



Expertises – Études – R. & D.
Sols – Environnement

RAPPORT D'ACTUALISATION DES CHARGES CRITIQUES EN AZOTE, SOUFRE POUR LES ECOSYSTEMES FORESTIERS ET DE VEGETATION NATURELLE

Travaux menés en collaboration avec l'ISSEP

Ministère de la Région Wallonne
Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement



Vincent Vanderheyden

Mars 2019

Contenu

I. INTRODUCTION.....	3
II. ACTUALISATION DES CHARGES CRITIQUES EN COMPOSÉS ACIDIFIANTS ET EUTROPHISANT	4
IV.1.2. QUANTITÉS EN BASES CATIONIQUES BCu ET AZOTE PRÉLEVÉ NU PAR LA VÉGÉTATION	4
IV.1.3. ACTUALISATION DES QUANTITÉS EN BASES CATIONIQUES DÉPOSÉES	12
IV.1.4. DONNÉES DU TAUX D'ALTÉRATION	15
IV.1.5. DONNÉES DU FLUX D'EAU ET DU PH CRITIQUE	19
IV.1.6. CARTE D'OCCUPATION DU SOL	23
IV.1.7. INVENTAIRES FORESTIERS	23
IV.1.8. CARTOGRAPHIE DES CHARGES CRITIQUES N ET S	27

I. INTRODUCTION

Ce rapport fait la synthèse des travaux menés en 2015-2016-2017-2019 en vue de l'actualisation des charges critiques en composés acidifiant, eutrophisant.

Ces travaux ont permis à la région de répondre à ses obligations internationales en février 2019.

Le travail prévu est le suivant :

Volet « composés acidifiants et eutrophisant » :

- Actualisation des données de charges critiques en composés acidifiants et eutrophisant ;
- Rapportage des données actualisées auprès de la Convention LRTAP (Call for data 2019) ;

II. ACTUALISATION DES CHARGES CRITIQUES EN COMPOSÉS ACIDIFIANTS ET EUTROPHISANT

IV.1.2. Quantités en bases cationiques BCu et azote prélevé Nu par la végétation

L'absorption des nutriments tels que les bases cationiques (BC = Ca, Mg, K) et l'azote (N) par la végétation est un aspect important pour l'estimation des charges critiques. A la fois pour les BC et l'azote, c'est la quantité nette prélevée par les végétaux et exportée de l'écosystème qui est à définir. L'exportation s'effectue pour les forêts lors de coupe et de récolte du bois. Toutefois, pour certaines essences, seuls les troncs avec ou sans écorce sont exportés, les feuilles et les branches restent sur le site. Les quantités en bases cationiques et en azote exportées du site doivent donc être estimées en tenant compte des pratiques forestières. En Région wallonne, l'écorce et les branches des conifères restent généralement sur site, seuls les troncs sont exportés. Par contre, pour les chênes et les hêtres, que ce soit pour une utilisation en papeterie, en menuiserie ou comme bois de chauffage, l'écorce et les branches sont emmenées hors du site.

Ces quantités en BC et N prélevées (ég/ha/an) par les écosystèmes forestiers et exportées de l'écosystème ont pu être estimées grâce aux relations suivantes :

$$\text{BCu ou Nu} = \text{taux d'accroissement} \times \text{densité du bois} \times \text{teneur en éléments} \times (\text{Z} / \text{PM})$$

où :

- les taux d'accroissement annuels des forêts sont exprimés en m³/ha/an. Ces taux d'accroissement ont été calculés pour différents territoires écologiques dans le cadre de l'inventaire des massifs forestiers de la Wallonie par le Ministère de la Région wallonne. Le dernier inventaire a débuté en 2000 et est toujours en cours. Ces accroissements étant estimés à partir de la variation de la dimension des troncs des arbres en fonction du temps, ils reflètent donc bien la quantité de bois fort tige produite annuellement (bois fort tige = tronc + branche principale jusqu'à 7 cm de diamètre). Réaliser l'estimation des quantités BCu et Nu sur base du taux d'accroissement annuel permet de moduler les valeurs selon les territoires écologiques en tenant compte indirectement des facteurs pédo-climatiques locaux. Le tableau 7 reprend les différents taux d'accroissement pour les forêts de feuillus et de conifères par territoire écologique. Le taux d'accroissement d'une forêt mixte au sein d'un territoire est la moyenne du taux des feuillus et des conifères. On fait donc l'hypothèse que les forêts mixtes sont composées de 50% de feuillus et 50% de conifères.
- la densité d'un feuillus et d'un conifère est exprimée en tonne/m³. Pour un chêne (*Quercus robur*) cultivé à Wavreille, une valeur de 0,69 tonne/m³ est mesurée (Duvigneaud *et al.*, 1969), tandis que pour un chêne cultivé sur un sol pauvre à Waroneu, une valeur d'infra-densité pondérée de 0,59 est calculée (Bosman *et al.*, 2000). En ce qui concerne les conifères (*Picea abies*), une valeur de 0,36 tonne/m³ est avancée (Dalhem, 1997),
- la teneur en éléments correspond à la concentration en bases cationiques et en azote dans les troncs.

- Z / PM permet d'exprimer le résultat en équivalent. Z correspond à la charge de l'élément et PM à son poids moléculaire (en gramme).

Les données disponibles et la méthodologie suivie pour estimer les teneurs en éléments dans les troncs, les branches et les écorces sont données ci-dessous.

Pour les conifères

Dalhem (1997) renseigne des teneurs en éléments pour le *Picea abies* cultivé en Haute-Ardenne (Robinette).

Le tableau ci-dessous reprend les données de Dalhem (1997) et d'autres issues de la littérature.

Contenu en nutriments (mg kg^{-1}) et infra-densité (g cm^{-3}) dans le tronc de *Picea abies* (sd, n=12) de la Robinette et valeurs de la littérature.

	Age (années)	Infra-densité	Ca	Mg	K	N
Tronc sans écorce de la Robinette (Dalhem 1997)	60-90	0.36	604.7 (95.9)	104.9 (43.6)	644.1 (106.8)	791.6 (19)
(Fober, 1977)	100		870	-	200	880
(Nys <i>et al.</i> , 1983)	50		700	100	400	800
(Le Goaster <i>et al.</i> , 1991)	85		700	100	400	900
(Ranger <i>et al.</i> , 1992)	85		600	130	400	600

() déviation standart

Les contenus en éléments analysés dans les troncs des épicéas du bassin versant de la Robinette sont du même ordre de grandeur que ceux cités dans la littérature pour des sites pauvres des Ardennes ou des Vosges.

L'infra-densité du bois est relativement basse et pourrait résulter d'un déficit en minéraux ou d'une pollution (Lindstrom, 1996 et Sander *et al.* 1995). La densité de l'épicéa est légèrement inférieure à la fourchette de densités préconisée par le manuel des méthodologies ($0,4-0,5 \text{ g cm}^{-3}$; UAB, 1996).

Par contre, les rapports nutriments/azote, présentés ci-dessous, sont proches de ceux recommandés par le manuel des méthodes.

Rapports nutriment sur azote (eq eq⁻¹) dans le tronc de *Picea abies* et valeurs citées dans UAB, 1996.

	Ca:N	Mg:N	K:N	BC:N
Robinette	0.53	0.15	0.29	0.98
Norway spruce	0.6	0.2	0.2	0.90
Scots pine	0.4	0.15	0.12	0.70

Pour les hêtres

Une étude réalisée, par l'UCL (Unité des Eaux et Forêts), sur des hêtres cultivés dans la forêt de Soignes (Bruxelles) renseigne les teneurs en éléments suivantes :

Tableau : Teneurs dans les hêtres [mg/kg bois sec]

Paramètres	SOIGNES Bois du tronc	BAILLEUX Bois du tronc	BAILLEUX Ecorce du tronc	BAILLEUX Bois+ écorce du tronc moyenne pondérée	BAILLEUX Bois fort tige Bois >7cm moyenne pondérée D130 = 45 cm
[Ca]	756	689	9783	1319	1319
[Mg]	127	202	412	217	240
[K]	1150	1041	2045	1111	1142
∑ [Ca] + [Mg] + [K]	2033	1932	12240	5638	2701
[N]	960	3605	10775	4102	3693
Densité	0,66 tonne /m ³			0.61	0.61

Ces teneurs concernent donc uniquement le bois du tronc sans écorces et ne concerne pas non plus les branches. Pour le hêtre, en l'absence de données relatives à l'écorce, seules les teneurs en éléments du tronc seront considérées. Notons que, contrairement au chêne, la quantité d'écorce est faible et donc la sous-estimation du paramètre BC sera faible.

Une seconde étude réalisée, par l'UCL en 2010 (Frédéric André et al. 2010. Biomass and nutrient content of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) stem and branches in a mixed stand in southern Belgium) sur des hêtres cultivés à Bailleux, sur un sol brun acide. Cette étude a réalisé des analyses sur des arbres de différentes tailles (diamètres des troncs à 130 cm allant de 10 à 50 cm). La comparaison des résultats avec les données de la forêt de Soignes indique que pour le tronc sans écorce, on a une teneur en bases cationiques similaire, par contre, on a une teneur en azote nettement plus élevée.

Les teneurs des hêtres de la forêt de Soignes seront appliqués pour tous les sols acides et tourbeux et les teneurs des hêtres de Bailleux pour tous les sols faiblement acide et basiques de la Région wallonne.

Pour les chênes (*Quercus Robur*)

L'estimation des teneurs en éléments dans les chênes se base sur trois études détaillées wallonnes.

La première est réalisée sur des chênes, d'âge moyen de 120 ans, cultivés en basse Famenne à Wavreille, dans une plaine schisteuse, de schistes et de calcaires du Dévonien moyen (Duvigneaud, 1969).

La seconde étude fut réalisée sur des chênes pédonculés cultivés sur un sol acide à Waroneu en Haute-Ardenne (Bosman *et al*, 2000). Neuf chênes âgés de 60 à 90 ans d'une circonférence moyenne de 103 cm (min 65 ; max 125) à une hauteur de 130 cm ont été abattus en octobre 1998. En plus du tronc, 3 ordres de branches ont été définis : niveau I = grosses branches directement à la jonction avec le tronc, niveau II = les branches avec écorce rugueuse et un diamètre de 10-15 cm et niveau III = les branches avec écorce lisse et un diamètre de 3-6cm.

La troisième fut réalisée sur des chênes cultivés sur un sol brun acide à Chimay (rapport mai 2001 Unité des Eaux et Forêts –UCL).

La quatrième étude a été réalisée par l'UCL en 2010 (Frédéric André *et al*. 2010. Biomass and nutrient content of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) stem and branches in a mixed stand in southern Belgium) sur des chênes cultivés à Bailleux, sur un sol brun acide. Cette étude a réalisé des analyses sur des arbres de différentes tailles (diamètres des troncs à 130 cm allant de 10 à 60 cm). Pour le calcul des concentrations, les données pour un diamètre de 45 cm ont été utilisées.

Le tableau ci-dessous reprend les teneurs en éléments dans les chênes calculées à partir des données issues des quatre études.

La confrontation des résultats indique que la nature du sol a un effet sur le cycle des éléments biogènes. On constate que les teneurs en éléments dans les chênes de Wavreille et de Chimay sont relativement similaires. L'absorption de l'azote paraît moins affectée par la nature du sol.

Afin de tenir compte pour les chênaies de la nature du sol, les données de Waroneu seront extrapolées aux chênaies implantées sur sols acides ou tourbeux et les données de Wavreille, Chimay et Bailleux aux chênaies sur sols faiblement acides ou basiques.

Tableau : les teneurs en éléments dans les chênes

Eléments	Teneurs dans le tronc mg/kg sec		Teneurs dans les branches mg/kg sec		Teneurs moyennes pondérées chêne mg/kg sec	Teneurs moyennes pondérées chêne mg/kg sec
	bois	écorce	bois	écorce	total arbre	« Exporté »
Chimay						Bois >7cm
K	757	2711		1698	1269	1129
Ca	471	39944		4053	3894	3874
Mg	36	421		247	148	104
N	1269	5660		3487	2465	1905
Bailleux						D130 = 45 cm Bois >7cm
K					1109	1022
Ca					2408	2383
Mg					141	111
N					3097	2797
Wavreille						Tronc+ Branches sans rameaux
K	997	1302		1766	1257	1225
Ca	443	21905		4311	3854	3791
Mg	146	1016		370	304	290
N	1557	3429		3929	2456	2207
Waroneu(1)						Bois >6 cm
K	415	1159	615	1303	599	567
Ca	294	15751	421	11748	2342	2240
Mg	19	243	48	318	67	59
N	1101	5328	1348	6039	1868	1762

(1) Teneurs moyennes pondérées sur base des quantités mesurées en bois tronc, branches de niveaux I, II et III, et en écorces.

Pour les charmes

L'estimation des teneurs en éléments dans les charmes se base sur une étude wallonne réalisée sur des charmes cultivés sur un sol brun acide à Chimay (rapport mai 2001 Unité des Eaux et Forêts –UCL).

Tableau : les teneurs en éléments dans les charmes

Eléments	Teneurs mg/kg sec		Teneurs moyennes pondérées pour le total charme mg/kg sec	Teneurs moyennes pondérées pour le bois >7 cm mg/kg sec
	Tronc + écorce	Branches + écorce		
Chimay				
K	778	1587	985	780
Ca	2001	3450	2371	1999
Mg	251	455	303	250
N	2499	5249	3202	2496

Méthodologie d'extrapolation des BC_u et N_u au territoire wallon

Les teneurs des hêtres de la forêt de Soignes seront appliqués pour tous les sols acides et tourbeux et les teneurs des hêtres de Bailleux pour tous les sols faiblement acide et basiques de la Région wallonne.

Afin de tenir compte pour les chênaies de la nature du sol, les données de Waroneu seront extrapolées aux chênaies implantées sur sols acides ou tourbeux et les données de Wavreille, Chimay et Bailleux aux chênaies sur sols faiblement acides ou basiques.

Disposant des données d'accroissement de feuillus, autres que les chênes et les hêtres, la moyenne des teneurs des charmes + chênes + hêtre sera appliquée pour calculer les paramètres BC_u et N_u des autres feuillus, tel que mentionné dans le tableau 7 reprenant les taux d'accroissement par essence.

Ne connaissant pas la densité du charme, la densité du hêtre sera appliquée, soit 0,66 tonne/m³.

Pour les résineux du territoire wallon, les teneurs des épicéas du site la Robinette seront utilisés.

Grâce aux inventaires forestiers, les calculs de BC_u et de N_u peuvent se réaliser par maille en pondérant ces paramètres sur base du nombre d'essences feuillues (hêtre, chêne et autres feuillus) et résineuses.

En conclusion, les paramètres BCu et Nu sont modulés en fonction :

- des pratiques forestières (biomasse exportée), on considère essentiellement le bois d'un diamètre supérieur à 7 cm
- des essences,
- du taux d'accroissement. Les données sont fournies pour le bois fort tige (bois > 7cm)
- de la proportion des essences au sein d'une maille,
- et du type de sol.

Le tableau 1 ci-dessous synthétise les données transmises 2019.

Tableau 1 : récapitulatif des essences et attribution en fonction du type de sol pour l'extrapolation des données à toute la Région wallonne.

Localisation		Soignies	Bailleux		Robinette	Waroneu	Wavreille	Chimay	Bailleux		Chimay	
Partie arbre		teneur tronc sans écorce	teneurs arbres > 7 cm		teneurs tronc sans écorce	Teneurs dans les arbres bois > 7 cm					arbres >7 cm	
Sources		UCL	UCL		Ulg	Ulg	Duvigneau	UCL	UCL		UCL	
Essences		hêtre	hêtre	hêtres	épicéas	Chêne	Chênes	Chênes	chênes	moyenne chênes	charmes	autres feuillus
Type sol		"sol acide"	brun acide	moyenne		acide-tourb	basique	brun acide	brun acide		brun acide	moyenne hêtre+chênes+charme
Extrapolation RW		pour sol acide et tourbeux	pour sols faiblement acide et basique		pour tous les résineux	pour sol acide et tourbeux				pour sols faiblement acide et basique	basique	pour tous les autres feuillus
Ca	mg/kg	756	1319	1037.5	604.7	2240	3791	3874	2383	3349	1999	1725
Mg	mg/kg	127	240	183.5	104.9	59	290	104	111	168	250	132
K	mg/kg	1150	1142	1146	644.1	567	1225	1129	1022	1125	780	724
N	mg/kg	960	3693	2326.5	791.6	1762	2207	1905	2797	2303	2496	1778
densité	tonne/m3	0.66	0.61	0.635	0.36	0.59	0.69	0.69	0.59	0.657	0.66	0.508

IV.1.3. Actualisation des quantités en bases cationiques déposées

La quantité totale de dépôts en bases cationiques « $BC_{dép}$ » est définie par la relation suivante :

$$BC_{dép} = Ca_{dép} + Mg_{dép} + K_{dép} + Na_{dép}$$

Toutefois seules les bases cationiques (Ca + Mg + K) sont considérées comme physiologiquement actives et permettent de contrecarrer les dépôts acides. Le sodium est considéré comme un traceur et permet d'effectuer une correction en fonction de la contribution marine, en faisant l'hypothèse que tout le sodium est d'origine marine. En effet, pour le calcul des charges critiques, il convient de ne considérer que l'apport en éléments chimiques d'origine anthropique.

Si les dépôts de chlorures ne sont pas uniquement d'origine marine, cet élément est pris en considération lors du calcul des charges critiques. Il intervient au même titre que le soufre ou l'azote comme élément acidifiant.

En considérant le sodium de l'air ambiant comme traceur, la soustraction des éléments marins aux dépôts des bases cationiques est effectuée sur base de la relation suivante :

$$X_{dép}^* = X_{dép} - Na_{dép} (X_{sw}/Na_{sw})$$

avec :

$X_{dép}^*$: quantité de l'élément considéré, corrigée de la part d'origine marine.

$X_{dép}$: quantité totale déposée de l'élément X

X_{sw}/Na_{sw} : rapport de concentration (ég/ég) de X et de Na dans l'eau de mer. Ce rapport est égal à 0,227 pour le Mg ; 0,044 pour le Ca ; 0,021 pour le K et 1,164 pour le Cl.

Dans une forêt, la quantité totale en éléments qui arrive au sol peut être calculée grâce aux données de pluviollessivats. Deux types de pluviollessivats peuvent être définis : le « stemflow » (percolation de l'eau le long des branches et du tronc) et le « throughfall » (eau qui traverse le feuillage). Les éléments chimiques contenus dans les pluviollessivats sont issus :

- des dépôts humides, dont la composition est celle au-dessus de la forêt.
- des dépôts secs ; ceux-ci se déposent directement au sol ou d'abord sur le feuillage et les parties ligneuses pour ensuite être emportés par les eaux de pluie qui percolent à travers le feuillage.
- des échanges physiologiques. Les feuilles peuvent excréter (ou absorber) une série de composés chimiques amenés au sol avec l'eau de pluie.

Pour estimer ces quantités en bases cationiques et en chlorures déposées au sol, les données de pluviollessivats (throughfall + stemflow) des sites de Waroneu, de Robinette, de la Doucette, du Burhé, de Chimay, de Louvain-la-Neuve et de Virton sont utilisées. La correction pour la contribution marine est effectuée sur ces données et une valeur moyenne est calculée sur base des données disponibles des 5 années les plus récentes. En ce qui concerne le chlorure, suite à cette correction, la totalité de celui est soustraite.

La relation finale suivante est finalement obtenue pour les dépôts en bases cationiques et en chlorure :

$$BC_{dép}^* - Cl_{dép}^* = Ca_{dép}^* + Mg_{dép}^* + K_{dép}^* - Cl_{dép}^*$$

La quantité en éléments apportés dans les pluviollessivats suite aux échanges physiologiques est négligée étant donné que ces phénomènes sont difficilement quantifiables. D'après le Manuel de Méthodologie, à l'exception du potassium, ces apports seraient négligeables comparativement aux autres apports.

Les quantités en bases cationiques déposées sont rassemblées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Quantité de bases cationiques totales et anthropiques mesurées dans les pluviollessivats. Moyenne 1997-2002 pour les sites Waroneu (chênes), Burhé et Doucette et 2012-2016 pour Robinette et Waroneu(épicéas) et 2012-2017 pour Gedinne, Virton, LLN et Chimay.

Sites	Essences	BC _{dép}	BC _{dép} * - Cl _{dép} * =
		Ca _{dép} + Mg _{dép} + K _{dép}	Ca _{dép} * + Mg _{dép} * + K _{dép} *
		éq/ha/an	éq/ha/an
Robinette (Hertogenwald)	épicéas	715	522
Waroneu (Hertogenwald)	épicéas	804	605
	chênes	1570	1148
Burhé (Croix-Scaille)	épicéas	1869	1492
Doucette (Croix-Scaille)	épicéas	1894	1532
Gedinne	épicéas	1348	1144
Virton	hêtres	1135	1034
Louvain-la-Neuve	hêtres	1034	877
Chimay	chênes	1520	1411

Données des sites Gedinne, Virton, Louvain-la-Neuve et Chimay issues du SUIVI DES PLACETTES REGIONALES (NIVEAUX II & III) DU RESEAU EUROPEEN D'OBSERVATION INTENSIVE ET CONTINUE DES ECOSYSTEMES FORESTIERS n° visa 16/23577 », le bailleur "SPW_DEMNA", le contractant "UCLouvain - Earth and Life Institute", les responsables scientifiques "Quentin Ponette et Hugues Titeux"

Données des sites de Robinette, Waroneu, Burhé et Doucette sont issues des données du SUIVI DES PLACETTES par l'Université de Liège, InBioS-Plant and Microbial Ecology. La responsable scientifique est Monique Carnol.

Le tableau 3 indique la méthodologie utilisée pour attribuer des valeurs de dépôts en bases cationiques (BC-Cl*_{dép} [éq/ha/an]) aux forêts de conifères, de feuillus pour les différentes régions de Wallonie en fonction des sites d'études (Robinette, Waroneu, Chimay, Doucette, Burhé, Gedinne, Louvain-la-Neuve, Virton). A défaut de valeurs de retombée dans un territoire écologique, une valeur ou une valeur moyenne sera attribuée en tenant compte de la localisation et des quantités de précipitations. Il existe, en effet, une certaine corrélation entre la quantité de BC_{dép} et la quantité de précipitations.

Tableau 3 : Extrapolation des BC-Cldép à l'ensemble des territoires écologiques. Valeurs actualisées en 2019 (tableau 2).

Territoires écologiques	Conifères épicéas	Feuillus Chênes	Feuillus Hêtres
Hautes-Ardennes			
stations de référence	Robinette Waronneu	Waroneu	Waroneu
(BC-Cl)* _{dép} [éq/ha/an]	563	1148	1148
Ardenne centro-orientale			
stations de référence	Robinette, Waroneu, Gedinne, Doucette, Burhé	Chimay	Virton
(BC-Cl)* _{dép} [éq/ha/an]	1059	1411	1034
Ardenne occidentale			
stations de référence	Doucette Burhé Gedinne	Chimay	Virton
(BC-Cl)* _{dép} [éq/ha/an]	1389	1411	1034
Ardenne méridionale, Vallées supérieures de la Semois, Côte de Florenville Côte d'Éthe et Messancy, Côte de Moselle.			
Stations de référence	Gedinne, Doucette, Burhé	Virton	Virton
(BC-Cl)* _{dép} [éq/ha/an]	1389	1034	1034
Autres régions (sillon Sambre et Meuse)			
Stations de référence	Robinette, Waroneu, Gedinne, Doucette, Burhé	Louvain-la-Neuve	Louvain-la-Neuve
(BC-Cl)* _{dép} [éq/ha/an]	1059	877	877

* retrait de la part d'origine marine.

IV.1.4. Données du taux d'altération

En 2000, le taux d'altération en base cationique avait été calculé sur base des équations polynomiales dégagées pour dix sols wallons.

Pour chacun des dix sols wallons, la relation qui existe entre l'input cumulé de protons et l'output cumulé en bases cationiques a été paramétrisé en utilisant des fonctions de type polynomiale. Les équations qui décrivent ces fonctions sont les suivantes :

Sites	Calcul du taux d'altération $y = BC \text{ (éq/ha/an)} ; x = \text{input d'H}^+ \text{ (éq/ha/an)}$	Profondeur considérée pour établir l'équation
Bande	$y = -5.509E-10x^3 + 7.023E-06x^2 + 0.6721x$ $R^2 = 0.9999$	0,5 m
Chimay	$y = -1.075E-09x^3 + 2.510E-05x^2 + 1.261x$ $R^2 = 0.9991$	0,40
Eupen chêne	$y = -3.294E-10x^3 - 4.338E-06x^2 + 1.147x$ $R^2 = 0.9998$	0,25
Eupen Epicéa	$y = 1.581E-10x^3 - 1.130E-05x^2 + 0.4835x$ $R^2 = 0.9989$	0,25
Hotton	$y = 8.288E-10x^3 - 4.336E-05x^2 + 4.889x$ $R^2 = 0.9998$	0,5 m
Louvain-la-Neuve	$y = 3.614E-10x^3 - 2.054E-05x^2 + 0.7267x$ $R^2 = 0.9985$	0,5 m
Meix-dvt-Virton	$y = -3.545E-10x^3 + 1.675E-06x^2 + 0.5180x$ $R^2 = 0.9976$	0,5 m
Transinne	$y = 3.729E-10x^3 - 2.627E-05x^2 + 0.6454x$ $R^2 = 0.9818$	0,5 m
Ruette	$y = 1.111E-09x^3 - 5.334E-05x^2 + 3.970x$ $R^2 = 0.9995$	0,5 m
Willerzie	$y = 6.326E-10x^3 - 3.396E-05x^2 + 0.6921x$ $R^2 = 0.9976$	0,5 m

NB : les fonctions passent par la coordonnée (0,0).

Comme le taux d'altération en base cationiques dépend de l'input en acidité, il y lieu de définir cet input en acidité.

L'approche suivie en 2000 pour estimer l'input critique ou acceptable en acidité était de considérer que la quantité en bases cationiques qui entre dans l'écosystème doit être égale à celle qui sort, de manière à ne pas appauvrir le sol, d'autant plus que les carences en Mg sont parfois avancées pour expliquer les symptômes de dépérissement des arbres.

L'équation d'équilibre s'établirait donc comme suit :

$$BC_{dép} = BC_w + BC_u$$

Avec :

$BC_{dép}$ et BC_w , respectivement la quantité en bases cationiques (Ca+ Mg + Na + K) déposée et altérée.

BC_u : la quantité en bases cationiques absorbée par les arbres et exportée de l'écosystème.

En 2000, sur base de la quantité minimale de dépôt de bases cationiques (1800 éq/ha/an à Virton) et la quantité maximale absorbée par les arbres (900 éq/ha/an), une quantité en bases cationiques pouvant être altérée de 900 éq/ha/an/50cm sur base des sols avait été calculée. Sur base du sol de Bande, la quantité d'input d'acide était de 1320 éq/ha/an (tableau 4). Toutefois en vue de préserver les sols sensibles des sites d'Eupen sous épicéas, une valeur de 900 éq/ha/an en acidité avait été retenue en introduisant un coefficient de sécurité de 0.7. De ce fait, le taux d'altération pour le site d'Eupen sous épicéas était de 852 éq/ha/an.

Tableau 4 : Comparaison des taux de libération des bases cationiques (BCw) calculés avec ceux proposés par le manuel des méthodologies (UBA, 1996).

Sites	Valeurs calculées avec 1320 éq/ha/an d'acidité.	Valeurs calculées avec 900 éq/ha/an d'acidité.	Valeurs proposées par le manuel des méthodologies
	[éq BCw/ha/an/50cm]	[éq BCw/ha/an/50cm]	[éq BCw/ha/an/50cm]
Bande	900	610	125
Chimay	2132	1443	1375
Eupen Chêne	3011	2057	875
Eupen Epicéa	1238	852	625
Hotton	6380	4366	5000
Louvain-la-Neuve	924	638	750
Meix-dvt-Virton	686	467	375
Ruette	807	3531	1375
Transinne	5150	560	625
Willerzie	856	596	625

En vue de vérifier, la pertinence de cet input en acidité, deux approches sont analysées :

- sur base de l'équation $BC_{dép} = BC_w + BC_u$

avec $BC_{dép} = 1320$ éq/ha/an et $BC_u \text{ max} = 838$ éq/ha/an, on a $BC_w = 482$ éq/ha/an
si l'on considère le percentile 90 du BC_u (614 éq/ha/an), on a 706 éq/ha/an

on remarque que la quantité altérée pour préserver l'équilibre est moindre suite à une réduction des retombées en bases. En considérant le P_{90} en BC_u , on a une valeur relativement proche des 852 éq/ha/an.

- Sur base de l'acidité potentielle nette. Le tableau 5 ci-dessous reprend pour les différents sites, l'acidité potentielle. On constate que pour les sites sous feuillus, l'acidité est bien neutralisée par les bases cationiques. Seuls les sites sous épicéas présentent des acidités potentielles plus élevées. Si l'on considère la valeur moyenne des acidités potentielles des sites sous épicéas, on obtient une valeur de 966 éq/ha/an. Cette valeur est très proche de la valeur de 900 éq/ha/an fixée pour préserver les sites d'Eupen sous épicéas.

Tableau 5 : acidité potentielle $AC_{pot} = S_{dép} + N_{dép} - (BC_{dép} - Cl_{dép})$ pour différents sites

2008-2013	2008-2013	1997-2002	1997-2002	1997-2002	2008-2014	2008-2014	2008-2014	2008-2014
Robinette	Waroneu	Waroneu	Burhé	Doucette	Gedinne	Virton	LLN	Chimay
épicéas	épicéas	Chênes	épicéas	épicéas	épicéas	hêtres	hêtres	chênes
Acidité potentielle nette (ég/ha/an)								
1135	1426	249	670	847	753	-55	297	-577

Pour rappel, au plus le taux d'altération est élevé, au plus la charge critique en N et S acidifiant est élevée (voir équation ci-dessous). Ce taux d'altération n'intervient pas pour la charge critique en azote eutrophisant. Etant donné que la valeur moyenne de l'acidité potentielle (966 ég/ha/an) est proche de la valeur de 900 ég/ha/an, il est proposé de maintenir cette valeur d'input.

Charge critique minimale pour l'azote acidifiant, $CL_{min}(N)$

$$CL_{min}(N) = Ni + Nu \quad \text{en } \text{ég} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$$

Charge critique maximale pour l'azote acidifiant, $CL_{max}(N)$

La charge critique maximale en azote $CL_{max}(N)$ est définie par la relation suivante :

$$CL_{max}(N) = Ni + Nu + (BC-Cl)_{dep}^* + BC_w - BC_u - ANC_{le(crit)} \quad \text{en } \text{ég} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$$

En combinant avec les équations établies pour la charge critique minimale en azote et maximale en soufre énoncées ci-dessus, on obtient la relation suivante :

$$CL_{max}(N) = CL_{min}(N) + CL_{max}(S) \quad \text{en } \text{ég} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$$

Charge critique pour l'azote eutrophisant, $CL_{nut}(N)$

$$CL_{nut}(N) = Ni + Nu + N_{de} + N_{le} \quad \text{en } \text{ég} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$$

IV.1.5. Données du flux d'eau et du pH critique

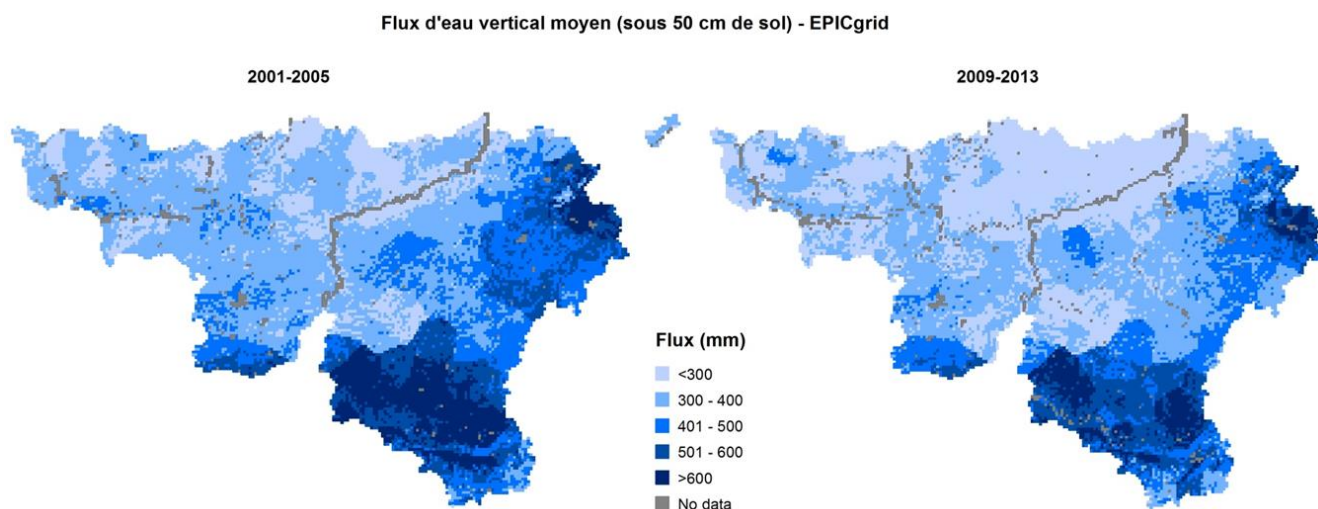
Le flux d'eau Q_{le} désigne le surplus de précipitation, c.à.d. la quantité d'eau qui quitte la zone racinaire. Cette quantité est estimée via le modèle EPICgrid (Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux). La figure ci-dessous donne les valeurs de flux fournies par ce modèle pour deux périodes 2001- 2005 et 2009-2013. La période 2009-2013 est retenue pour l'actualisation des charges critiques. On constate en moyenne une diminution du flux d'eau sous 50 cm.

Le flux d'eau intervient pour le calcul de la capacité d'un sol à neutraliser l'acidité (ANC, Acid Neutralisation Capacity) comme suit :

$$ANC_{le(crit)} = -Al_{le(crit)} - H_{le(crit)} = - Q_{le} ([Al]_{crit} + [H]_{crit})$$

où : Q désigne le surplus de précipitation, c.à.d. la quantité d'eau qui quitte la zone racinaire ($m^3/ha/an$) ; et $[Al]_{crit}$, $[H]_{crit}$ désignent les concentrations critiques en aluminium et protons (eq/m^3) et l'indice 'crit' se réfère au seuil défini comme critique, c.à.d. au-delà duquel des effets néfastes ne peuvent se produire.

➔ On constate donc que si le flux diminue, la valeur de la charge critique diminue.



Remarques : Le CCE propose de modifier la valeur du pH critique recommandé dans le manuel de méthodologie. il propose que le pH critique passe de 4 à 4,2.

En ce qui concerne la Wallonie, SITEREM avait déjà proposé un pH supérieur. Le rapport SITEREM de 2000 « Estimation des charges critiques et des excès en polluants acidifiants pour les écosystèmes forestiers et aquatiques wallons » écrivait :

SITEREM S.A. siège social 4 Cour de la Tailleffe 1348 Louvain-la-Neuve
 Tél. +32(0)10 45 71 19 Fax +32(0)10 45 38 33 E-mail info@siterem.be
 SITEREM S.A. siège d'exploitation 127-129 Rue Colonel Bourg 1140 Bruxelles
 Tél. +32(0)2 609 87 70 E-mail info@siterem.be

« Il est donc important de relever que le pH critique de 4 recommandé par le manuel des méthodologies est trop bas. Il ne permettrait de préserver que les essences forestières d'Eupen épicéas et de Bande contre une toxicité aluminique. Un pH solution de 4,3 –4,4 serait plus pertinent pour la majorité des sols wallons ».

Pour la Wallonie, comme notre pH critique avait déjà été adapté en fonction de la sensibilité des sols, le pH de 4,2 recommandé en 2015 par le CCE (manuel, chapitre V.3.2.2.2.) n'est pas appliqué car ne permettrait pas de préserver nos écosystèmes.

Un rappel de la méthodologie de calcul est donné ci-dessous :

Les concentrations en Al et en H peuvent être approchées grâce à l'équilibre de dissolution de la Gibbsite :

$$K_{\text{gibb}} = [\text{Al}] / [\text{H}]^3$$

Dans le calcul de l'ANC_{le(crit)}, le modèle SSMB propose de fixer une valeur de [H]_{crit} égale à 0,1 eq/m³, en considérant que pH = 4 est un pH critique en solution (valeur seuil) pour les sols forestiers.

Etant donné que la dissolution des oxydes d'aluminium diminue lorsque la teneur en matière organique du sol augmente, le manuel des méthodologies (1996) propose des valeurs d'équilibre de la Gibbsite en fonction de la teneur en matière organique des sols.

Etant donné l'impact de ce paramètre sur la valeur de la charge critique, une étude spécifique a été réalisée sur 10 sols représentatifs wallons pour affiner la valeur de la constante d'équilibre (Brahya & Delvaux, 2000).

Cette étude indique clairement que le choix de la Gibbsite comme minéral contrôlant l'activité en Al³⁺ dans les solutions du sol n'est pas pertinent dans le cas des sols wallons étudiés.

La saturation en Al³⁺ des solutions du sol (définie comme $\text{pH} - 1/3 * \text{pAl}^{3+}$) varie fortement au cours du temps et en fonction de la profondeur du sol (Matzner *et al.*, 1998). Dès lors, pour chaque type de sol, une valeur moyenne de $-\text{pKAl}_{\text{ox}}$ est calculée à partir des valeurs de $-\text{pKAl}_{\text{ox}}$ déterminées pour (i) les solutions du sol récoltées *in situ*, (ii) les percolats obtenus lors des expérimentations en colonne et (iii) les extraits de sols obtenus en *batch*, à partir des horizons minéraux les plus profonds (S3). Ces valeurs calculées et utilisées dans cette étude sont rassemblées dans le tableau ci-dessous. Elles sont comparées à celles proposées dans le manuel de méthodologies.

Tableau : Valeurs de $-pK_{gibb}$ calculées et valeurs proposées par le manuel de méthodologies.

Sites	Valeurs calculées		Valeurs proposées dans le manuel de méthodologies (UBA,1996)
	KAl_{ox} [m ⁶ /eq ²]	- pKAl _{ox} [litre ² /mole ²]	-pK _{gibb} [litre ² /mole ²]
<i>Bande</i>	140	7.67	8.5-9.5
<i>Chimay</i>	414	8.14	7.6
<i>Eupen 'Chêne'</i>	2438	8.91	7.6
<i>Eupen 'Epicéa'</i>	25	6.92	6.5
<i>Hotton</i>	2736	8.96	8.5-9.5
<i>Louvain-La-Neuve</i>	656	8.34	8-9
<i>Meix-dvt-Virton</i>	2329	8.89	8.5-9.5
<i>Ruette</i>	5335	9.25	8.5-9.5
<i>Transinne</i>	3525	9.07	8-9
<i>Willerzie</i>	2553	8.93	8-9

Les valeurs calculées pour les sols de Hotton, Louvain-la-Neuve, Meix-dvt-Virton, Ruette, Transinne et Willerzie coïncident avec la gamme de $-pK_{gibb}$ proposée par le manuel de méthodologies. Les valeurs calculées pour les sols de Chimay, Eupen 'Chêne' et Eupen 'Epicéa' sont largement supérieures à celles proposées par le manuel tandis que la valeur calculée pour le sol de Bande est inférieure à la gamme de $-pK_{gibb}$ proposée.

Grâce à ces constantes d'équilibre et en connaissant le pH des solutions des sols, il est possible de calculer la quantité d'Al phytotoxique lessivée actuellement (tableau ci-dessous). Ces quantités lessivées peuvent ensuite être confrontées avec la concentration phytotoxique maximale admissible en solution, soit 0,2 éq/m³. La différence entre les deux concentrations donne la capacité potentielle restante du sol à s'altérer sans causer des problèmes de phytotoxicité. C'est ainsi que l'on constate que les sols de Chimay, Ruette, Bande, Hotton ont encore une capacité potentielle forte à neutraliser l'acidité. Par contre, des problèmes de toxicité pourraient être observés à Eupen (épicéas) suite à de fortes concentrations en Al³⁺ dans la solution du sol.

A titre indicatif, en suivant le même raisonnement, il est possible de calculer les pH critiques pour chacun des sols, en fixant la concentration en Al³⁺ à sa valeur maximale admissible, soit 0,2 éq/m³. On constate que la limite inférieure du pH critique est franchie dans le cas d'Eupen épicéas (tableau ci-dessous). Dans le cas de Louvain-la-Neuve et de Transinne, seule une différence de 0.2 unité pH est constatée.

Il est donc important de relever que le pH critique de 4 recommandé par le manuel des méthodologies est trop bas. Il ne permettrait de préserver que les essences forestières d'Eupen épicéas et de Bande contre une toxicité aluminique. Un pH solution de 4,3 –4,4 serait plus pertinent pour la majorité des sols wallons.

Tableau : Calcul de la concentration en Al potentiellement phytotoxique lessivé actuellement en considérant le pH mesuré (Brahya&Delvaux, 2000) et calcul du pH critique des solutions du sol en considérant une teneur en $Al^{3+} = 0,2 \text{ éq/m}^3$.

<i>Sites</i>	pH solution mesuré	$[Al^{3+}]_{\text{less}}$ calculée*	$0,2 \text{ éq/m}^3 - [Al^{3+}]_{\text{less}}$	pH crit. solution du sol
		Eq/m ³	Eq/m ³	
<i>Bande</i>	5.16	0.000046	0.2000	3.95
<i>Chimay</i>	5.61	0.000006	0.2000	4.10
<i>Eupen 'Chêne'</i>	4.81	0.009060	0.1909	4.36
<i>Eupen 'Epicéa'</i>	3.5	0.78908	-0.5891	3.70
<i>Hotton</i>	8.19	0.00000	0.2000	4.38
<i>Louvain-la-Neuve</i>	4.37	0.050947	0.1491	4.17
<i>Meix-dvt-Virton</i>	5.4	0.000147	0.1999	4.35
<i>Ruette</i>	6.12	0.000002	0.2000	4.47
<i>Transinne</i>	4.61	0.052134	0.1479	4.41
<i>Willerzie</i>	4.67	0.024953	0.1750	4.37

* Concentration calculée à l'aide des Kgibb établit dans le cadre de cette étude. $[Al]_{\text{lessivé}}$ sous forme de Al^{3+} .

En utilisant les données collectées dans le cadre de cette étude, le paramètre ANC s'établira comme suit :

$$ANC_{\text{le(crit)}} = - Q ([Al] + [H^+] - [RCOO^-])$$

Avec $[Al] = 0,2 \text{ éq/m}^3$

$[H^+] =$ concentration en protons à la valeur de pH crit.

$[RCOO^-] =$ concentrations en acides organiques calculés

IV.1.6. Carte d'occupation du sol

La cartographie des charges critiques transmises au CCE dans le cadre du call for data 2019, s'est basée sur la carte Walphot 1990, comme c'est depuis le début du calcul des charges critiques. 27.344 écosystèmes forestiers d'une surface supérieure à 1 hectare sont extraits et superposés avec les autres cartes pour calculer les charges critiques.

Pour les écosystèmes de végétation naturelle, la carte Corine Land Cover 2006 est utilisée. Quatre types d'écosystèmes naturels sont retenus (4 codes EUNIS: E1, F4.2, D2 et D5). Ce qui représente 136 surfaces d'écosystèmes.

En août 2015, la carte d'occupation des sols Walphot 1990 avait été remplacée par Corine Land Cover. Mais après réunion du 24/09/15, il a été décidé de revenir à l'ancienne Walphot pour des raisons de comparaisons. On attend une nouvelle carte des forêts sur base des images LIDAR.

Dès lors pour la cartographie, sont utilisées :

- la carte Walphot 1990, pour les écosystèmes forestiers,
- la carte Corine 2006, pour la végétation naturelle. Les numéros d'occupation retenus sont 321, 322, 324, 411, 412.

IV.1.7. Inventaires forestiers

Dans le cadre de l'inventaire des massifs forestiers de la Wallonie par le Ministère de la Région wallonne, des campagnes de mesures se sont déroulées de 2008 à 2016 et les accroissements concernent la période 2000 – 2010.

Monsieur Lecomte a fourni les nouvelles valeurs des surfaces des peuplements (tableau 6) et les taux d'accroissement forestiers (tableau 7) pour les 27 territoires écologiques (tableau 8).

Dans l'état actuel de l'inventaire, environ 20% des taux définis par territoire écologique sont actualisés (en rouge dans le tableau 7). Quand il n'y a pas de valeur pour le territoire écologique (ni ancienne, ni actualisée), la moyenne wallonne est attribuée au territoire écologique

Tableau 6 : surface en ha des peuplements dans les 27 territoires écologiques. Résultats basés sur les six premières campagnes de mesure du deuxième cycle de l'inventaire (2008 -2016)

Territoires écologiques	Hêtraies	Chênaies	Pppts Chê et Hê	Autres pppts feuillus	Mixtes feuillus	Tous pppts feuillus	Mixtes résineux	Résineux	Tous pppts résineux
Wallonie	45,000	81,636	30,364	104,454	9,273	270,727	10,727	184,273	195,000
1	636	545	182	6,818	182	8,363		273	273
2	2,364	2,091	1,091	17,455	636	23,637	364	1,545	1,909
3	91	364	91	364		910			
4	91	818	182	1,545	91	2,727	182	91	273
5	545	4,909	273	6,182	273	12,182	182	1,455	1,636
6	455	3,000	91	1,545	182	5,273		727	727
7	91	182	273	182	0	728			
8	91	1,364	545	1,455	182	3,637		455	455
9	91	364	182	2,273	91	3,001	91	273	364
10	1,545	6,636	2,182	9,545	455	20,363	909	5,545	6,455
11	364	1,273	636	727		3,000	91	1,000	1,091
12		545	273	909		1,727		182	182
13	818	4,727	1,000	4,455	545	11,545	545	4,091	4,636
14	909	1,455	727	2,909		6,000	182	1,364	1,545
15		455	91	1,182	182	1,910		545	545
16	455	3,727	818	9,727	455	15,182	545	4,273	4,818
17	727	17,364	727	7,364	727	26,909	1,364	4,455	5,818
18	2,909	5,091	2,545	3,455	364	14,364	273	10,000	10,273
19	5,273	2,636	4,091	1,455	545	14,000	455	11,455	11,909
20	3,818	10,636	4,636	7,636	1,273	27,999	1,273	27,091	28,364
21	4,909	4,636	1,455	2,455	1,273	14,728	818	14,364	15,182
22	6,909	4,000	3,455	5,364	727	20,455	1,545	49,364	50,909
23	4,909	636	455	2,545	818	9,363	727	39,273	40,000
24	455	545	273	818	91	2,182	182	909	1,091
25	4,909	2,909	3,273	4,091	182	15,364	1,000	5,000	6,000
26	1,091	545	455	1,182		3,273		545	545
27	545	182	364	818		1,909			

Tableau 7 : taux d'accroissement des peuplements dans les 27 territoires écologiques

Territoires écologiques	Hêtraies		Chênaies		Pppts Chê et Hê		Autres pppts feuillus		Mixtes feuillus		Tous pppts feuillus		Mixtes résineux		Résineux		Tous pppts résineux	
	Nb points	Production m3/ha/an	Nb points	Production m3/ha/an	Nb points	Production m3/ha/an	Nb points	Production m3/ha/an	Nb points	Production m3/ha/an	Nb points	Production m3/ha/an	Nb points	Production m3/ha/an	Nb points	Production m3/ha/an	Nb points	Production m3/ha/an
Wallonie	237	6.942	440	4.300	189	5.580	487	6.176	52	7.851	1405	5.700	44	9.163	760	15.783	804	15.421
1	3	5.557	2	5.893	2	5.250	30	8.224	2	7.138	39	7.691						
2	13	5.690	12	4.888	8	6.468	80	7.618	5	7.560	118	7.047	2	15.505	8	11.320	10	12.157
3			1	2.167	1	2.670	1	4.134			3	2.990						
4	1	3.953	5	5.309	2	3.564	9	5.548			17	5.151	1	13.942			1	13.942
5	2	6.555	26	5.508	3	6.229	29	5.733			60	5.688			7	17.314	7	17.314
6	1	7.005	18	4.296			12	4.425	1	4.519	32	4.436			1	17.996	1	17.996
7			2	3.142	1	5.485	1	5.766			4	4.384						
8	1	15.278	8	3.218	3	7.335	5	4.238	2	9.334	19	5.415						
9			3	6.126	1	2.143	10	5.497	1	6.017	15	5.433			1	30.823	1	30.823
10	9	8.304	37	3.737	10	5.867	43	5.412	4	3.964	103	5.051	4	7.608	23	16.234	27	14.956
11	2	10.443	6	4.384	3	5.369	4	4.123			15	5.319	1	9.410	5	10.493	6	10.312
12			1	11.459	2	3.122	4	7.498			7	6.814			1	14.999	1	14.999
13	4	6.866	24	3.733	6	5.176	24	3.942	2	11.540	60	4.430			20	12.130	20	12.130
14	5	8.495	9	3.583	5	5.736	15	5.561			34	5.495			8	14.809	8	14.809
15			1	3.671			2	4.401			3	4.158			3	18.850	3	18.850
16	1	4.619	24	3.900	4	4.691	52	5.883	4	8.966	85	5.397	3	14.859	15	13.487	18	13.715
17	2	6.510	98	3.782	3	3.328	36	4.644	3	9.289	142	4.146	7	10.309	23	16.903	30	15.365
18	13	4.791	28	4.000	21	4.898	21	5.681	1	1.660	84	4.739			48	16.563	48	16.563
19	31	7.383	12	5.991	21	6.024	7	7.590	4	10.826	75	6.983	1	4.163	41	15.526	42	15.255
20	20	8.782	62	4.329	30	5.786	34	6.640	10	7.399	156	5.881	7	4.471	110	15.396	117	14.743
21	26	5.826	23	4.913	8	5.955	9	5.369	7	7.386	73	5.645	2	16.052	60	17.807	62	17.750
22	39	5.779	18	4.823	23	4.614	16	5.369	2	5.799	98	5.263	5	9.741	192	15.664	197	15.514
23	23	6.860	2	5.995	1	1.882	8	5.718	3	8.628	37	6.575	5	7.423	167	15.294	172	15.066
24	3	6.813	2	4.873	2	5.546	4	7.644			11	6.532	2	6.208	2	29.265	4	17.737
25	27	8.029	14	5.255	23	6.344	21	7.821	1	16.161	86	7.171	4	8.955	22	18.206	26	16.782
26	7	9.988	2	4.331	4	8.103	6	9.165			19	8.736			3	23.593	3	23.593
27	4	5.891			2	8.405	4	7.273			10	6.947						

Les accroissements sont des accroissements annuels moyens durant la période **2001 – 2012**. Ils sont exprimés en volume des tiges sur écorce jusqu'à la découpe fin bout de 22cm en circonférence (volumes bois fort tiges). Attention aux valeurs basées sur très peu de points ! Des conditions particulières du peuplement à l'endroit de la placette (surdensité, trouée...) peuvent engendrer des valeurs "anormalement" élevées ou faibles. On peut considérer que les données basées sur moins de 15 points n'ont qu'une valeur indicative

Tableau 8 : Codification des 27 territoires écologiques

Code	Dénomination
1	Plaines et vallées scaldisiennes
2	Hesbino-brabançon
3	Vallées inférieures et moyennes du bassin mosan
4	Pays sambrien
5	Sambro-condrusien
6	Fagne atlantique
7	Calestienne atlantique
8	Thiérache
9	Hesbignon
10	Vallées inférieures et moyennes du bassin mosan
11	Terroir Vesdre
12	Pays meusien
13	Calestienne
14	Marlagne et Ardenne condrusienne
15	Pays de Herve
16	Condroz et Condroz oriental
17	Famenne - Fagne
18	Vallées supérieures des affluents mosans
19	Ardenne méridionale
20	Ardenne atlantique et bassin ardennais
21	Ardenne occidentale
22	Ardenne centro-orientale
23	Haute Ardenne
24	Vallées supérieures de la Semois et de l'Attert
25	Côtes de Florenville
26	Côtes d'Ethe et de Messancy
27	Côtes de Moselle

IV.1.8. Cartographie des charges critiques N et S

L'analyse de la cartographie des charges critiques 2019 indique que :

- les charges critiques en S sont plus faibles que les charges critiques en N acidifiant,
- les charges critiques en N eutrophisant sont plus faibles que celles en N acidifiant.

