forêts anciennes telle que digitalisée sur base des cartes de Ferraris. 2706 placettes de l'inventaire forestier correspondent à des forêts existantes au 18<sup>ème</sup> siècle.



### Carte 23 : Stations forestières de l'IPRFW selon leur naturalité

De manière similaire, les données utiles au calibrage ont été extraites des divers relevés d'habitats disponibles. Sont ainsi obtenues soit des catégories ECODYN précises, soit des indications relatives à un ou plusieurs critères de la typologie, mais pas la catégorie exacte. A nouveau, le premier type de résultat permet le calibrage du modèle, alors que le second type sert à la validation.

Une base de données importante dans cette démarche est issue des relevés opérés dans le cadre de Natura 2000. Avec ces données, on dispose d'une couverture spatiale à la fois importante, puisqu'elle couvre 12% du territoire régional et plus diversifiée que l'IPRFW, puisqu'elle ne se limite pas aux habitats forestiers. Complétées de données plus ponctuelles comme celles de périmètres de remembrement, de PCDN etc., les données Natura 2000 permettent d'assurer la solidité du modèle prédictif quel que soit l'environnement abiotique considéré.

## 4. REFERENTIEL DE L'OCCUPATION ACTUELLE DU TERRITOIRE

### 4.1 PRINCIPES DE LA DEMARCHE

Le référentiel recherché pour l'analyse de l'occupation actuelle du sol (et devant constituer ultérieurement le socle pour l'examen de scénarios d'aménagement du territoire selon différents objectifs de conservation de la nature) est obtenu par une compilation originale des informations géoréférencées existantes relatives à l'occupation du sol, avec un accent particulier placé d'une part sur les habitats naturels et d'autre part sur l'aspect fonctionnel du territoire. Les données issues des référentiels de base de l'occupation du sol (essentiellement l'IGN Top10v et la COSW 2007) sont traitées et organisées en cohérence avec la typologie ECODYN développée au cours de la phase 1 de la recherche. Le référentiel ainsi élaboré constitue un document intéressant en lui-même pour l'aménagement du territoire wallon ainsi que pour la conservation de la nature.

Les informations issues de la COSW 2007 et de l'IGN Top10V (couche d'information « Landuse » essentiellement) sont analysées poste par poste en fonction des catégories de la typologie ECODYN. Les sources présentent des niveaux de précision et des choix de catégories parfois discordants, de sorte que des arbitrages doivent être opérés. Le détail des options retenues pour la construction du référentiel optimisé est précisé par la suite.

De manière générale, l'IGN décrit l'occupation du sol de manière directe, alors que la COSW détaille celle-ci de manière plus fonctionnelle. Ainsi, une carrière en activité est cartographiée en tant que telle au sein de la COSW, alors que l'IGN ne l'identifie pas explicitement mais signale la présence de surfaces stériles, de végétation rudérale\*... Autres exemples : l'IGN cartographie de manière distincte les bâtiments résidentiels et les jardins qui y sont associés, alors que la COSW les fait figurer de manière conjointe en tant qu'îlots urbains ou tissu bâti ; la COSW définit des polygones pour le réseau routier (ou ferroviaire) qui incluent les espaces associés, alors que l'IGN précise le tracé exact de la voirie (ou de la voie ferrée) et spécifie la nature de ses abords.

Certaines informations sont présentes dans un référentiel et pas dans l'autre. Ainsi, la COSW distingue les vergers de hautes tiges des vergers de basses tiges, alors que ces éléments ne sont pas spécifiés dans l'IGN. A l'inverse, l'IGN précise la nature des boisements de manière plus détaillée que la COSW. Dans l'IGN, la description de la végétation est liée en premier lieu à la hauteur de celle-ci, avec une distinction entre végétation haute, moyenne et basse. C'est seulement en second lieu qu'intervient le type de végétation. Les surfaces agricoles et cultures maraichères sont reprises en végétation basse, mais les vergers en végétation haute tout comme les pépinières.

Outre ces différences d'analyse de l'occupation du sol, il faut noter que les référentiels ne se rapportent pas aux mêmes dates et que la géométrie de l'occupation n'est pas fournie par les mêmes sources. Il n'y a donc pas de correspondance géométrique entre les référentiels. Ainsi, la COSW s'appuie sur le PLI et extrait les informations d'occupation du sol de différentes couches de donnée propriétés de la Wallonie ainsi que de la matrice cadastrale (attribut "nature"<sup>14</sup>) qui fournit l'essentiel de l'information relative à l'occupation des parcelles non agricoles. Pour les parcelles agricoles, y compris les vergers, l'information est obtenue du SIGeC qui collecte les déclarations des exploitants.

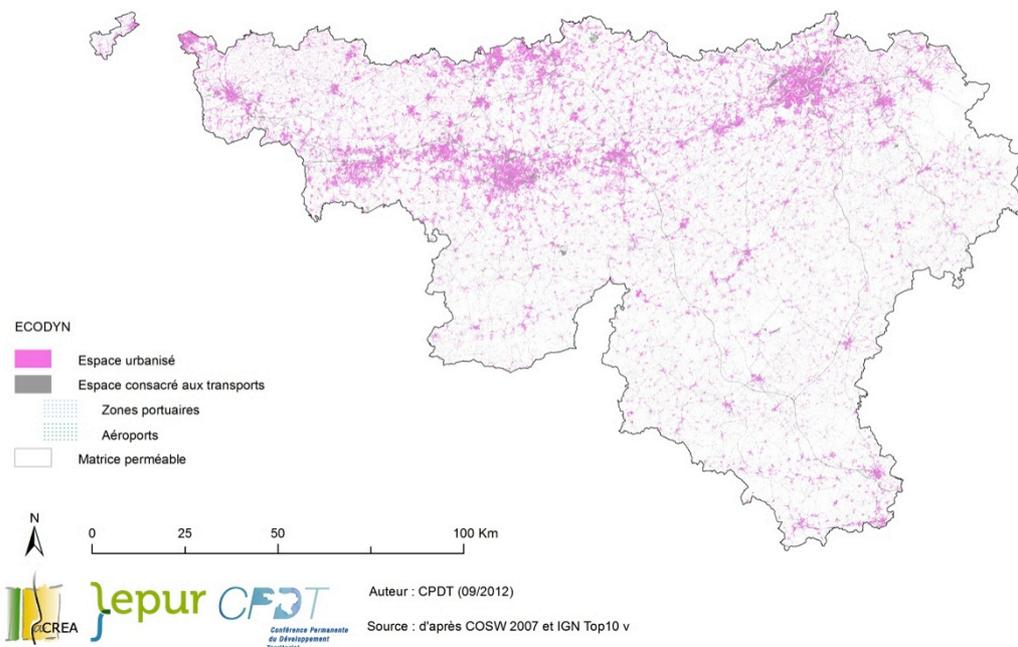
En ce qui concerne la qualité des données, autant la COSW est robuste pour tout ce qui concerne l'anthropique\* et l'agricole (première classe de la CLC), autant pour les autres catégories, l'IGN vectoriel est sans doute préférable (selon P. Lejeune, un des auteurs de la carte, Unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels, Gembloux Agro-Bio Tech, ULg, mail du 20/07/2012).

<sup>14</sup> Certaines de ces catégories sont particulièrement volatiles (sapins de Noël), voire floues (terres vaines & vagues).

Les observations ci-dessus ont amené l'adoption de lignes de conduite pour la constitution du référentiel optimisé de la recherche. Premièrement, le référentiel conserve tant que possible le parcellaire IGN. En cas de gain d'information, certains polygones sont redécoupés sur base du découpage spatial de la COSW. Dans ce cas de figure, chaque nouveau polygone se voit attribuer une seule catégorie ECODYN (il est rayé de sa catégorie IGN antérieure). Par ailleurs, pour certaines utilisations du référentiel, une agrégation de polygones pourrait être opérée afin d'alléger les manipulations.

Une dimension fonctionnelle est ajoutée à l'information IGN avec par exemple distinction de différentes « enveloppes » basées sur la cartographie de la COSW :

- enveloppe BATI : tous les terrains résidentiels (COSW 111 et 112), les espaces d'activité économique, de service et d'équipement (COSW 121) et les friches industrielles et ruines (COSW 134) ;
- enveloppe TRANSPORTS : réseaux routier principal et réseau ferroviaire avec leurs espaces associés (COSW 122 croisée avec les données IGN de spécification des types de routes (autoroutes, nationales et routes de liaison)), zones portuaires (COSW 123) et aéroports et aérodromes (COSW 124) ;
- enveloppe MATRICE PERMEABLE : solde.



**Carte 24 : Structure spatiale générale de la Wallonie**

Cette disposition du référentiel permettra ultérieurement d'envisager des options ciblées sur les milieux bâtis, les voiries et autres espaces associés aux transports etc.

D'autres compléments d'information fonctionnelle sont fournis par la prise en compte de divers périmètres :

- friches industrielles, terrains de sport et de loisirs, carrières actives et terroirs en exploitation (COSW 1342, 1422, 1311, 1312) ;
- grands domaines militaires (retraitement de la catégorie COSW 12126) ;

- parcs, zones naturelles, zones d'espaces verts, zones d'extraction, zone forestière, zone urbanisable (plan de secteur)

Le travail de mise en correspondance des informations utiles mais discordantes de l'IGN et de la COSW dans la perspective de ECODYN s'est en outre appuyé sur l'examen (global) de la photographie aérienne (Bing Maps Aerial) afin d'aider à l'arbitrage pour le classement des occupations douteuses. Bien que ce travail soit toujours en cours, le détail des opérations est fourni ci-dessous dans son état actuel.

### **Prairies temporaires**

L'information relative aux prairies temporaires est fournie par la COSW, catégorie 232, alors que l'IGN distingue une seule catégorie « prairies ou prés de fauche ».

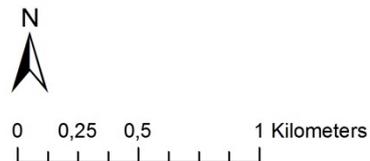
Les prairies temporaires insérées dans le référentiel ECODYN sont les parcelles de prairies temporaires de la COSW reprises par l'IGN soit en prairies / prés de fauche (VE320), soit en cultures (VE340). La correspondance obtenue est assez bonne ; le solde des prairies permanentes de la COSW correspondant largement à des résidus liés au recours à un parcellaire pas tout à fait identique. Ce solde conserve sa catégorie IGN d'origine.

### **Vergers**

Pour les vergers, la COSW2007 s'appuie sur les données du SIGEC et conserve la distinction entre vergers de hautes tiges (HT) et de basses tiges (BT). L'IGN cartographie les vergers sans opérer cette distinction, sur base des images aériennes. La correspondance entre ces deux sources informatives est assez faible.

Pour le référentiel ECODYN, les opérations suivantes ont été effectuées :

- Les vergers de basses tiges ont été isolés de la COSW.
- Un croisement a été opéré avec le *landuse* de l'IGN de manière à différencier les vergers BT de la COSW repris dans les catégories suivantes de l'IGN :
  - o Vergers (VE140),
  - o Prairies (VE320),
  - o Cultures (VE340),
  - o Autres.
- Parmi les vergers BT de la COSW repris comme vergers et prairies dans l'IGN, seuls ceux atteignant une superficie de 10.000 m<sup>2</sup> ont été retenus.
- Les vergers BT de la COSW repris comme vergers, prairies et cultures (> 10.000 m<sup>2</sup>) dans l'IGN ont été assemblés dans la couche « vergers BT » du référentiel ECODYN et soustraits des couches prairies et cultures de l'IGN.
- Les vergers BT de la COSW de la catégorie Autres n'ont pas été intégrés dans ECODYN sous cet intitulé, mais ont conservé leur catégorie IGN initiale.
- Les vergers IGN non repris comme basses tiges sont assignés en hautes tiges.



COSW 2007  
Les prairies temporaires sont spécifiées par un hachuré vert foncé sur la couleur vert clair

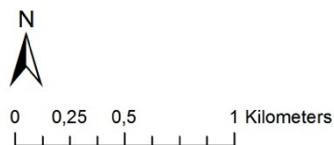


IGN Top10 v  
Les prairies temporaires ne sont pas spécifiées

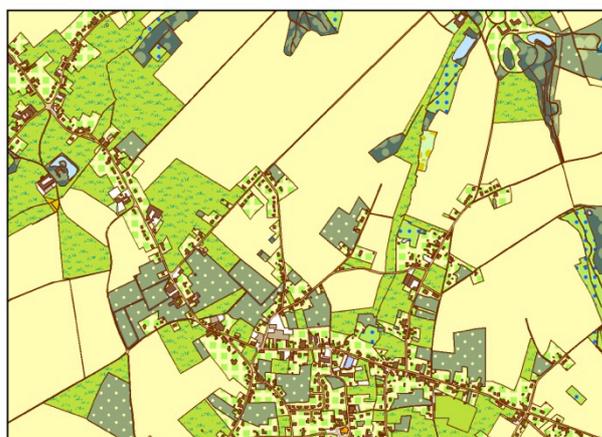


ECODYN  
Les prairies temporaires sont surimposées aux cultures ou aux prairies permanentes (hachuré horizontal blanc sur fond vert "prairie")

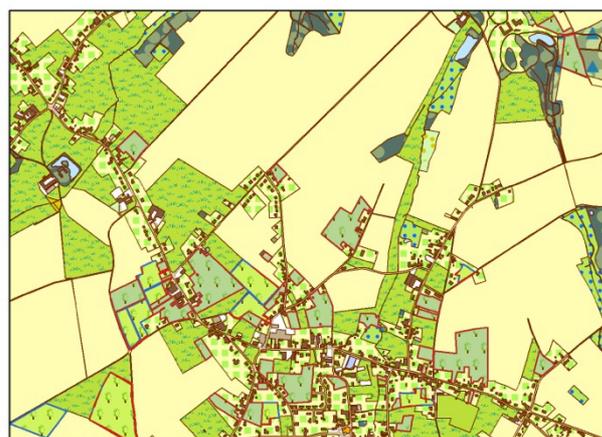
Figure 1 : Traitement des prairies temporaires dans ECODYN



**COSW 2007**  
Les vergers de basses tiges (fond vert clair avec petits ronds vert foncé) sont distingués des vergers de hautes tiges (fond vert clair avec grands ronds vert foncé). La source de données est le SIGeC.



**IGN Top10 v**  
Les vergers de hautes et de basses tiges ne sont pas discriminés (fond vert gris avec points blancs) et la cartographie diffère de celle de la COSW 2007



**ECODYN**  
L'information est retranscrite dans le référentiel de manière à respecter au mieux l'occupation réelle du sol.  
Vergers de basses tiges : cernés de bleu  
Vergers de hautes tiges : cernés de rouge

**Figure 2 : Traitement des vergers dans ECODYN**

## Pelouses

La catégorie « Pelouses » de l'IGN (VE310) regroupe un grand nombre de situations enherbées distinctes. Afin d'opérationnaliser le référentiel, cette couche informative est retravaillée pour isoler différents cas de figure et spécifier plus précisément les pelouses en fonction de leur rôle et de leur gestionnaire.

La première distinction sépare les pelouses en zone forestière du plan de secteur des autres pelouses. Pour ces deux catégories, une deuxième distinction est opérée par rapport aux transports : pelouses en lien avec les transports (autoroute (buffer 60m), nationales (30m), routes de liaison (15m), rail, port et aéroport) ou non.

Ensuite, pour les pelouses en zone forestière et non liées aux transports, un classement est opéré suivant que ces pelouses sont liées ou non aux sports loisirs (information issue de la COSW) y compris les terrains de golf (information reconstituée sur base de l'inventaire des terrains de golf<sup>15</sup> et sélection des polygones concernés dans la couche IGN après vérification par la vue aérienne (Bing Maps Aerial). Les autres pelouses de cette catégorie sont pour la plupart des layons (plus larges que les coupe-feux, ils sont représentés par des polygones au contraire de ces derniers) ; ces pelouses sont placées dans la catégorie ECODYN des écosystèmes terrestres mésophiles en tant que friches et ourlet rudéraux.

En dehors de la zone forestière, les distinctions réalisables sont plus nombreuses. Outre la distinction des pelouses liées aux infrastructures de transport, nous avons retenu les suivantes :

- pelouses liées aux parcs (croisement des pelouses IGN et des zones de parc dans les plans de secteur) et aux espaces verts urbains (croisement des pelouses IGN avec les espaces verts urbains de la COSW). Les sources étant différentes, il existe des recouvrements entre ces deux sélections : une union des couches a été réalisée pour globaliser le traitement, mais l'information spécifique reste disponible.
- pelouses situées dans un contexte bâti (défini comme l'union des catégories 111, 112, 121 et 134 de la COSW), reprenant essentiellement des pelouses autour de bâtiments non résidentiels ;
- pelouses liées aux sports et aux loisirs et aux terrains de golf comme expliqué pour les pelouses en zone forestière ;
- solde : autres pelouses non spécifiées par les tris précédents. Ce solde a encore été différencié selon que les pelouses qui le constituent sont localisées ou non en zone urbanisable au plan de secteur. Cette opération permet d'identifier de nombreuses pelouses proches (mais non incluses dans) le contexte bâti tel que défini plus haut. Pour les pelouses non localisées en zone urbaine, qui sont *a priori* susceptibles d'une plus grande naturalité, un croisement avec trois catégories de la COSW a été réalisé : catégorie « pelouses et pâturages naturels » (321), catégorie « Terres vaines et vagues » (3242) et catégorie « Landes et broussailles » (322). Cette dernière opération n'ayant révélé que très peu d'occurrences a été abandonnée.

Les pelouses peuvent alors être introduites dans le référentiel ECODYN, pour la plupart dans la catégorie des écosystèmes artificiels ouverts et plus particulièrement dans la case des Parcs (--P.3a) (à entendre au sens large). Les pelouses identifiées comme plus « naturelles » sont classées dans les écosystèmes terrestres mésophiles : friches et ourlets rudéraux (pelouses en zone forestière non liées aux transports ni à un contexte bâti ni aux sports et loisirs).

---

<sup>15</sup> Repérage cartographique sur <http://fr.leadingcourses.com/europe+belgique+wallonie-et-des-ardennes/#tab-mapswitch=fullmap>

## Forêts

La cartographie IGN Top10v distingue 7 catégories de couvert forestier, lesquelles nécessitent un classement différencié dans le référentiel ECODYN. Les catégories VE112 et VE113, à savoir les forêts feuillues en taillis et en haute futaie avec sous-bois ligneux, sont classées au sein des écosystèmes terrestres (milieux non ou peu perturbés). Les autres catégories forestières, y compris les peupleraies, sont intégrées aux écosystèmes artificiels boisés. Cette case de la typologie ECODYN a été complétée par une catégorie réservée aux forêts mixtes.

Une spécification fonctionnelle est parfois adjointe à la description : forêt en parcs ou espaces verts urbains (selon les zones du plan de secteur), en carrière active ou terril en exploitation (selon la cartographie de la COSW), en espace de sport loisirs (idem).

## Sapins de Noël

Cette information est fournie par la COSW (catégorie 21132).

Pour l'intégrer dans le référentiel ECODYN, les opérations suivantes ont été réalisées :

- les parcelles de sapins de Noël de la COSW correspondant à des cultures dans l'IGN ont été sorties de la catégorie « cultures » (écosystème artificiel ouvert dans ECODYN) et placés dans la catégorie « sapins de Noël » des écosystèmes artificiels buissonneux de ECODYN.
- les parcelles de sapins de Noël de la COSW correspondant à des prairies dans l'IGN (prairies permanentes, aucune occurrence possible avec les prairies temporaires fournies en parallèle par la COSW) ont subi un traitement similaire.
- les parcelles de sapins de Noël restantes correspondant respectivement à des pépinières ou à des forêts de conifères (227 occurrences pour ce poste) dans l'IGN ont été conservées dans ces catégories au sein d'ECODYN (donc comme écosystème artificiel buissonneux dans le premier cas et boisé dans le second) et ne sont donc pas spécifiées comme occupées par des sapins de Noël.

## Tourbières

Une information est proposée par la COSW (412). Confrontée à la cartographie « Landuse » de l'IGN, les périmètres de tourbières de la COSW montrent une assez grande diversité d'occupation du sol, avec une prépondérance des différents types de landes et de forêts.

Afin d'obtenir une vue plus précise, la carte des sols a été examinée. En ont été extraits les sols considérés comme tourbeux (Matériau -Texture classes V-E, V et W) et les tourbières actives (phase 4 (s)) ainsi que les sols paratourbeux (phase 4 (v), (V3), (v4)). Il apparaît que de nombreux polygones de tourbières de la COSW ne correspondent pas à ces types de sols, et inversement.

Au final, seules les surfaces non aquatiques dans l'IGN identifiées comme tourbières actives de la carte des sols (5 polygones seulement) ont été introduites en tant que tourbières dans le référentiel ECODYN. Leur qualification par l'IGN est également disponible. Les catégories concernées sont HY112, HY120, VE211, VE213, VE214 et R0112. Les cours d'eau et plans d'eau ont été intégrés dans les écosystèmes aquatiques avec la mention de leur lien avec une tourbière. Le polygone identifié en tourbière (CNSW) et en route (IGN) a de même été laissé en route. Pour les surfaces de tourbière selon la carte des sols et occupées par des forêts selon l'IGN, ces superficies ont été ôtées des catégories forestières pour éviter les recouvrements entre catégories.

### **Plans d'eau**

La distinction entre cours ou plans d'eau artificiels et « naturels » est toujours en cours. Les voies d'eau canalisées ont été mises en évidence ainsi que les lacs de retenue (liés aux barrages identifiés sur l'IGN Top10v). L'identification des bassins d'orage, des étangs, des marais et des bassins d'épuration sera permise par la mise à disposition de la cartographie IGN 1/50.000. Cette carte permettra également l'identification des châteaux en vue du repérage des douves. Les étangs de pêche constituent une dernière catégorie de plans d'eau qui pourrait être intéressante à préciser.

### **Friches industrielles**

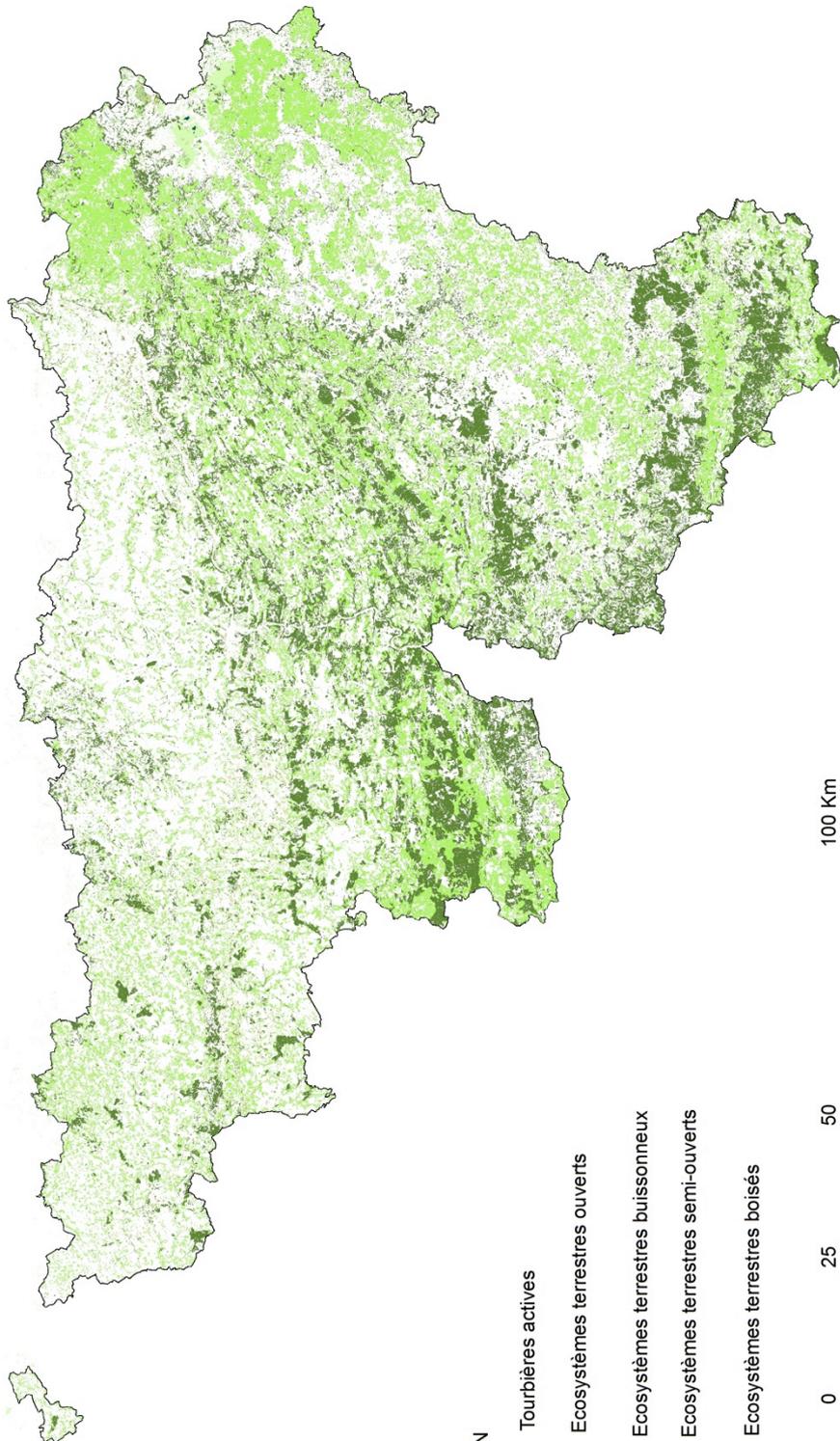
Des périmètres de friches industrielles sont fournis par la COSW (catégorie 1342). Ils recouvrent un grand nombre d'occupations du sol relevées par l'IGN, témoignant de différents stades d'abandon du terrain, depuis un espace ouvert (pelouse) jusqu'à un espace reboisé. Un attribut fonctionnel spécifique est adjoint à ces périmètres, alors que leur catégorie IGN est maintenue.

## **4.2 ETAT ACTUEL DU TERRITOIRE WALLON**

Le référentiel dans son état actuel permet déjà diverses cartographies. Les écosystèmes terrestres (non/peu perturbés, partie gauche du schéma typologique repris en annexe 2) sont notamment décrits selon leur stade de végétation : stade ouvert, buissonneux, semi-ouvert (incluant des arbres), boisé (voir carte suivante). L'analyse de cette partie du territoire doit être mise en lien direct avec le modèle prédictif des habitats qui spécifiera la nature écologique du couvert.

De même, les écosystèmes perturbés (partie droite du schéma typologique) peuvent être cartographiés (voir carte page 59). A elles deux, ces cartes couvrent la quasi totalité du territoire wallon : seuls ne sont pas cartographiés les écosystèmes aquatiques et les écosystèmes arides. Les différents « compartiments » des écosystèmes perturbés de la typologie peuvent également, pour la plupart, être déjà détaillés (voir cartes suivantes).

# ECOSYSTEMES TERRESTRES



ECODYN

Tourbières actives

Ecosystèmes terrestres ouverts

Ecosystèmes terrestres buissonneux

Ecosystèmes terrestres semi-ouverts

Ecosystèmes terrestres boisés



0 25 50 100 Km

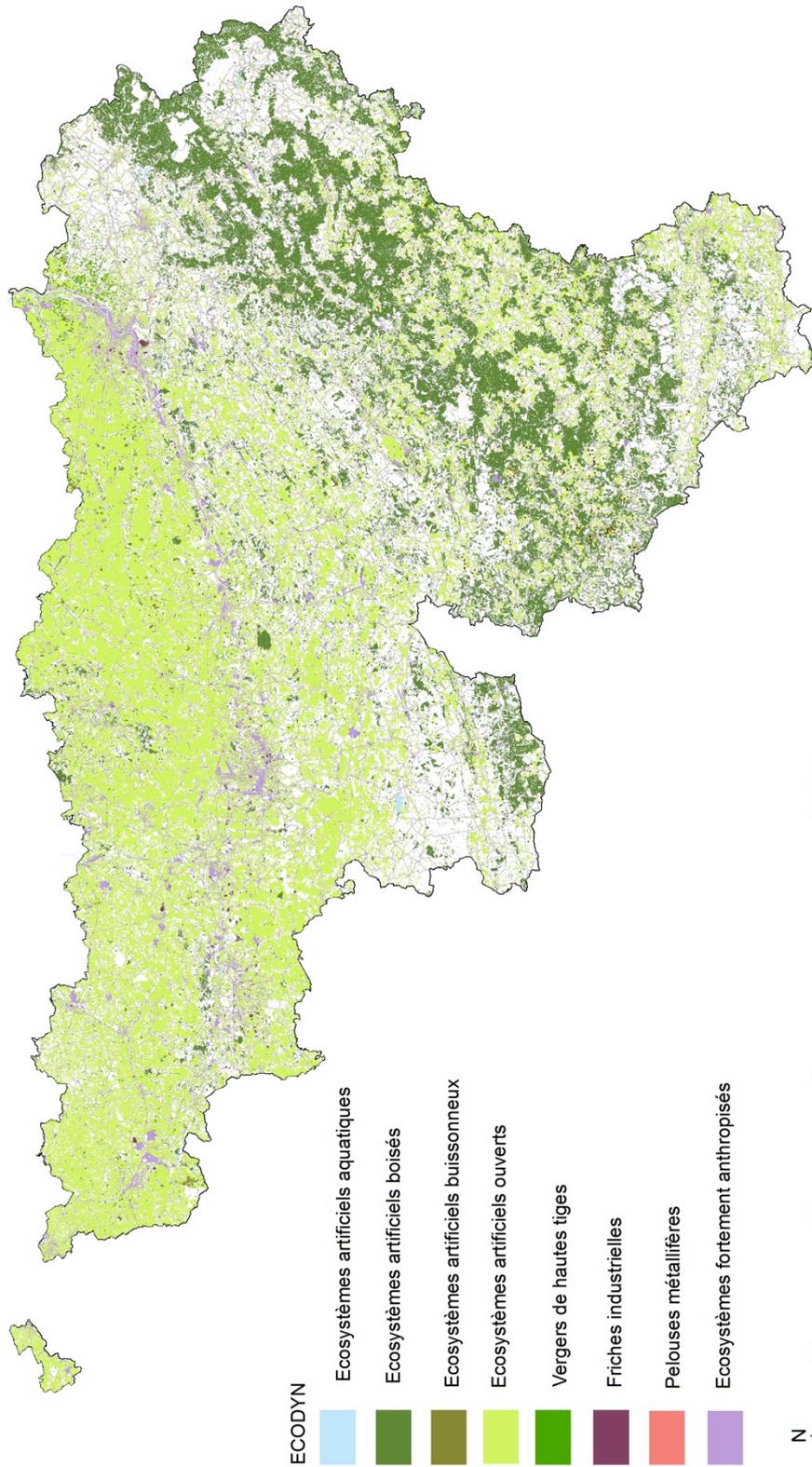


Auteur : CPDT (09/2012)

Conférence Permanente  
du Développement  
Territorial

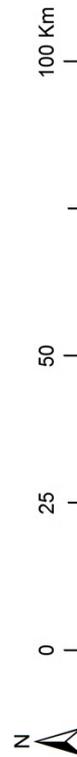
Source : d'après IGN Top10v, COSW 2007 et CNSW

# ECOSYSTEMES PERTURBÉS



ECODYN

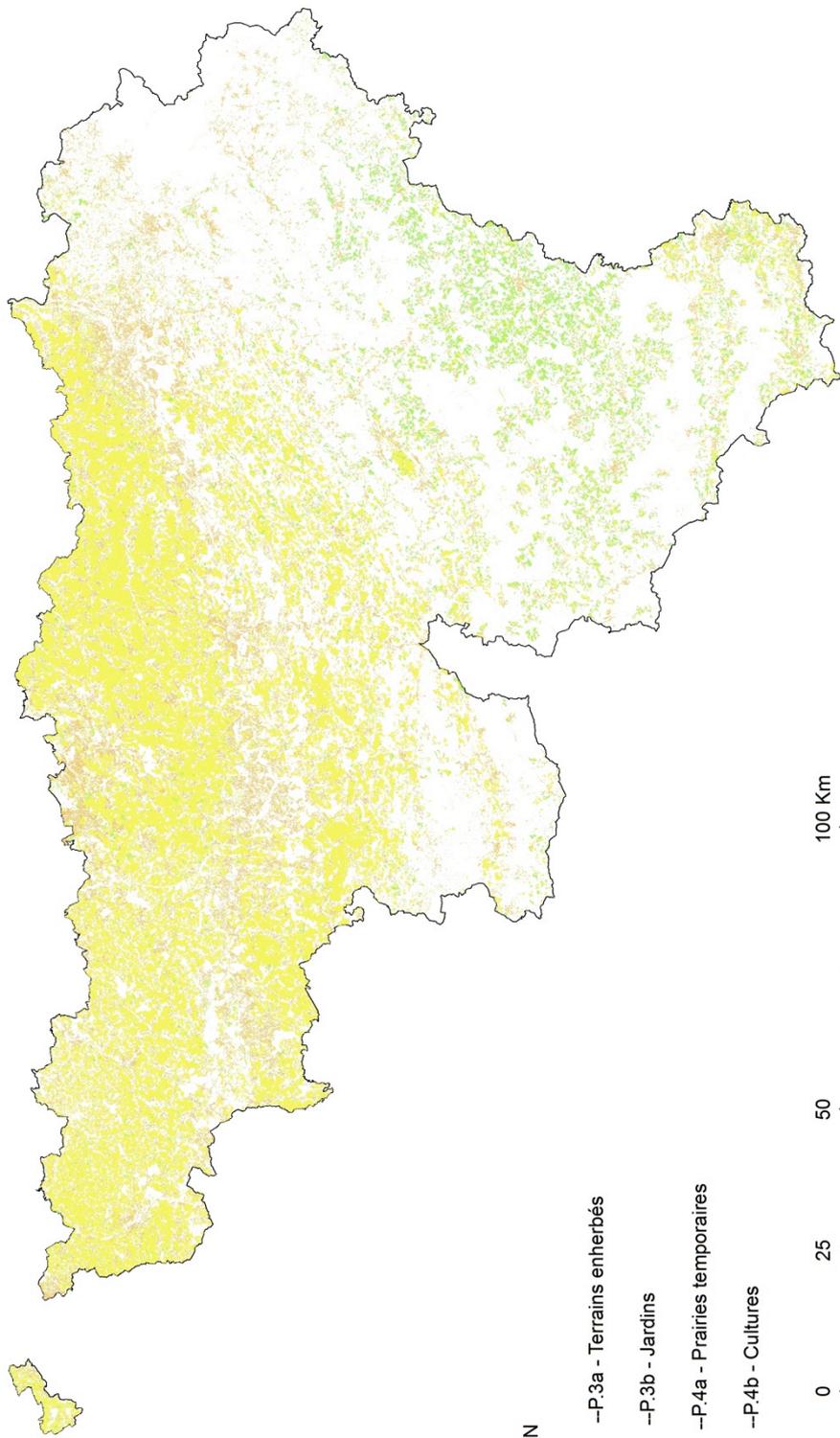
- Ecosystèmes artificiels aquatiques
- Ecosystèmes artificiels boisés
- Ecosystèmes artificiels buissonneux
- Ecosystèmes artificiels ouverts
- Vergers de hautes tiges
- Friches industrielles
- Pelouses métallifères
- Ecosystèmes fortement anthropisés



Auteur : CPDT (09/2012)

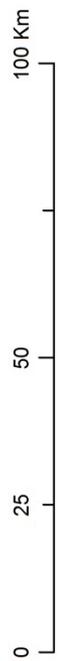
Source : d'après IGN Top10, COSW 2007 et Natura2000 (DEMNA CMDD 499)

# ECOSYSTÈMES ARTIFICIELS OUVERTS



ECODYN

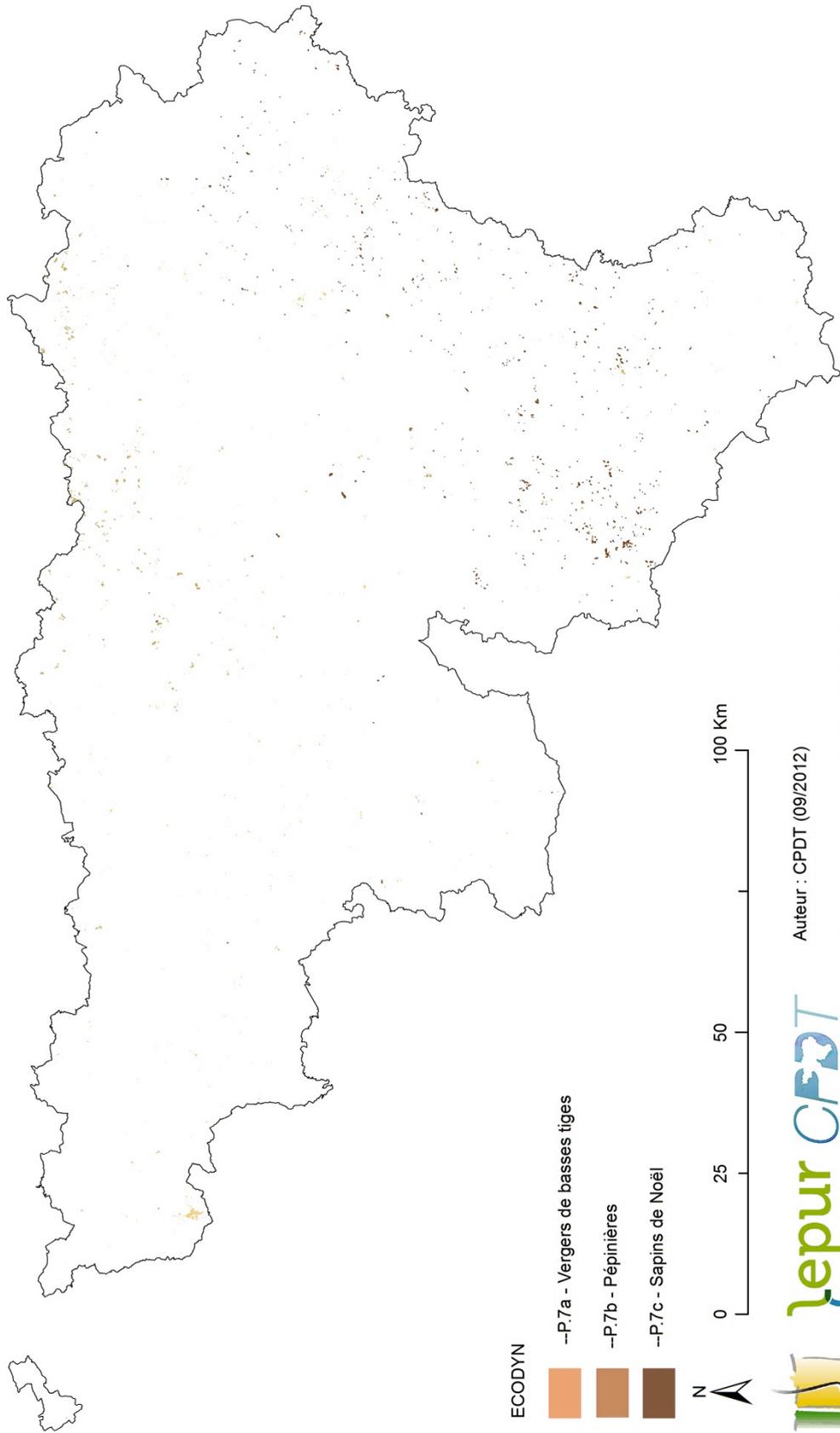
- P.3a - Terrains enherbés
- P.3b - Jardins
- P.4a - Prairies temporaires
- P.4b - Cultures



Auteur : CPDT (09/2012)

Source : d'après IGN Top10v et COSW 2007

# ECOSYSTÈMES ARTIFICIELS BUISSONNEUX



ECODYN

- P.7a - Vergers de basses tiges
- P.7b - Pépinières
- P.7c - Sapins de Noël



100 Km

50

25

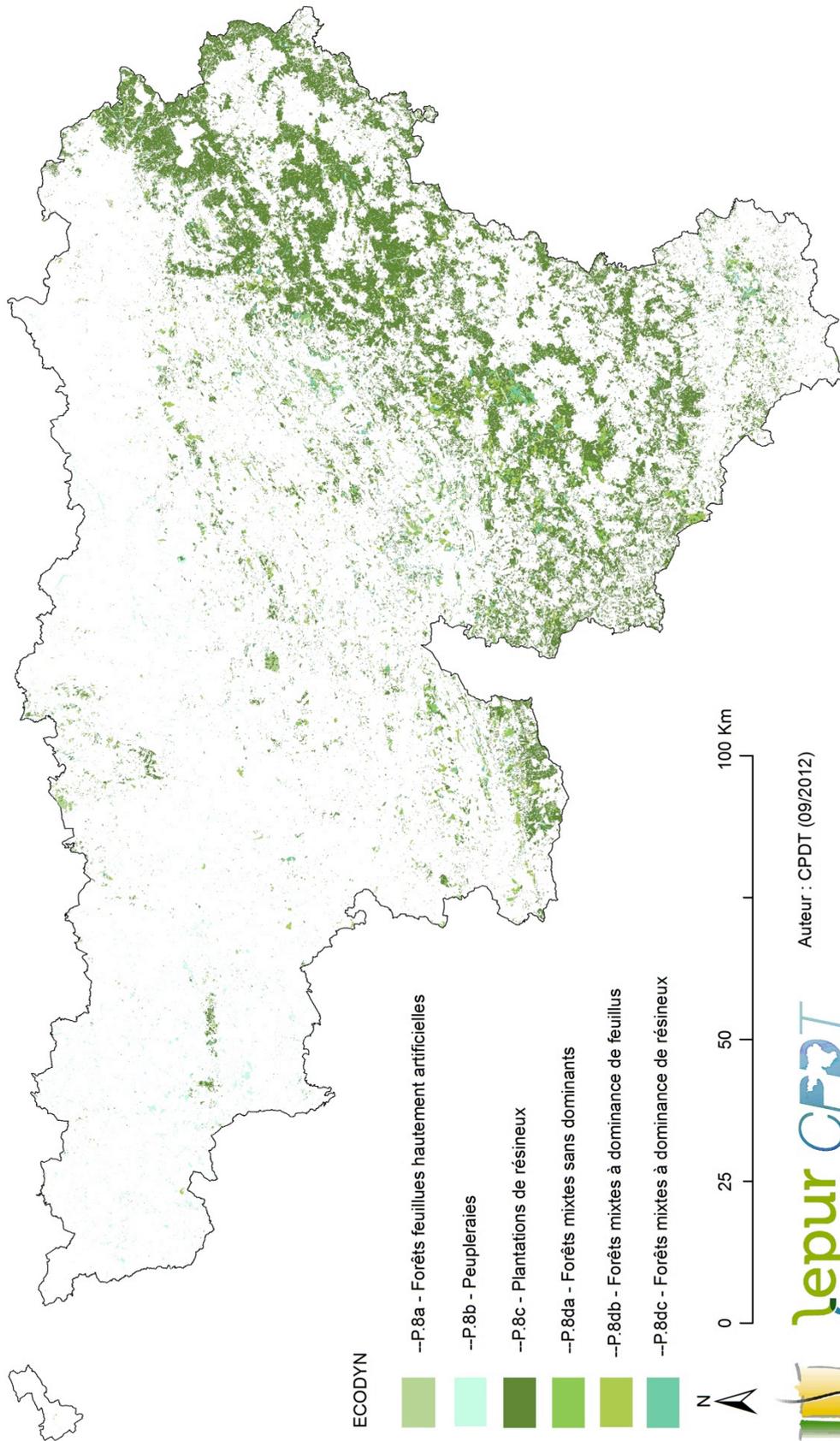
0

CREA  
Lepur CPDT  
Conférence Permanente  
du Développement  
Territorial

Auteur : CPDT (09/2012)

Source : d'après IGN Top10v et COSW 2007

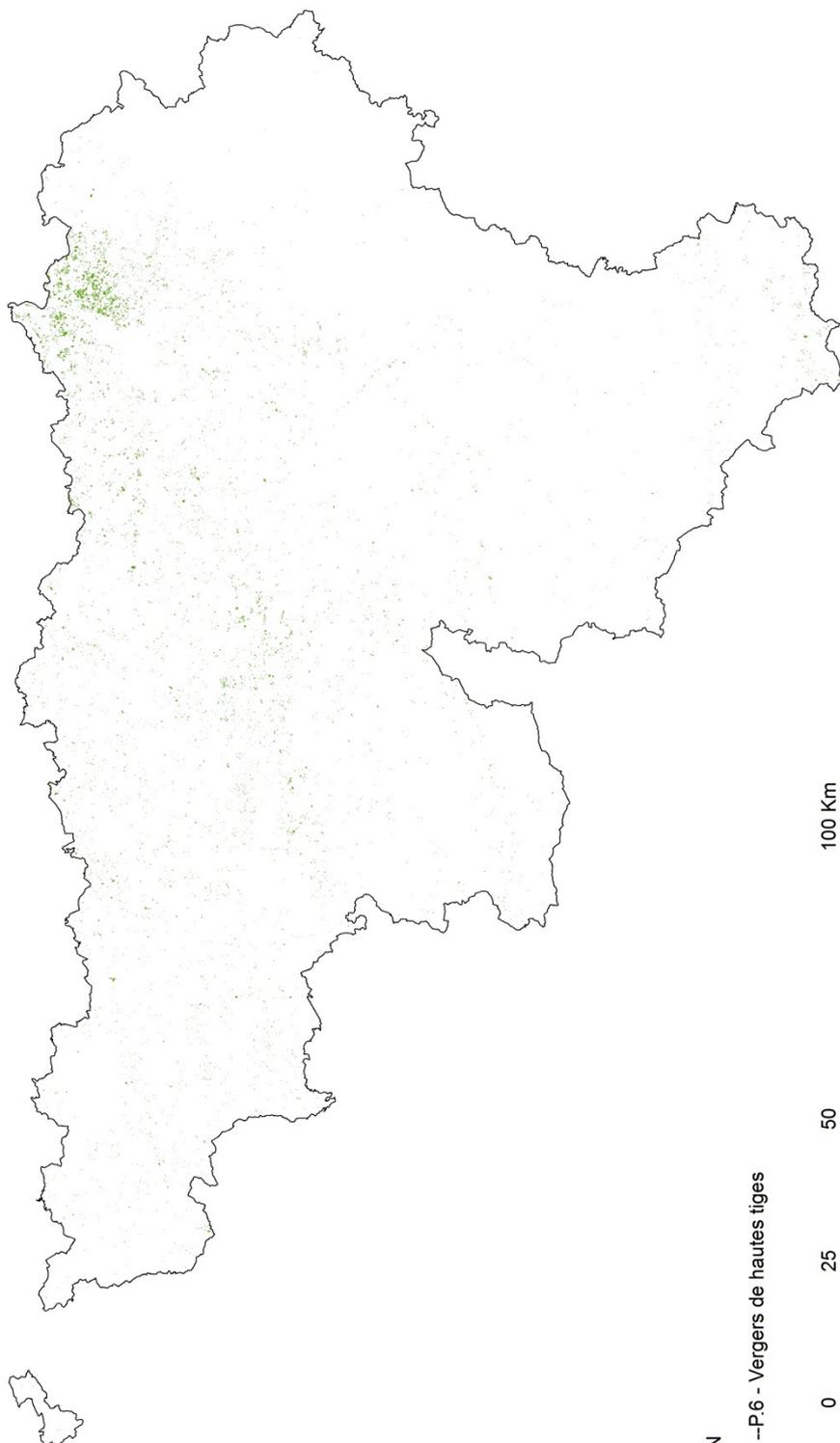
# ECOSYSTÈMES ARTIFICIELS BOISÉS



Auteur : CPDT (09/2012)  
 Source : d'après IGN Top10v



# VERGERS DE HAUTES TIGES



ECODYN

■ --P.6 - Vergers de hautes tiges



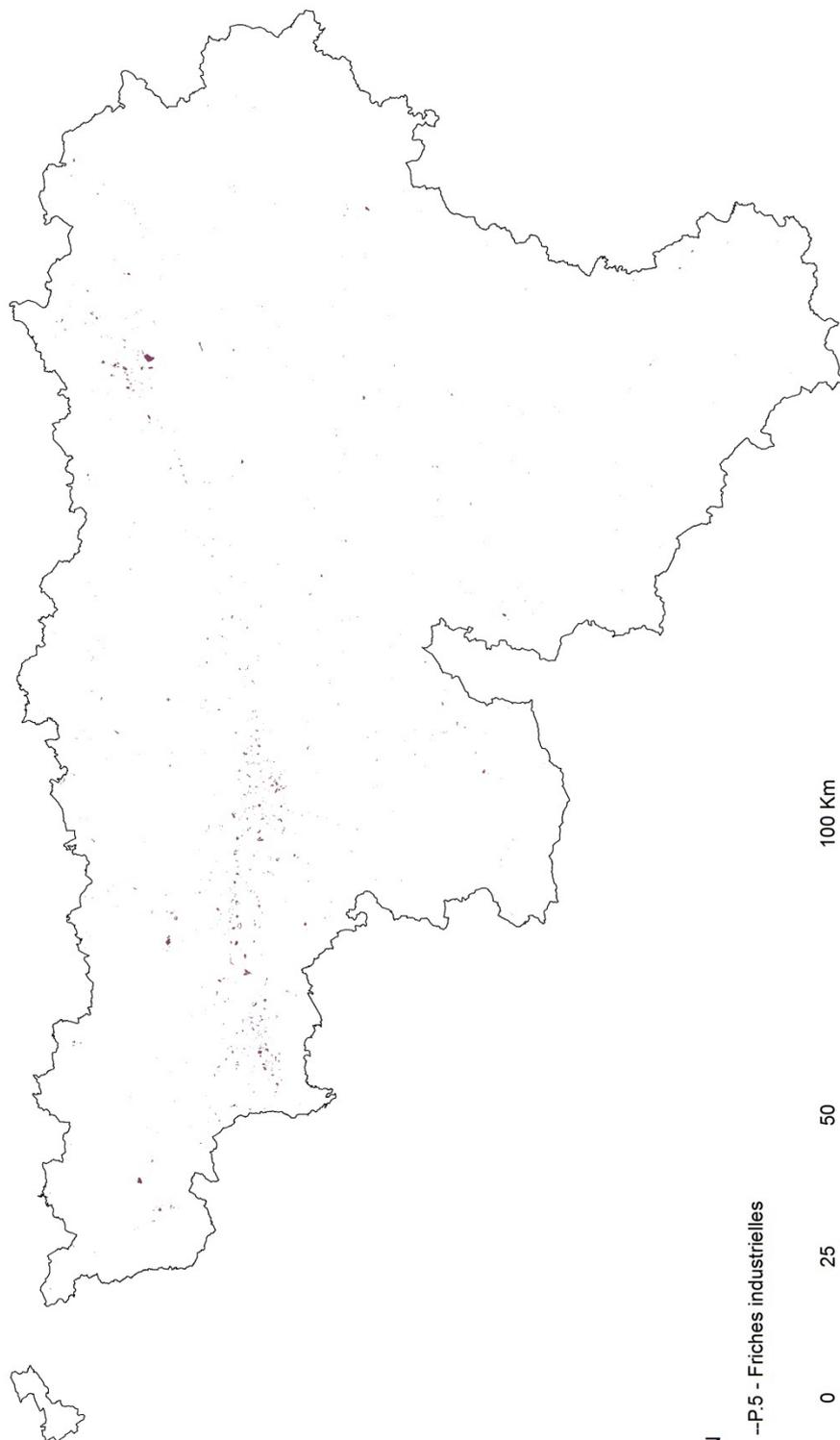
0 25 50 100 Km



Auteur : CPDT (09/2012)

Source : d'après IGN Top10v et COSW 2007

# FRICHES INDUSTRIELLES



ECODYN

■ --P.5 - Friches industrielles



0 25 50 100 Km



Auteur : CPDT (09/2012)

Source : COSW 2007

# PELOUSES MÉTALLIFÈRES



ECODYN

 Pelouses métallifères



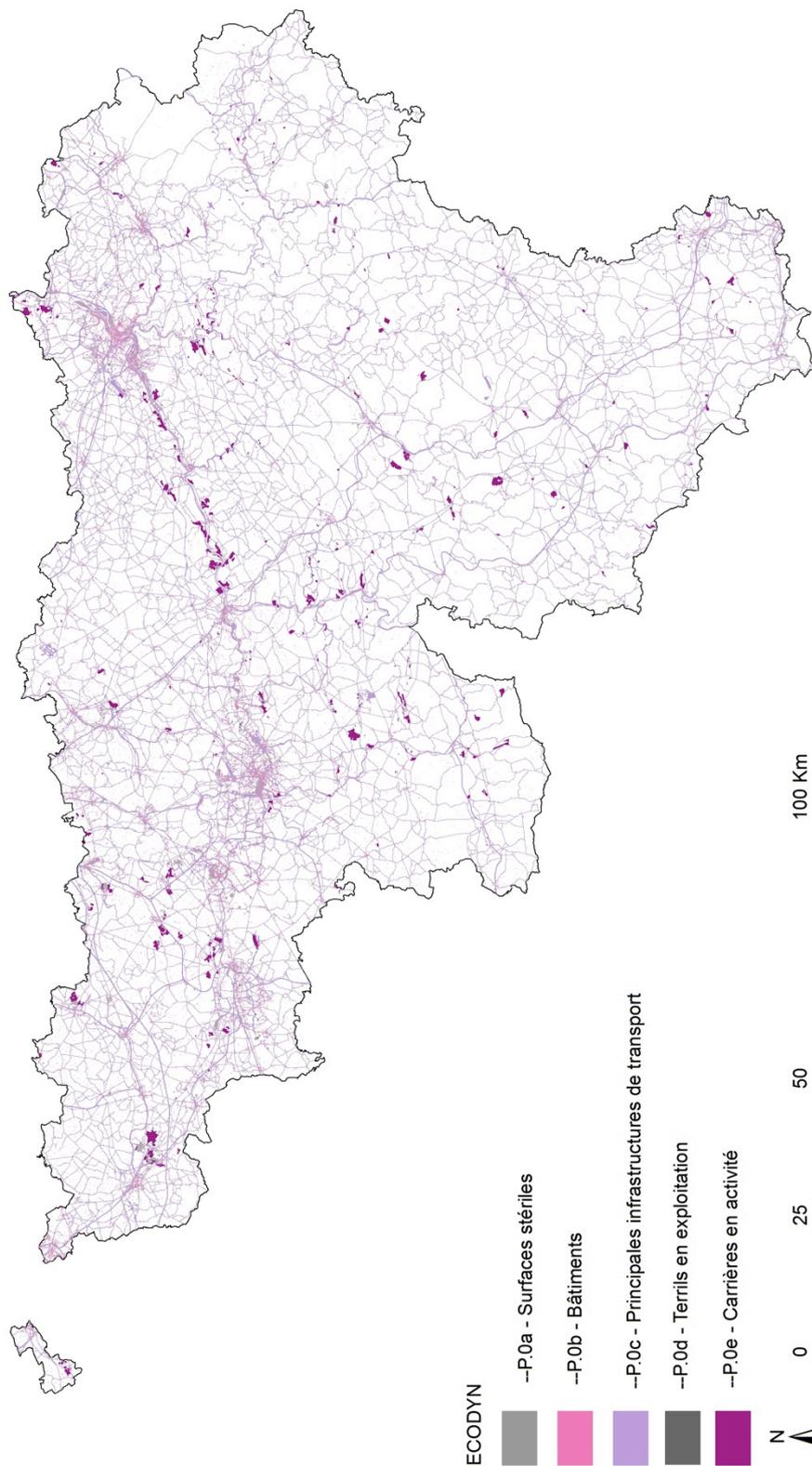
0 25 50 100 Km



Auteur : CPDT (09/2012)

Source : relevés Natura2000 (DEMNA CMDD 499)

# ECOSYSTÈMES FORTEMENT ANTHROPIZÉS



ECODYN

--P.0a - Surfaces stériles

--P.0b - Bâtiments

--P.0c - Principales infrastructures de transport

--P.0d - Terrils en exploitation

--P.0e - Carrières en activité



0 25 50 100 Km



Auteur : CPDT (09/2012)

Source : d'après IGN Top10v et COSW 2007

## 5. BIBLIOGRAPHIE

- Aubert M., Bergès L., Jabiol B. (2007) Mise au point d'outils robustes d'estimation de la richesse minérale et de la production d'azote du sol utilisant la valeur indicatrice de la flore, des formes d'humus et de la pédofaune. INRA
- Bournerias M., Arnal G. et Bock Ch. (2001). Guide des groupements végétaux de la région parisienne. SEDES, Paris, 290 p.
- Blandin, P., 2009. De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité. Editions Quæ, Versailles : 122 p.
- Davies C.E. & Moss, D. (2002). EUNIS Habitat Classification. Final Report to the European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity, European Environment Agency. 125pp.
- De Blust G., Froment A., Kuyken E., NEF L., Verheyen R. (1985). Carte d'Evaluation Biologique de la Belgique. Texte explicatif général. Centre de Coordination de la Carte d'Evaluation Biologique, Brugge, 98 p.
- Dulière J.-F., Tanghe M., Malaisse F. (1995). Répertoire des groupes écologiques du fichier écologique des essences. MRW, DGARNE, DNF, 319 p.
- Duvigneaud J. (2001). Essai de réalisation d'un Synopsis des groupements végétaux de Wallonie (avec quelques références relatives aux régions voisines). Adoxa, hors série numéro 1, 23 p.
- Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulissen D. (1991). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18, 248 p.
- Genot V., Colinet G., Bock L. (2007). La fertilité des sols agricoles et forestiers en Région wallonne. Dossier scientifique réalisé dans le cadre du Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon. FUSAGx, Département Sol-Ecologie-Terre, Laboratoire de Géopédologie, Requasud asbl, Gembloux, 78 p.
- Julve P. (1998). ff. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France.
- Leurquin J. (2011). Le concept de climax dans le cadre de la dynamique de la végétation. *Natura Mosana*, 64, 3: 69-75.
- Noirfalise A. (1984). Forêts et stations forestières en Belgique. Les Presses Agronomiques de Gembloux ASBL, Gembloux, 234 p.
- Stieperaere H et Franssen K. (1982). Standaardlijst van de Belgische Vaatplanten, met aanduiding van hun zeldzaamheid en socio-oecologische groep. *Dumortiera* 22, Jardin Botanique National, Meise, 41 p.
- Tanghe M. (2000). Groupes socio-écologiques des formations herbacées et sous-arbustives. Inédit.
- Timal G., Weissen F., Ponette Q. (2012). Sols à argiles blanches : Typologie et aptitudes stationnelles. SPW-DGARNE-DNF, Namur, Belgique, 24 p.
- Weissen F., Bronchart L., Piret A. (1994). Guide de boisement des stations forestières de Wallonie. Ministère de la Région Wallonne, Namur, Belgique, 175 p.

## 6. GLOSSAIRE

**Abiotique** : Relatif aux caractères physiques et chimiques non liés au vivant. Cela concerne principalement les facteurs liés à la nature du sol ou au climat.

**Acidocline** : Se dit d'une espèce ou d'une végétation qui présente une légère préférence pour les sols acides. <sup>(1)</sup>

**Acidophile** : Se dit d'une espèce ou d'une végétation qui se développe sur les sols acides, riches en silice. <sup>(1)</sup>

**Alluvions (adj. alluvionnaire)** : Éléments fins ou grossiers laissés par un cours d'eau quand sa vitesse réduite n'en permet plus le transport. <sup>(1)</sup>

**Anthropique** : Lié à l'action directe ou indirecte de l'homme. <sup>(1)</sup>

**Basocline** : Se dit d'une espèce ou d'une végétation qui présente une préférence pour les sols basiques.

**Basophile** : Se dit d'une espèce ou d'une végétation qui se développe sur les sols basiques, riches en calcium.

**Calicole** : Se dit d'une espèce ou d'une végétation qui se rencontre exclusivement ou préférentiellement sur les sols riches en calcium. <sup>(1)</sup>

**Caractéristique (espèce)** : Espèce liée à un seul groupement végétal ou qui y pousse avec une vitalité optimale. <sup>(3)</sup>

**Climax** : Terme ultime de l'évolution d'une communauté végétale qui correspond à l'optimum de développement de cette dernière compte tenu des conditions climatiques et (ou) édaphiques prévalant dans le biotope considéré. Le climax est un stade d'équilibre dynamique et de ce fait susceptible de variations. Il représente la culmination d'une succession biocoenotique et se caractérise par un développement maximum de la biomasse dans un écosystème donné compte tenu des conditions écologiques prévalentes dans le biotope. <sup>(2)</sup>

**Climax stationnel** : Dont l'existence est liée à l'action prédominante locale de facteurs écologiques permanents autres que le climat ou l'homme (en particulier édaphiques). <sup>(1)</sup>

**Colluvions (adj. colluvionnaire)** : Formations superficielles de versants résultant de l'accumulation progressive de matériaux pédologiques, d'altérites ou de roches meubles arrachés plus haut dans le paysage. Subst. Colluvionnement. <sup>(1)</sup>

**Drainage** : Processus d'évacuation de l'eau présente en excès dans un sol ; il peut être naturel (on parle alors de drainage interne) ou facilité par des travaux divers (fossés, drains). <sup>(1)</sup>

**Dynamique (de la végétation)** : En un lieu et sur une surface donnés, modification dans le temps de la composition floristique et de la structure de la végétation. Selon que ces modifications rapprochent ou éloignent la végétation du climax, l'évolution est dite progressive ou régressive. <sup>(1)</sup>

**Dynamique écosystémique** : évolution d'un écosystème dans le temps liée à la dynamique de la végétation.

**Écocomplexe** : Ensemble d'écosystèmes interdépendants modelés par une histoire écologique et humaine commune. <sup>(1)</sup>

**Édaphique** : Qui concerne les relations entre les êtres vivants et leur substrat (sol principalement, vase ou roche accessoirement). <sup>(1)</sup>

**Éléments nutritifs** : Minéraux du sol qui interviennent dans la physiologie des végétaux (ex. nitrates, phosphates).<sup>(1)</sup>

**Eutrophe (ou Polytrophe)** : Riche en éléments nutritifs, généralement non ou faiblement acide, et permettant une forte activité biologique.<sup>(1)</sup>

**Fontinal** : Se dit d'une espèce ou d'une végétation croissant près des sources, des suintements ou des fontaines.<sup>(1)</sup>

**Granulométrie** : Analyse physique de la terre fine d'un sol ; on distingue - les sables grossiers : de 2 mm à 0,2 mm, - les sables fins : de 0,2 mm à 50 µm, - les limons grossiers de 50 µm à 20 µm, - les limons fins de 20 µm à 2 µm, - l'argile : éléments inférieurs à 2 µm.<sup>(1)</sup>

**Gley (adj. gleyifié)** : Résultat de l'engorgement permanent d'un horizon du sol par une nappe d'eau réductrice, à coloration caractéristique grisâtre, verdâtre ou bleuâtre.<sup>(1)</sup>

**Habitat** : Conditions physiques et biotiques dans lesquelles se maintient une espèce à l'état spontané. L'habitat est un ensemble indissociable comprenant un compartiment stationnel, une flore et une faune associées.<sup>(1)</sup>

**Horizon** : Sur un profil de sol, couche généralement parallèle à la surface, présentant des caractéristiques pédologiques (texture, structure, couleur ... ) homogènes et différentes de celles des couches inférieures ou supérieures. Les horizons sont d'autant plus nombreux que les sols sont évolués.<sup>(1)</sup>

**Hydromorphe** : Qualifie un sol évoluant dans un milieu engorgé par l'eau de façon périodique ou permanente.<sup>(1)</sup>

**Hydromorphie** : Ensemble de caractères présentés par un sol évoluant dans un milieu engorgé par l'eau de façon périodique ou permanente. Ne pas confondre avec engorgement, qui est le phénomène lui-même.<sup>(1)</sup>

**Hygrocline** : Se dit d'une espèce ayant une préférence pour les sols humides.<sup>(1)</sup> Par extension, ce terme désigne ici les milieux favorables à ces espèces, c'est-à-dire humides ou temporairement très humides.

**Hygrophile** : Se dit d'une espèce ayant besoin ou tolérant de fortes quantités d'eau tout au long de son développement (ex. le Saule cendré, la Laîche des marais).<sup>(1)</sup> Par extension, ce terme désigne ici les milieux favorables à ces espèces, c'est-à-dire les milieux très humides en permanence.

**Karst (adj. karstique)** : Structure [géomorphologique](#) résultant de l'[érosion hydrochimique](#) et [hydraulique](#) de [formations de roches carbonatées](#), principalement de formations [calcaires](#). L'adjectif « karstique » désigne couramment tant la formation rocheuse en elle-même que le processus d'érosion qui conduit à celle-ci.

**Krigeage** : méthode d'interpolation spatiale issue de la géostatistique et dont le nom provient de l'ingénieur D. G. Krige. Parfois considérée comme la plus juste du point de vue statistique, cette méthode d'estimation linéaire repose sur l'espérance mathématique et la variance de la donnée spatialisée.

**Lentique** : Se dit d'une espèce, d'un habitat ou d'un écosystème lié aux eaux calmes à renouvellement lent (lac, étang, mare...).

**Lignée climacique** : ensemble des habitats susceptibles de se trouver en un endroit donné en fonction des conditions abiotiques et de la dynamique écosystémique. Cet ensemble inclut l'habitat climacique et les habitats précédant le stade climacique dans la succession végétale.

**Lotique** : Se dit d'une espèce, d'un habitat ou d'un écosystème lié aux eaux courantes à renouvellement rapide (rivières, ruisseaux...).

**Lithologique** : relatif à l'étude de la composition des sédiments ou des roches, comprenant les caractéristiques physiques et chimiques, telles que la couleur, la composition minéralogique, la dureté ou la taille des grains.

**Magnocariçaie** : Formation végétale en général hygrophile, dominée par les grandes Laîches (*Carex riparia*, *C. pendula*, *C. ocutiformis* ... )<sup>(1)</sup>

**Mégaphorbiaie** : Formation végétale de hautes herbes (souvent à larges feuilles) se développant sur des sols humides et riches.<sup>(1)</sup>

**Mésophile ou Mésohygrophile** : Se dit d'une espèce ayant besoin d'un milieu relativement humide pour se développer mais ne tolérant pas des valeurs d'humidité trop élevée. Par extension, ce terme désigne ici les milieux favorables à ces espèces, c'est-à-dire peu humides ou temporairement humides.

**Mésotrophe** : Moyennement riche en éléments nutritifs, modérément acide et permettant une activité biologique moyenne.<sup>(1)</sup>

**Neutrophile** : Se dit de végétaux croissant dans des conditions de pH voisines de la neutralité.<sup>(1)</sup>

**Oligotrophe** : Pauvre en éléments nutritifs et ne permettant qu'une activité biologique réduite.<sup>(1)</sup>

**Paraclimax (adj. paraclimacique)** : Équilibre apparemment stable d'un écosystème, résultant d'une action humaine de longue durée et différent du climax (ex. certaines landes).<sup>(1)</sup>

**Paratourbeux** : se dit d'un sol organique formé par l'accumulation de tourbe provenant de la décomposition de végétaux hydrophiles en anaérobiose presque constante et dont l'épaisseur est inférieure à 40 cm.

**Phytosociologie** : Étude des tendances naturelles que manifestent des individus d'espèces différentes à cohabiter dans une communauté végétale ou au contraire à s'en exclure.<sup>(1)</sup>

**Podzolisation** : Phénomène d'évolution d'un sol avec destruction chimique des minéraux argileux des horizons supérieurs et formation d'un horizon d'immobilisation des constituants organiques et des complexes organo-minéraux d'aluminium et/ou de fer en résultant ; se traduit par des sols très pauvres chimiquement et très acides, avec souvent des réserves en eau très faibles en périodes estivales dues à des textures souvent grossières.<sup>(1)</sup>

**Polytrophe** : voir Eutrophe.

**Pseudogley** : Faciès d'engorgement périodique d'un horizon par une nappe temporaire perchée, d'origine pluviale ou en raison d'une microporosité élevée (absence de nappe mais asphyxie de l'horizon). Il y a apparition de taches rouille (réoxydation du fer) en mélange avec la teinte de fond grise (ou plus claire) du reste de l'horizon.<sup>(1)</sup>

**Raster** : format de données spatiales où l'espace est divisé de manière régulière (maillage de cellules rectangulaires); à cellule (pixel) sont associées une ou plusieurs valeurs décrivant les caractéristiques de l'espace.

**Rudéral** : Se dit d'une plante ou d'une végétation qui se développe spontanément dans les friches, dans les décombres, à proximité de gravats ou sur ceux-ci et généralement près des lieux habités par l'homme.

**Stade** : Au sens de la dynamique de la végétation, désigne l'état déterminé d'une succession végétale correspondant à une physionomie particulière de la végétation (ex. stade pionnier, climacique ).<sup>(1)</sup>

**Station (adj. stationnel)** : Étendue de terrain, de superficie variable, homogène dans ses conditions physiques et biologiques (mésoclimat, topographie, composition floristique et structure de la végétation spontanée).<sup>(1)</sup>

**Succession végétale** : Suite des groupements végétaux qui se remplacent au cours du temps en un même lieu. <sup>(1)</sup>

**Texture** : Ensemble des caractéristiques d'un sol ou d'un horizon définies par la taille de ses constituants, c'est-à-dire de sa combinaison granulométrique. Cette combinaison de diverses catégories granulométriques définit les classes de texture. <sup>(1)</sup>

**Thermophile** : Se dit d'une plante qui croît de préférence dans des sites chauds et ensoleillés. <sup>(1)</sup>

**Tourbeux** : se dit d'un sol organique formé par l'accumulation de tourbe provenant de la décomposition de végétaux hydrophiles en anaérobiose presque constante et dont l'épaisseur va de 40 cm à plusieurs mètres de tourbe.

**Trophique** : relatif à la nutrition, plus spécialement minérale, chez les végétaux. <sup>(1)</sup>

**Vectoriel (format vectoriel)** : format de données spatiales où l'espace est représenté à l'aide d'éléments géométriques (points, lignes, polygones et polygones). A chaque élément géométrique sont associés une ou plusieurs valeurs décrivant les caractéristiques de l'espace.

**Xérocline** : Se dit d'une espèce qui a une légère préférence pour les milieux secs. <sup>(1)</sup> Par extension, ce terme désigne ici les milieux favorables à ces espèces, c'est-à-dire les milieux secs.

**Xérophile** : Se dit d'une espèce pouvant s'accommoder de milieux secs. <sup>(1)</sup> Par extension, ce terme désigne ici les milieux favorables à ces espèces, c'est-à-dire les milieux très secs.

---

<sup>(1)</sup> Rameau J.C, Gauberville C. & Drapier N., 2000. - *Gestion forestière et diversité biologique. Guide Wallonie-Luxembourg*. 99 pp. + fiches.

<sup>(2)</sup> Ramade F., 2002. - *Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement*. 2ème édition. Dunod, Paris, 1075 pp.

<sup>(3)</sup> Vanden Berghen C., 1973. - *Initiation à l'étude de la végétation. Les Naturalistes belges*. Bruxelles. 236 pp.

## 7. ANNEXES

### ANNEXE 1 : TABLEAUX DE CORRESPONDANCES ENTRE LES TYPOLOGIES

CEB	ECODYN	ECODYN	CEB
Ae	FCE.1, RCE.2	ACO.2	Ao
Ao	FCO.2, ACO.2, RCO.2	ADE.4	Hc, Hme, Hmm
Cd	NSO.5	ADE.5	Mc
Ce	AHO.5	ADE.9	Vm
Cg	NSO.5	ADO.7	So
Cm	THO.4	ADO.9	Vo
Cp	NSO.5	AHE.6	Hf
Ct	THO.5	AHE.7	So
Cv	NSO.5	AHE.8	Vb, Vn
Ek	CME.9, CSE.9	AHE.9	Vb, Vn
Es	NME.9, NSE.9	AHO.4	Hm, Hmo, Hj
Fa	NME.9, NSE.9	AHO.5	Ce
Ff	NME.9, NSE.9	AHO.7	So
Fk	CMO.9, CSO.9	AHO.8	Vb, Vn
Fl	NMO.9	AHO.9	Vb, Vn
Fm	NME.9, NSE.9	AHP.2	Hv
Fs	NMO.9	CME.3	Hp, Hx
Ha	NSO.3	CME.4	Hu
Hc	FDE.4, ADE.4	CMO.7	Sk
Hf	AHE.6	CMO.8	Qk
Hj	AHO.4	CMO.9	Fk
Hk	CMO2	CMO2	Hk
Hm	AHO.4, THO.4	CMP.2	Hv
Hme	FDE.4, ADE.4	CSE.4	Hu
Hmm	FDE.4, ADE.4	CSO.7	Sk
Hmo	AHO.4, THO.4	CSO.9	Fk
Hn	NSO.3	CSP.2	Hv
Hp	NME.3, CME.3	CTP.2	Hv
Hr	NSE.6	CXP.2	Hv
Hu	NME.4, CME.4, CSE.4	FCE.1	Ae
Hug	NMO.3	FCE.2	Mr
Hv	CXP.2, CTP.2, CSP.2, CMP.2, NXP.2, NTP.2, NSP.2, NMP.2, AHP.2	FCO.2	Ao
Hx	NME.3, CME.3	FDE.4	Hc, Hme, Hmm
Mc	FDE.5, ADE.5	FDE.5	Mc
Mk	TDO.2	FDE.8	Vc
Mr	FCE.2, RCE.2	FDO.7	So
Ms	TDO.2	FDO.9	Vo
Qa	NME.8, NSE.8	NME.3	Hp, Hx

CEB	ECODYN	ECODYN	CEB
Qb	NMO.8	NME.4	Hu
Qe	NME.8, NSE.8	NME.8	Qa, Qe, Ru
Qk	CMO.8	NME.9	Fa, Ff, Fm
Ql	NMO.8	NMO.3	Hug
Qs	NMO.9	NMO.7	Sm
Qx	NSO.8, NSO.9	NMO.8	Qb, Ql
Ru	NME.8, NSE.8	NMO.9	Fl, Fs, Qs
Sf	AHE.7	NMP.2	Hv
Sk	CMO.7, CSO.7, PSO.7	NSE.6	Hr
Sm	NMO.7, PMO.7	NSE.8	Qa, Qe, Ru
So	FDO.7, ADO.7, AHO.7, AHE.7, THO.7	NSE.9	Fa, Ff, Fm
T	TDO.6	NSO.3	Hn, Ha
Tm	THO.4	NSO.5	Cd, Cg, Cp, Cv
Va	AHE.8, AHE.9	NSO.8	Qx
Vb	AHO.8, AHO.9, AHE.8, AHE.9	NSO.9	Qx
Vc	FDE.8	NSP.2	Hv
Vm	ADE.9	NTP.2	Hv
Vn	AHO.8, AHO.9, AHE.8, AHE.9	NXP.2	Hv
Vo	FDO.9, ADO.9	CME.9	Ek, Es
Vt	THO.8, THO.9	CSE.9	Ek, Es
		CSP.2	Hv
		RCE.2	Mr, Ae
		RCO.2	Ao
		TDO.2	Ms, Mk
		TDO.6	T
		THO.4	Hm, Hmo, Tm, Cm
		THO.5	Ct
		THO.7	So
		THO.8	Vt
		THO.9	Vt

Noirfalise	ECODYN
FORMATION NON BOISEE	
Coupe forestière	Mise à blanc
Fourré de recolonisation	H, M ou S
Pelouse calcaire	
HETRAIE NATURELLE	
Hêtraie médio-européenne à mélisse et aspérule	NME, NSE, NMO, CME ou CSE
Hêtraie atlantique à jacinthe	NME ou NSE
Hêtraie calcicole à orchidées	CME ou CSE
Hêtraie acidophile à luzule	NMO, NME ou CSE
Hêtraie à millet	NME ou NSE
Erablaie de ravin	CME, NME ou NSE, CMO
CHENAIE MIXTE A CHARME	
Chênaie atlantique à jacinthe	NME ou NSE
Chênaie-frênaie subatlantique à primevère	NME ou NSE
Chênaie-charmaie à stellaire	NSO ou CME
Chênaie-charmaie xérophile à phalangère	NSO
Chênaie-charmaie calcaire à troène	CME
CHENAIE ACIDOPHILE	
Chênaie pédonculée à bouleau	NMO
Chênaie mixte à hêtre	NMO
Chênaie sessiliflore à luzule	NMO
Chênaie pédonculée montagnarde à trientale et molinie	THO
Chênaie pédonculée à bouleau et aulne	THO
Chênaie xérocline à alisier	
FORET FRUTICEE CALCICOLE XEROTHERMIQUE	CSO
Chênaie à chêne pubescent	
Chênaie à buis	CSO
Buxaie buissonneuse	
FORET RIVERAINE ET ALLUVIALE	AHE
Saulaie buissonneuse à osiers	AHE
Saulaie arborescente à saule blanc	AHE
Aulnaie-frênaie à carex	FDE
Aulnaie-frênaie à stellaire	AHE ou AHO
Ormaie-frênaie alluviale	AHE
AULNAIE MARECAGEUSE	ADE
Aulnaie mésotrophe à carex elongata	ADE
Aulnaie eutrophe à hautes herbes	ADE
Aulnaie riveraine à carex remota et cardamine amara	FDE
Aulnaie oligotrophe à sphaignes	ADO ou FDO
Saulaie initiale à bourdaine	ADO, AHE, AHO, FDO ou THO
BOULAIE TOURBEUSE	THO
Boulaie tourbeuse ardennaise	THO
FORMATIONS RESINEUSES	

Peuplements résineux sur ancienne terre agricole	--P.8c
Peuplements résineux sur alluvions	--P.8c
Peuplements résineux sur stations subhumides	--P.8c
Peuplements résineux sur stations sèches	--P.8c
Peuplements résineux sur stations paratourbeuses	--P.8c
Peuplements résineux sur stations tourbeuses	--P.8c
FORMATION VEGETALE NON DETERMINEE	/
en gris : pas de station avec cette association	



EUNIS	ECODYN	EUNIS	ECODYN	EUNIS	ECODYN	
C1.12	FCO.1	C2.1B	FAE.2	E1.12	NXO.2	
	ACO.1	C2.25	AAO.2	E1.26	CMO2	
	RCO.2	C2.27	AAE.1	E1.27	CSO.2	
C1.13	FCO.1	C2.28	AAE.1	E1.28	NXO.3	
	ACO.1	C3.11a	RAE.2	E1.29	CXO.3	
	RCO.2	C3.11b	AAE.2	E1.71a	NSO.3	
C1.14	FCO.1	C3.21	FCE.2	E1.71b	NSO.3	
	ACO.1		RCE.2	E1.71c	NSO.3	
	RCO.1	C3.23	ACE.2	E1.73	NSO.3	
C1.22	FCE.1	C3.24	ACE.2	E1.74	NSO.3	
	ACE.1	C3.25	AAE.2	E1.91	NTO.2	
	RCE.2	C3.26	AAE.2	E1.92	NTO.2	
C1.23	FCE.1	C3.41	FCO.2	E1.93	NTO.2	
	ACE.1		ACO.2	E1.B2a	CXP.2	
	RCE.2		RCO.2		PMP.2	
C1.24	FCE.1	C3.51	FCO.2		PSP.2	
	ACE.1		ACO.2		CTP.2	
	RCE.2		RCO.1		CSP.2	
C1.25	FCE.1	C3.52	ADO.2		CMP.2	
	RCE.2	C3.53	ACE.2		NXP.2	
C1.32	FCE.1	C3.55	ACE.2		NTP.2	
	ACE.1	D1.11	TDO.6		NSP.2	
	RCE.2	D1.12	THO.4		NMP.2	
C1.33	FCE.1	D2.22	TDO.2		AHP.2	
	ACE.1	D2.25	TDO.2		E1.B2b	CXP.2
	RCE.2	D2.26	TDO.2			PMP.2
C1.34	FCE.1	D2.3	TDO.3			PSP.2
	RCE.2	D2.31	TDO.3			CTP.2
C1.42	FCO.1	D2.32	TDO.3	CSP.2		
	ACO.1	D2.33	TDO.3	CMP.2		
	RCO.2	D2.34	TDO.3	NXP.2		
C1.45a	FCO.1	D2.39	TDO.3	NTP.2		
	ACO.1	D2.3A	TDO.3	NSP.2		
	RCO.1	D2.3H	TDO.3	NMP.2		
C1.45b	FCO.1	D4.13	TDO.2	AHP.2		
	ACO.1	D4.15	TDO.2	E1.B2c		CXP.2
	RCO.1	D5.2	FDE.5			PMP.2
C2.11a	FAO.2	D5.2	ADE.5			PSP.2
	FDE.8	D5.3	FDE.4			CTP.2
C2.12	FAO.2		ADE.4		CSP.2	
C2.18	FAO.2	E1.11	NXO.2		CMP.2	
C2.1A	FAE.2		CXO.3		NXP.2	

EUNIS	ECODYN	EUNIS	ECODYN	EUNIS	ECODYN
	NTP.2	E5.3	NME.6	F4.11b	THO.5
	NSP.2	E5.411	AHE.6	F4.11c	THO.5
	NMP.2		RHP.5	F4.13	THO.4
	AHP.2	E5.412	AHE.6	F4.21	NSO.5
E1.B3	CXP.2	E5.421	AHE.6	F4.22a	NSO.5
	PMP.2	E5.43	NME.6	F4.22b	NSO.5
	PSP.2		AHP.5	F4.23	NSO.5
	CTP.2		THP.5	F9.12	AHE.7
	CSP.2	E5.6a	NSE.6	F9.2	FDO.7
	CMP.2		NSE.6		ADO.7
	NXP.2		NSP.5		AHO.7
	NTP.2		CSP.5		AHE.7
	NSP.2	E5.6b	NSE.6		THO.7
	NMP.2		NSE.6	FB.1	FDP.7b
	AHP.2	E5.6c	CME.6		ADP.7b
	E2.11a		CSE.6		AHP.7b
			CME.3		CMP.5
E2.11ba	E5.6d	NME.6	THP.7b		
E2.11bb		NMP.5	NMP.7b		
E2.11bc	E5.6e	NSE.6	NSP.7b		
E2.11c		NSE.6	CMP.7b		
E2.22	NME.3	F3.11	NME.7	FB.31	CSP.7b
			NME.7		
	CME.3	F3.12	CSO.6		AHP.7a
E2.23	F3.13		NMO.7		THP.7a
		NMO.4	NSO.7		NMP.7a
NME.4	F3.14	NMO.7	NSP.7a		
CME.4		NSO.7	CMP.7a		
CSE.4		PMO.7	CSP.7a		
E2.3a	F3.16a	F3.16b	NSO.6	FB.32	FDP.7c
E2.3b			CSO.6		ADP.7c
E2.3a	F3.17	F3.1b	NME.7		AHP.7c
E2.3b			NME.7		TDP.7c
E3.41			PME.7		THP.7c
E3.42	F3.1c	F3.1c	CMO.7		NMP.7c
			CSO.7		NSP.7c
E3.44	F4.11a	F4.11a	CMO.7	CMP.7c	
			PSO.7	CSP.7c	
E3.51				G1.111	AHE.8
E3.52a					AHE.9
E3.52b				G1.211	FDE.8
E5.21				G1.212	AHO.8
E5.22					
E5.23					

EUNIS	ECODYN	EUNIS	ECODYN	EUNIS	ECODYN	
	AHO.9		NSE.9		CMP.4b	
	AHE.8	G1.A41b	NMO.9		CSP.4b	
	AHE.9	G1.A41c	NME.9	I1.3	AHP.4c	
G1.213	AHE.8		NSE.9		NMP.4c	
	AHE.9		FDP.8a		NSP.4c	
G1.41a	ADE.9		ADP.8a		CMP.4c	
G1.41b	ADE.9		AHP.8a		CSP.4c	
G1.51	THO.8	G1.C	RHP.8a	I2.1	AHP.3a	
	THO.9				TDP.8a	NMP.3a
G1.52	FDO.9				THP.8a	NSP.3a
	ADO.9				NMP.8a	CMP.3a
G1.61	NMO.9				NSP.8a	CSP.3a
G1.62	NMO.9			NSP.8b	I2.2	AHP.3b
G1.63a	NME.9			CMP.8a		THP.3b
	NSE.9			CSP.8a		NMP.3b
G1.63b	NME.9			CSP.8b		NSP.3b
	NSE.9		G1.C1a	AHP.8b		CMP.3b
G1.66	CME.9		G1.C1b	FDP.8b	CSP.3b	
	CSE.9			ADP.8b	Ia	AHP.4a
G1.71	CSO.9			TDP.8b		NMP.4a
G1.81	NMO.8		THP.8b	NSP.4a		
G1.82	NMO.9	G1.C1c	NMP.8b	CMP.4a		
G1.87a	NMO.8		CMP.8b	CSP.4a		
G1.87b	NSO.8	G1.D	AHP.6	J	ADP.0a	
	NSO.9				THP.6	ADP.0b
G1.A15a	NMO.8				NMP.6	AHP.0a
G1.A15b	NSO.8				NSP.6	AHP.0b
	NSO.9				CMP.6	TDP.0a
G1.A17	CME.8				CSP.6	TDP.0b
G1.A1a	NME.8	G3.Fa	AHP.8c		THP.0a	
	NSE.8	G3.Fba	FDP.8c		THP.0b	
G1.A1b	NME.8		ADP.8c		NMP.0a	
	NSE.8	G3.Fbb	TDP.8c		NMP.0b	
G1.A1d	NME.8		THP.8c		NSP.0a	
	NSE.8	G3.Fbc	NMP.8c		NSP.0b	
G1.A25	NME.8	G3.Fc	NSP.8c		NTP.0a	
	NSE.8	G3.Fca	CSP.8c		NTP.0b	
G1.A27	NME.8	G3.Fcb	NSP.8c		NXP.0a	
	NSE.8		CMP.8c	NXP.0b		
G1.A29	NME.8	I1.1	AHP.4b	CMP.0a		
	NSE.8			NMP.4b	CMP.0b	
G1.A41a	NME.9			NSP.4b	CSP.0a	

EUNIS	ECODYN
	CSP.0b
	CTP.0a
	CTP.0b
	CXP.0a
	CXP.0b
J3.2	NMP.0d
	NSP.0d
	NTP.0d
	NXP.0d
	CMP.0d
	CSP.0d
	CTP.0d
	CXP.0d
J6	NMP.0c
	NSP.0c
	NTP.0c
	NXP.0c
	CMP.0c
	CSP.0c
	CTP.0c
	CXP.0c

ECODYN	EUNIS
AAE.1	C2.27
	C2.28
AAE.2	C3.11b
	C3.25
	C3.26
AAO.2	C2.25
ACE.1	C1.22
	C1.23
	C1.24
	C1.32
	C1.33
ACE.2	C3.23
	C3.24
	C3.53
	C3.55
ACO.1	C1.12
	C1.13
	C1.14
	C1.42
	C1.45a
	C1.45b
ACO.2	C3.41
	C3.51
ADE.4	D5.3
	E3.41
ADE.5	D5.2
ADE.9	G1.41a
	G1.41b
ADO.2	C3.52
ADO.4	E3.42
ADO.7	F9.2
ADO.9	G1.52
ADP.0a	J
ADP.0b	J
ADP.7b	FB.1
ADP.7c	FB.32
ADP.8a	G1.C
ADP.8b	G1.C1b
ADP.8c	G3.Fba
AHE.3	E3.44
AHE.6	E5.411
	E5.421

ECODYN	EUNIS
AHE.7	F9.2
AHE.8	G1.212
AHE.9	G1.212
AHO.4	E3.51
AHO.5	F4.11a
AHO.7	F9.2
AHO.8	G1.212
AHO.9	G1.212
AHP.0a	J
AHP.0b	J
AHP.2	E1.B2a
	E1.B2b
	E1.B2c
	E1.B3
AHP.3a	I2.1
AHP.3b	I2.2
AHP.4a	Ia
AHP.4b	I1.1
AHP.4c	I1.3
AHP.5	E5.43
AHP.6	G1.D
AHP.7a	FB.31
AHP.7b	FB.1
AHP.7c	FB.32
AHP.8a	G1.C
AHP.8b	G1.C1a
AHP.8c	G3.Fa
CME.3	E2.11a
	E2.11c
CME.4	E2.22
CME.6	E5.6c
CME.8	G1.A17
CME.9	G1.66
CMO.7	F3.1b
	F3.1b
CMO2	E1.26
CMP.0a	J
CMP.0b	J
CMP.0c	J6
CMP.0d	J3.2
CMP.2	E1.B2a
	E1.B2b

ECODYN	EUNIS
	E1.B2c
	E1.B3
CMP.3a	I2.1
CMP.3b	I2.2
CMP.4a	Ia
CMP.4b	I1.1
CMP.4c	I1.3
CMP.5	E5.6c
CMP.6	G1.D
CMP.7a	FB.31
CMP.7b	FB.1
CMP.7c	FB.32
CMP.8a	G1.C
CMP.8b	G1.C1c
CMP.8c	G3.Fcb
CSE.4	E2.22
CSE.6	E5.6c
CSE.9	G1.66
CSO.2	E1.27
	E5.21
CSO.6	F3.16b
	F3.16b
CSO.7	F3.1b
CSP.0a	J
CSP.0b	J
CSP.0c	J6
CSP.0d	J3.2
CSP.2	E1.B2a
	E1.B2b
	E1.B2c
	E1.B3
CSP.3a	I2.1
CSP.3b	I2.2
CSP.4a	Ia
CSP.4b	I1.1
CSP.4c	I1.3
CSP.5	E5.6a
CSP.6	G1.D
CSP.7a	FB.31
CSP.7b	FB.1
CSP.7c	FB.32
CSP.8a	G1.C
CSP.8b	G1.C

ECODYN	EUNIS
CSP.8c	G3.Fca
CTP.0a	J
CTP.0b	J
CTP.0c	J6
CTP.0d	J3.2
CTP.2	E1.B2a
	E1.B2b
	E1.B2c
	E1.B3
CXO.3	E1.11
	E1.29
CXP.0a	J
CXP.0b	J
CXP.0c	J6
CXP.0d	J3.2
CXP.2	E1.B2a
	E1.B2b
	E1.B2c
	E1.B3
FAE.2	C2.1A
	C2.1B
FAO.2	C2.11a
	C2.12
	C2.18
FCE.1	C1.22
	C1.23
	C1.24
	C1.25
	C1.32
	C1.33
C1.34	
FCE.2	C3.21
FCO.1	C1.12
	C1.13
	C1.14
	C1.42
	C1.45a
	C1.45b
FCO.2	C3.41
	C3.51
FDE.4	D5.3

ECODYN	EUNIS
	E3.41
FDE.5	D5.2
FDE.8	C2.11b
	G1.211
FDO.4	E3.42
FDO.7	F9.2
FDO.9	G1.52
FDP.7b	FB.1
FDP.7c	FB.32
FDP.8a	G1.C
FDP.8b	G1.C1b
FDP.8c	G3.Fba
NME.3	E2.11a
	E2.11c
NME.4	E2.22
NME.6	E5.22
	E5.3
	E5.43
	E5.6d
NME.7	F3.11
	F3.11
	F3.17
	F3.17
NME.8	F3.1c
	G1.A1a
	G1.A1b
	G1.A1d
	G1.A25
NME.9	G1.A27
	G1.A29
	G1.63a
NMO.3	G1.63b
	E2.11ba
NMO.6	E2.11bb
	E2.11bc
	E2.3a
NMO.7	E2.3b
	E5.23
NMO.8	F3.13
	F3.14
NMO.8	G1.81

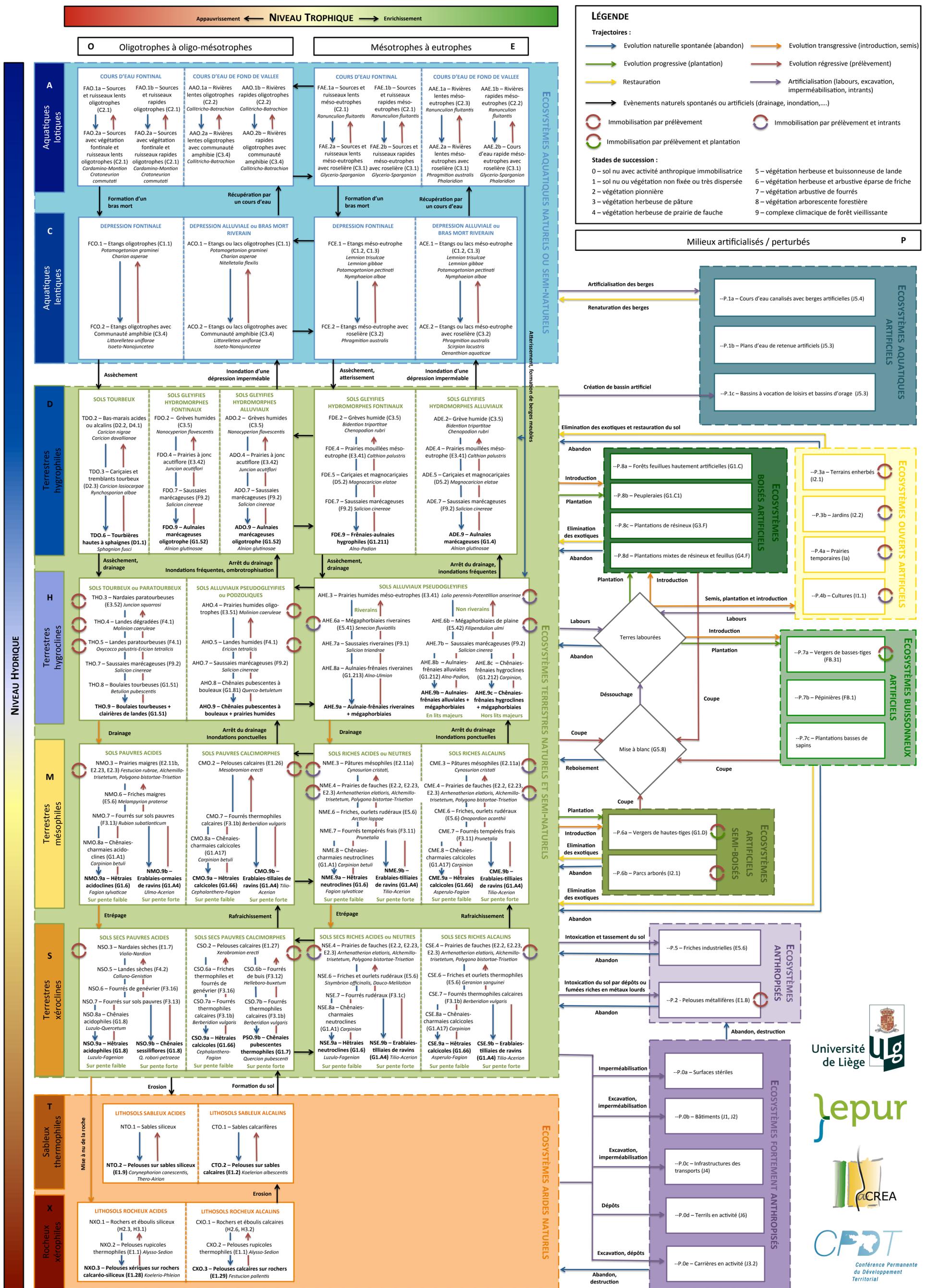
ECODYN	EUNIS
	G1.87a
	G1.A15a
NMO.9	G1.61
	G1.62
	G1.82
NMP.0a	J
NMP.0b	J
NMP.0c	J6
NMP.0d	J3.2
NMP.2	E1.B2a
	E1.B2b
	E1.B2c
	E1.B3
NMP.3a	I2.1
NMP.3b	I2.2
NMP.4a	Ia
NMP.4b	I1.1
NMP.4c	I1.3
NMP.5	E5.6d
NMP.6	G1.D
NMP.7a	FB.31
NMP.7b	FB.1
NMP.7c	FB.32
NMP.8a	G1.C
NMP.8b	G1.C1c
NMP.8c	G3.Fbc
NSE.6	E5.6a
	E5.6a
	E5.6b
	E5.6b
	E5.6e
NSE.8	E5.6e
	G1.A1a
	G1.A1b
	G1.A1d
	G1.A25
	G1.A27
NSE.9	G1.A29
	G1.63a
NSO.3	G1.63b
	E1.71a

ECODYN	EUNIS
	E1.71b
	E1.71c
	E1.73
	E1.74
NSO.5	F4.21
	F4.22a
	F4.22b
	F4.23
NSO.6	F3.16a
NSO.7	F3.13
	F3.14
NSO.8	G1.87b
	G1.A15b
NSO.9	G1.87b
	G1.A15b
NSP.0a	J
NSP.0b	J
NSP.0c	J6
NSP.0d	J3.2
NSP.2	E1.B2a
	E1.B2b
	E1.B2c
	E1.B3
NSP.3a	I2.1
NSP.3b	I2.2
NSP.4a	Ia
NSP.4b	I1.1
NSP.4c	I1.3
NSP.5	E5.6a
NSP.6	G1.D
NSP.7a	FB.31
NSP.7b	FB.1
NSP.7c	FB.32
NSP.8a	G1.C
NSP.8b	G1.C
NSP.8c	G3.Fcb
NTO.2	E1.91
	E1.92
	E1.93
NTP.0a	J
NTP.0b	J
NTP.0c	J6

ECODYN	EUNIS	
NTP.0d	J3.2	
NTP.2	E1.B2a	
	E1.B2b	
	E1.B2c	
	E1.B3	
NXO.2	E1.11	
	E1.12	
NXO.3	E1.28	
NXP.0a	J	
NXP.0b	J	
NXP.0c	J6	
NXP.0d	J3.2	
NXP.2	E1.B2a	
	E1.B2b	
	E1.B2c	
	E1.B3	
RAE.2	C3.11a	
RCE.2	C1.22	
	C1.23	
	C1.24	
	C1.25	
	C1.32	
	C1.33	
	C1.34	
	C3.21	
	RCO.1	C1.14
		C1.45a
C1.45b		
RCO.2	C3.51	
	C1.12	
	C1.13	
TDO.2	C1.42	
	C3.41	
	D2.22	
	D2.25	
TDO.3	D2.26	
	D4.13	
	D4.15	
	D2.3	
	D2.31	
D2.32		
D2.33		

ECODYN	EUNIS
	D2.34
	D2.39
	D2.3A
	D2.3H
TDO.6	D1.11
TDP.0a	J
TDP.0b	J
TDP.7b	FB.1
TDP.7c	FB.32
TDP.8a	G1.C
TDP.8b	G1.C1b
TDP.8c	G3.Fbb
THO.3	E3.52a
	E3.52b
THO.4	D1.12
	F4.13
THO.5	F4.11b
	F4.11c
THO.7	F9.2
THO.8	G1.51
THO.9	G1.51
THP.0a	J
THP.0b	J
THP.3b	I2.2
THP.5	E5.43
THP.6	G1.D
THP.7a	FB.31
THP.7b	FB.1
THP.7c	FB.32
THP.8a	G1.C
THP.8b	G1.C1b
THP.8c	G3.Fbb

# ANNEXE 2 : SCHÉMA DE LA TYPOLOGIE ECODYN



**ANNEXE 3 : CLEFS DE DETERMINATION DU NIVEAU HYDRIQUE ET DU NIVEAU TROPHIQUE (GUIDE DE BOISEMENT DES STATIONS FORESTIERES DE WALLONIE)**

**CLEF DE DÉTERMINATION DU NIVEAU HYDRIQUE-  
ECHELLE HYDRIQUE**

Matériaux	Drainage	Texture	Profondeur Pierrosité*	Exposition	APPORT HYDRIQUE		
					A	B	C
niveau							
Tourbe					-4	-4	-4
Couche de tourbe >40 cm : V1, V2 .....					-4	-4	-4
Couche de tourbe <40 cm : (v), (v3), (v4) .....					-4 RHA	-4	-4
sur matériau minéral					/	/	-3
Horizon réduit					/	/	-2
Gleyfication					-3 RHA	-3	-3
Pas d'horizon réduit					-2 RHA	-2	-2
Horizon gleyfié					-1 RHA	-1	-1
Horizon non gleyfié					0		
Horizon gleyfié					1	0	0
Horizon non gleyfié					2		
Horizon gleyfié					1	0	0
Horizon non gleyfié					2	1	0
Horizon gleyfié					3	2	/
Horizon non gleyfié					4	3	1
Horizon gleyfié					5	4	/
Horizon non gleyfié					1	0	0
Horizon gleyfié					2	1	0
Horizon non gleyfié					3	2	/
Horizon gleyfié					3	2	1
Horizon non gleyfié					5	3	/
Horizon gleyfié					3-6	2-4	2
Horizon non gleyfié					4-6	3-5	/
Horizon gleyfié					5-6	4-6	/
Horizon non gleyfié					1-6	0-6	0-6
Horizon gleyfié					2	1	0
Horizon non gleyfié					3	2	1
Horizon gleyfié					4	3	/
Horizon non gleyfié					5	4	2
Horizon gleyfié					6	5	/
Horizon non gleyfié					6	6	/
Complexes non différenciés : S, R, B, G-T.....					-4 à -1	-4 à -1	-4 à -1
					niveau	Groupes écologiques	
A = Pas d'apport d'eau latéral : ( Plateaux + hauts de versants , convexités ...)					-4	17	8' 5 1
B = Apport d'eau latéral variable : ( Parties inférieures de versants, concavités, axes drainants ...)					-3	17	
C = Apport d'eau quasi permanent: ( Fonds de vallées...)					-2	17	
					-1	17	
					0		
					1	8'	5
					2	8'	5
Niveau 0 : Approvisionnement en eau soutenu sans effet notable d'anaérobiose.					3	8'	5 1
Valeurs - : Limitations croissantes dues à l'anaérobiose.					4	8'	5 1
Valeurs + : Sécheresse croissante.					5	8'	5 1
R. H. A : Régime hydrique alternatif					6	8'	5 1

## \_ CLEF DE DÉTERMINATION DU NIVEAU TROPHIQUE - \_ ECHELLE TROPHIQUE

SUBSTRAT	CHARGE	PROFIL	pH	niveau	Groupes écologiques						
					1	2	7	8'	3	4	
Calcaire	calcaire	Carbonaté	$\text{pH} \geq 7,5$	-2	1	2	7				
		Non carbonaté	$\text{pH} < 7,5$	-1	1	2	7	8'			
	Non calcaire	tout sauf f,g		-1	1	2	7	8'			
		f,g		1				8'	3	4	
Non calcaire	Calcaire			-1	1	2	7	8'			
	Non calcaire	p		0				8'	3	4	
		autre	$\text{pH} \geq 5$		0				8'	3	4
			$4,2 < \text{pH} < 5$		1				8'	3	4
			$\text{pH} \leq 4,2$		2					3	4
			$\text{pH} \leq 3,8$		3					3	4
			c ou f		2					3	4
		g		3					3	4	

### ANNEXE 4 : TABLE DE CROISEMENT DES DONNEES RELATIVES AU NIVEAU HYDRIQUE

Contexte topographique et hydrographique	Matériaux / Texture du sol	Drainage du sol	Profondeur / Pierrosité du sol	Exposition	Pluviométrie	Niveau hydrique
	Tourbeux				< 1200 mm	-6
	Tourbeux				> 1200 mm	-6
	Paratourbeux				< 1200 mm	-3
	Paratourbeux				> 1200 mm	-6
Zones de sources					< 1200 mm	-6
Zones de sources					> 1200 mm	-6
Concavités, fonds de vallées		Très pauvre			< 1200 mm	-6
Concavités, fonds de vallées		Très pauvre			> 1200 mm	-6
Concavités, fonds de vallées		Pauvre à horizon réduit			< 1200 mm	-5
Concavités, fonds de vallées		Pauvre à horizon réduit			> 1200 mm	-6
Concavités, fonds de vallées		Pauvre sans horizon réduit			< 1200 mm	-5
Concavités, fonds de vallées		Pauvre sans horizon réduit			> 1200 mm	-6
Concavités, fonds de vallées		Assez Pauvre à horizon réduit			< 1200 mm	-4
Concavités, fonds de vallées		Assez Pauvre à horizon réduit			> 1200 mm	-5
Concavités, fonds de vallées		Assez pauvre sans horizon réduit			< 1200 mm	-4
Concavités, fonds de vallées		Assez pauvre sans horizon réduit			> 1200 mm	-5
Concavités, fonds de vallées		Imparfait			< 1200 mm	-3
Concavités, fonds de vallées		Imparfait			> 1200 mm	-4
	Argileux, limoneux	Modéré			< 1200 mm	0
	Argileux, limoneux	Modéré			> 1200 mm	-1
	Caillouteux	Modéré			< 1200 mm	0
	Caillouteux	Modéré			> 1200 mm	-1
Fonds de vallée	Argileux, limoneux	Favorable	Peu profond		< 1200 mm	0
Fonds de vallée	Argileux, limoneux	Favorable	Peu profond		> 1200 mm	-1
Fonds de vallée	Caillouteux	Favorable	Peu profond		< 1200 mm	0
Fonds de vallée	Caillouteux	Favorable	Peu profond		> 1200 mm	-1
Fonds de vallée	Sableux	Favorable	Profond		< 1200 mm	0
Fonds de vallée	Sableux	Favorable	Profond		> 1200 mm	-1
Concavités, fonds de vallées	Argileux, limoneux	Favorable	Profond		< 1200 mm	0
Concavités, fonds de vallées	Argileux, limoneux	Favorable	Profond		> 1200 mm	-1
Concavités, fonds de vallées	Sableux	Modéré	Profond		< 1200 mm	0
Concavités, fonds de vallées	Sableux	Modéré	Profond		> 1200 mm	-1

Contexte topographique et hydrographique	Matériaux / Texture du sol	Drainage du sol	Profondeur / Pierrosité du sol	Exposition	Pluviométrie	Niveau hydrique
Concavités, fonds de vallées	Sableux	Modéré	Peu profond		< 1200 mm	0
Concavités, fonds de vallées	Sableux	Modéré	Peu profond		> 1200 mm	-1
Concavités, fonds de vallées	Caillouteux	Favorable	Profond		< 1200 mm	0
Concavités, fonds de vallées	Caillouteux	Favorable	Profond		> 1200 mm	-1
Convexités, plateaux		Très pauvre			< 1200 mm	-3
Convexités, plateaux		Très pauvre			> 1200 mm	-4
Convexités, plateaux		Pauvre sans horizon réduit			< 1200 mm	-2
Convexités, plateaux		Pauvre sans horizon réduit			> 1200 mm	-3
Convexités, plateaux		Assez pauvre sans horizon réduit			< 1200 mm	-1
Convexités, plateaux		Assez pauvre sans horizon réduit			> 1200 mm	-2
Convexités, plateaux		Imparfait			< 1200 mm	0
Convexités, plateaux		Imparfait			> 1200 mm	-1
Fonds de vallée	Argileux, limoneux	Favorable	Superficiel		< 1200 mm	1
Fonds de vallée	Argileux, limoneux	Favorable	Superficiel		> 1200 mm	0
Fonds de vallée	Caillouteux	Favorable	Peu profond très caillouteux		< 1200 mm	1
Fonds de vallée	Caillouteux	Favorable	Peu profond très caillouteux		> 1200 mm	0
Fonds de vallée	Caillouteux	Favorable	Superficiel		< 1200 mm	2
Fonds de vallée	Caillouteux	Favorable	Superficiel		> 1200 mm	1
Fonds de vallée	Sableux	Favorable	Peu profond		< 1200 mm	1
Fonds de vallée	Sableux	Favorable	Peu profond		> 1200 mm	0
Fonds de vallée	Sableux	Favorable	Superficiel		< 1200 mm	2
Fonds de vallée	Sableux	Favorable	Superficiel		> 1200 mm	1
Concavités	Argileux, limoneux	Favorable	Peu profond	Froid	< 1200 mm	1
Concavités	Argileux, limoneux	Favorable	Peu profond	Froid	> 1200 mm	0
Concavités	Argileux, limoneux	Favorable	Peu profond	Chaud	< 1200 mm	2
Concavités	Argileux, limoneux	Favorable	Peu profond	Chaud	> 1200 mm	1
Concavités	Argileux, limoneux	Favorable	Superficiel	Froid	< 1200 mm	2
Concavités	Argileux, limoneux	Favorable	Superficiel	Froid	> 1200 mm	1
Concavités	Caillouteux	Favorable	Peu profond	Froid	< 1200 mm	1
Concavités	Caillouteux	Favorable	Peu profond	Froid	> 1200 mm	0
Concavités	Caillouteux	Favorable	Peu profond	Chaud	< 1200 mm	2
Concavités	Caillouteux	Favorable	Peu profond	Chaud	> 1200 mm	1
Concavités	Caillouteux	Favorable	Peu profond très caillouteux	Froid	< 1200 mm	2
Concavités	Caillouteux	Favorable	Peu profond très caillouteux	Froid	> 1200 mm	1
Concavités, fonds de vallées	Caillouteux	Favorable	Substrat affleurant		< 1200 mm	3

RECHERCHE 14 – LA BIODIVERSITE SOUS L'ANGLE DES DYNAMIQUES SYSTEMIQUES CO-  
EVOLUTIVES 89

Contexte topographique et hydrographique	Matériaux / Texture du sol	Drainage du sol	Profondeur / Pierrosité du sol	Exposition	Pluviométrie	Niveau hydrique
Concavités, fonds de vallées	Caillouteux	Favorable	Substrat affleurant		> 1200 mm	2
Concavités	Sableux	Favorable	Peu profond	Froid	< 1200 mm	2
Concavités	Sableux	Favorable	Peu profond	Froid	> 1200 mm	1
Concavités	Sableux	Favorable	Profond		< 1200 mm	1
Concavités	Sableux	Favorable	Profond		> 1200 mm	0
Convexités, plateaux	Argileux, limoneux	Favorable	Profond		< 1200 mm	1
Convexités, plateaux	Argileux, limoneux	Favorable	Profond		> 1200 mm	0
Convexités, plateaux	Argileux, limoneux	Favorable	Peu profond	Froid	< 1200 mm	2
Convexités, plateaux	Argileux, limoneux	Favorable	Peu profond	Froid	> 1200 mm	1
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Profond		< 1200 mm	1
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Profond		> 1200 mm	0
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Peu profond	Froid	< 1200 mm	2
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Peu profond	Froid	> 1200 mm	1
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Substrat affleurant		< 1200 mm	3
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Substrat affleurant		> 1200 mm	2
Convexités, plateaux	Sableux	Modéré	Peu profond		< 1200 mm	2
Convexités, plateaux	Sableux	Modéré	Peu profond		> 1200 mm	1
Convexités, plateaux	Sableux	Modéré	Profond		< 1200 mm	1
Convexités, plateaux	Sableux	Modéré	Profond		> 1200 mm	0
Convexités, plateaux	Sableux	Favorable	Profond		< 1200 mm	2
Convexités, plateaux	Sableux	Favorable	Profond		> 1200 mm	1
	Argileux, limoneux	Excessif			< 1200 mm	6
	Argileux, limoneux	Excessif			> 1200 mm	5
	Caillouteux	Excessif			< 1200 mm	6
	Caillouteux	Excessif			> 1200 mm	5
Concavités	Argileux, limoneux	Favorable	Superficiel	Chaud	< 1200 mm	4
Concavités	Argileux, limoneux	Favorable	Superficiel	Chaud	> 1200 mm	3
Concavités	Caillouteux	Favorable	Peu profond très caillouteux	Chaud	< 1200 mm	4
Concavités	Caillouteux	Favorable	Peu profond très caillouteux	Chaud	> 1200 mm	3
Concavités	Caillouteux	Favorable	Superficiel	Froid	< 1200 mm	3
Concavités	Caillouteux	Favorable	Superficiel	Froid	> 1200 mm	2
Concavités	Caillouteux	Favorable	Superficiel	Chaud	< 1200 mm	4
Concavités	Caillouteux	Favorable	Superficiel	Chaud	> 1200 mm	3
Concavités	Caillouteux	Favorable	Très Superficiel		< 1200 mm	5
Concavités	Caillouteux	Favorable	Très Superficiel		> 1200 mm	4
Concavités	Sableux	Favorable	Peu profond	Chaud	< 1200 mm	3
Concavités	Sableux	Favorable	Peu profond	Chaud	> 1200 mm	2
Concavités	Sableux	Favorable	Superficiel	Froid	< 1200 mm	4
Concavités	Sableux	Favorable	Superficiel	Froid	> 1200 mm	3

Contexte topographique et hydrographique	Matériaux / Texture du sol	Drainage du sol	Profondeur / Pierrosité du sol	Exposition	Pluviométrie	Niveau hydrique
Convexités, plateaux	Argileux, limoneux	Favorable	Peu profond	Chaud	< 1200 mm	3
Convexités, plateaux	Argileux, limoneux	Favorable	Peu profond	Chaud	> 1200 mm	2
Convexités, plateaux	Argileux, limoneux	Favorable	Superficiel	Froid	< 1200 mm	4
Convexités, plateaux	Argileux, limoneux	Favorable	Superficiel	Froid	> 1200 mm	3
Convexités, plateaux	Argileux, limoneux	Favorable	Superficiel	Chaud	< 1200 mm	5
Convexités, plateaux	Argileux, limoneux	Favorable	Superficiel	Chaud	> 1200 mm	4
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Peu profond	Chaud	< 1200 mm	3
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Peu profond	Chaud	> 1200 mm	2
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Peu profond très caillouteux	Froid	< 1200 mm	3
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Peu profond très caillouteux	Froid	> 1200 mm	2
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Peu profond très caillouteux	Chaud	< 1200 mm	5
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Peu profond très caillouteux	Chaud	> 1200 mm	4
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Superficiel	Froid	< 1200 mm	4
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Superficiel	Froid	> 1200 mm	3
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Superficiel	Chaud	< 1200 mm	5
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Superficiel	Chaud	> 1200 mm	4
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Très Superficiel		< 1200 mm	6
Convexités, plateaux	Caillouteux	Favorable	Très Superficiel		> 1200 mm	5
	Sableux	Excessif			< 1200 mm	6
	Sableux	Excessif			> 1200 mm	5
Convexités, plateaux	Sableux	Favorable	Peu profond	Froid	< 1200 mm	3
Convexités, plateaux	Sableux	Favorable	Peu profond	Froid	> 1200 mm	2
Convexités, plateaux	Sableux	Favorable	Superficiel	Froid	< 1200 mm	5
Convexités, plateaux	Sableux	Favorable	Superficiel	Froid	> 1200 mm	4
Concavités	Sableux	Favorable	Superficiel	Chaud	< 1200 mm	5
Concavités	Sableux	Favorable	Superficiel	Chaud	> 1200 mm	4
Convexités, plateaux	Sableux	Favorable	Peu profond	Chaud	< 1200 mm	4
Convexités, plateaux	Sableux	Favorable	Peu profond	Chaud	> 1200 mm	3
Convexités, plateaux	Sableux	Favorable	Superficiel	Chaud	< 1200 mm	6
Convexités, plateaux	Sableux	Favorable	Superficiel	Chaud	> 1200 mm	5

## ANNEXE 5 : TABLE DE CROISEMENT DES DONNEES RELATIVES AU NIVEAU TROPHIQUE

Substrat	Charge	Développement de profil	pH KCl	Phosphore	Niveau Trophique
Calcaire	Calcaire	tous	> 6,2	Riche	3
Calcaire	Calcaire	tous	> 6,2	Pauvre	0
Calcaire	Calcaire	tous	< 6,2	Riche	2
Calcaire	Calcaire	tous	< 6,2	Pauvre	0
Calcaire	Calcaréo-siliceux	tous	> 6,2	Riche	3
Calcaire	Calcaréo-siliceux	tous	> 6,2	Pauvre	0
Calcaire	Calcaréo-siliceux	tous sauf horizon B ferrique ou humique	< 6,2	Riche	2
Calcaire	Calcaréo-siliceux	tous sauf horizon B ferrique ou humique	< 6,2	Pauvre	0
Calcaire	Calcaréo-siliceux	Horizon B humique ou ferrique	< 6,2	Riche	1
Calcaire	Calcaréo-siliceux	Horizon B humique ou ferrique	< 6,2	Pauvre	-1
Calcaire	Siliceux ou autre	tous sauf horizon B ferrique ou humique	tous	Riche	2
Calcaire	Siliceux ou autre	tous sauf horizon B ferrique ou humique	tous	Pauvre	0
Calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B humique ou ferrique	tous	Riche	-1
Calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B humique ou ferrique	tous	Pauvre	-2
Non calcaire	Calcaire	tous	tous	Riche	2
Non calcaire	Calcaire	tous	tous	Pauvre	0
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	tous	> 6,2	Riche	2
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	tous	> 6,2	Pauvre	0
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	Sans dév. de profil	< 6,2	Riche	1
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	Sans dév. de profil	< 6,2	Pauvre	-1
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	Horizon B textural ou structural	5,3 < pH < 6,2	Riche	1
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	Horizon B textural ou structural	5,3 < pH < 6,2	Pauvre	-1
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	Horizon B textural ou structural	4,5 < pH < 5,2	Riche	1
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	Horizon B textural ou structural	4,5 < pH < 5,2	Pauvre	-1
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	Horizon B textural ou structural	< 4,5	Riche	-1
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	Horizon B textural ou structural	< 4,5	Pauvre	-2
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	Horizon B textural ou structural	< 6,2	Riche	-1
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	Horizon B textural ou structural	< 6,2	Pauvre	-2
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	Horizon B humique ou ferrique distinct	< 6,2	Riche	-2
Non calcaire	Calcaréo-siliceux	Horizon B humique ou ferrique distinct	< 6,2	Pauvre	-3
Non calcaire	Siliceux ou autre	Sans dév. de profil	tous	Riche	1
Non calcaire	Siliceux ou autre	Sans dév. de profil	tous	Pauvre	-1
Non calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B textural ou structural	> 6,2	Riche	1
Non calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B textural ou structural	> 6,2	Pauvre	-1
Non calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B textural ou structural	5,3 < pH < 6,2	Riche	1
Non calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B textural ou structural	5,3 < pH < 6,2	Pauvre	-1
Non calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B textural ou structural	4,5 < pH < 5,2	Riche	-1

Substrat	Charge	Développement de profil	pH KCl	Phosphore	Niveau Trophique
Non calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B textural ou structural	4,5 < pH < 5,2	Pauvre	-2
Non calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B textural ou structural	< 4,5	Riche	-2
Non calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B textural ou structural	< 4,5	Pauvre	-3
Non calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B textural tacheté ou humique et ferrique peu distinct	tous	Riche	-1
Non calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B textural tacheté ou humique et ferrique peu distinct	tous	Pauvre	-2
Non calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B humique ou ferrique distinct	tous	Riche	-2
Non calcaire	Siliceux ou autre	Horizon B humique ou ferrique distinct	tous	Pauvre	-3