Production d'une cartographie des surfaces consacrées à la culture de sapins de Noël en Wallonie

Rapport final

Janvier 2018

Gembloux Agro-Bio Tech
Université de Liège

Gembloux Agro-Bio Tech
Université de Liège

Production d'une cartographie des surfaces consacrées à la culture de sapins de Noël en Wallonie

CAHIER SPECIAL DES CHARGES N° O3.02.02-16E60

Rapport final

Janvier 2018

P. Lejeune
p.lejeune@ulg.ac.be

Unité de Recherche BIOSE - Axe Gestion des Ressources forestières

Gembloux Agro-Bio Tech

Université de Liège

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION 1

2. METHODOLOGIE 1

2.1 SOURCES DE DONNEES UTILISEES 1
2.2 PRINCIPES DE BASE DE LA CARTOGRAPHIE DES CULTURES DE SAPINS DE NOËL 2
2.2.1 Couche cartographique de référence : Parcellaire Agricole Anonyme (2015) 2
2.2.2 Typologie des cultures de sapins de Noël 2
2.2.3 Cas des anciennes cultures de sapins de Noël 3
2.2.4 Détection des cultures de sapins de Noël 3
2.2.5 Digitalisation des limites de cultures de sapins de Noël 4
2.3 VALIDATION DE LA CARTE DES CULTURES DE SAPINS DE NOËL 6
2.3.1 Types d'erreurs 6
2.3.2 Contrôles de terrain 7

3. RESULTATS 10

3.1 CARTE DES CULTURES DE SAPINS DE NOËL 10
3.2 CARACTERISATION DES CULTURES DE SAPINS DE NOËL 10
3.2.1 Typologie des cultures de sapins de Noël 10
3.2.2 Répartition des cultures de sapins de Noël par province 12
3.2.3 Répartition des cultures de sapins de Noël par commune 12
3.2.4 Croisement avec le Parcellaire Agricole Anonyme 16
3.2.5 Répartition des cultures de sapins de Noël par type d'affectation au plan de secteur 16
3.2.6 Répartition des cultures de sapins de Noël par régions bioclimatiques 17
3.2.7 Répartition des cultures de sapins de Noël par types de sols 17
3.2.8 Répartition des cultures de sapins de Noël par classes d'altitude 18
3.2.9 Répartition des cultures de sapins de Noël par classes de taille de parcelle 19

4. LIMITES DE LA METHODE ET PROPOSITIONS D'AMELIORATION 22

5. CONCLUSIONS 22

1. Introduction

Ce document présente les résultats du projet relatif à la production d'une cartographie des surfaces consacrées à la culture de sapins de Noël[1] en Wallonie (CAHIER SPECIAL DES CHARGES N° O3.02.02-16E60).

Pour rappel, la tranche ferme de ce marché a pour objectif la réalisation d'une étude visant à définir la faisabilité de produire une cartographie des csN en Wallonie.

Les résultats de cette tranche ferme ont fait l'objet d'un rapport et ont été présentés au Comité d'accompagnement qui a validé la méthode proposée par le prestataire.

La tranche conditionnelle de ce projet prévoit l'application de cette méthode sur l'ensemble de la Wallonie, moyennant la réalisation d'une phase de validation in situ permettant d'estimer la qualité de la carte produite sur l'ensemble de la région.

2. Méthodologie

2.1 Sources de données utilisées

Le tableau 1 reprend la liste des sources de données utilisées ainsi que le rôle joué par chaque jeu de données dans la méthodologie.

Tableau 1. Liste des données utilisées (la dénomination des couches cartographiques correspond à celle du géoportail de Wallonie en date du 6 janvier 2017). Les données présentées en italiques ne sont pas reprises sur le géoportail de Wallonie.

Dénomination	Utilisation
Infrarouge des orthos 2015	Détection des csN et digitalisation de leur contour
Infrarouge des orthos 2012-2013	Aide à l'interprétation de la situation de certaines parcelles en 2015
Infrarouge des orthos 2009-2010	Idem
Modèle Numérique de Terrain (MNT) 2013-2014	Construction d'un Modèle Numérique de Hauteur
Modèle Numérique de Surface (MNS) 2013-2014	Construction d'un Modèle Numérique de Hauteur
Modèle Numérique de Hauteur (MNH) 2013-2014	Modèle numérique résultant de la soustraction "MNS - MNT". Il est utilisé pour détecter les anciennes csN
Parcellaire Agricole Anonyme (2015)	Utilisé pour la digitalisation des limites de csN et pour définir les parcelles relevant de la classe 3
Carte des Principaux Types de Sols de Wallonie à 1/250000	Couche utilisée pour caractériser les types de sols sur lesquels sont installées les csN
Plan de secteur en vigueur	Couche « affectation » au plan de secteur utilisée pour caractériser l'affectation des csN au plan de secteur (la couche utilisée est PDS_AFFECT.SHP). La date de référence est le 15 septembre 2016.
Région bioclimatique	Couche utilisée pour caractériser la répartition des csN par région bioclimatique. Cette couche est issue de la géodatabase bioclim_final_20160504.gdb
ERRUISSOL - Modèle Numérique de Terrain	Couche utilisée pour caractériser la répartition des csN par classe d'altitude.

[1] « csN » dans la suite du document

2.2 Principes de base de la cartographie des cultures de sapins de Noël

2.2.1 Couche cartographique de référence : Parcellaire Agricole Anonyme (2015)

La couche cartographique « Parcellaire Agricole Anonyme (2015) » (PAA2015) décrit l'utilisation du sol dans les zones agricoles et forestières gérées dans le cadre de la mise en œuvre de la Politique Agricole Commune par l'Organisme Payeur de Wallonie (http://geoportail.wallonie.be).

Cette couche a été considérée comme couche de référence pour la digitalisation des limites de csN.

Par ailleurs, la table d'attributs du PAA2015 contient un champ [CULT_NOM] qui permet d'identifier le type de culture pratiquée. Quatre types de cultures sont directement en relation avec les csN :

- sapins de Noël ;
- pépinières de plants forestiers ;
- pépinières de plants fruitiers ou de plantes ornementales ;
- cultures horticoles non-comestibles.

2.2.2 Typologie des cultures de sapins de Noël

D'un point de vue cultural, la production de sapins de Noël comporte les stades suivants :

- **Semis** : les graines sont semées (500 à 1000 /m²) en pleine terre et éduquées pendant 1 ou 2 période(s) de végétation. Ils sont généralement abrités de l'insolation ou du froid à l'aide de filets de protection.
- **Repiquage** : les jeunes sujets sont ensuite repiqués à une densité plus faible (50 à 100/m²) afin de leur donner plus d'espace. Cette seconde étape dure 1 ou 2 ans.
- **Plantation** : les individus sont finalement plantés, soit en pleine terre, soit en pot en vue de la production des sapins de Noël. Cette plantation se fait à une densité variant de 6000 à 10000 plants/ha.

Les surfaces dédiées aux phases « semis » et « repiquage » peuvent comporter des plants de sapins de Noël, des plants forestiers ou des plants d'ornement, la différenciation de ces 3 catégories étant impossible par photo-interprétation.

Par ailleurs, les surfaces renseignées comme pépinières ou cultures horticoles dans le PAA2015 sont également susceptibles d'héberger des csN qu'il est également impossible de différencier des autres productions horticoles présentes sur ces parcelles par simple photo-interprétation.

Sur base de ces éléments, nous proposons de baser la cartographie des csN sur les 3 classes suivantes :

- **classe 1 : plantations de sapins de Noël**
- **classe 2 : surfaces dédiées à la production de plants de sapins de Noël, de plants forestiers ou de plants d'ornement (phases « semis » et « repiquage »)**
- **classe 3 : pépinières de plants forestiers, de plants fruitiers ou de plantes ornementales, cultures horticoles non-comestibles**

Certaines parcelles de la classe 1 peuvent contenir, en proportion marginale des surfaces relevant de la classe 2. Celles-ci ne sont pas digitalisées séparément du reste de la parcelle.
Les classes 1 et 2 sont identifiées et digitalisées sur base de la photo-interprétation des orthophotos. La classe 3 est uniquement dérivée de la couche PAA2015 sur base du code de culture renseigné dans cette couche.

2.2.3 Cas des anciennes cultures de sapins de Noël

Les csN qui atteignent des hauteurs dépassant les standards de commercialisation ont été analysées de manière particulière. La hauteur maximale a été fixée à 4 m. La hauteur des arbres a été estimée au départ d'une couche cartographique « Modèle numérique de hauteur », produite par soustraction des couches « Modèle Numérique de Surface (2013-2014) » et « Modèle Numérique de Terrain (2013-2014) ». Un masque correspondant aux valeurs de hauteur ≥ 4 m a été produit pour permettre de détecter ce type de situation.

Les csN où un dépassement de cette hauteur a été observé ont été classées en 2 catégories :

- le cas des sapins de Noël maintenus au-delà de la hauteur standard pour produire des individus de grande taille faisant l'objet d'un marché de niche, mais aussi dans certains cas pour la production de branches. Ce type d'arbre nécessite un espace important pour conserver les branches vertes. Ces arbres sont généralement présents de manière très disséminée sur une parcelle et très souvent, une nouvelle plantation est installée pour valoriser totalement le restant de l'espace disponible. Ces parcelles ont été conservées dans la carte finale dans la catégorie « plantations de sapins de Noël ».
- le cas de plantations non récoltées, mais qui sont maintenues à des densités élevées et qui peuvent dès lors être assimilées à des plantations forestières en devenir. Ces parcelles n'ont pas été considérées comme csN.

2.2.4 Détection des cultures de sapins de Noël

La détection et la localisation des parcelles relevant des classes 1 et 2 sont réalisées par photo-interprétation au sein de tuiles de 50 ha (figure 1) à l'aide d'un plugin développé dans QGIS (voir annexe technique). Celui-ci permet de passer en revue de manière séquentielle les tuiles couvrant la zone d'étude. L'interface permet simplement d'attribuer un code spécifique aux tuiles dans lesquelles des csN sont détectées par le photo-interprète (figure 1).

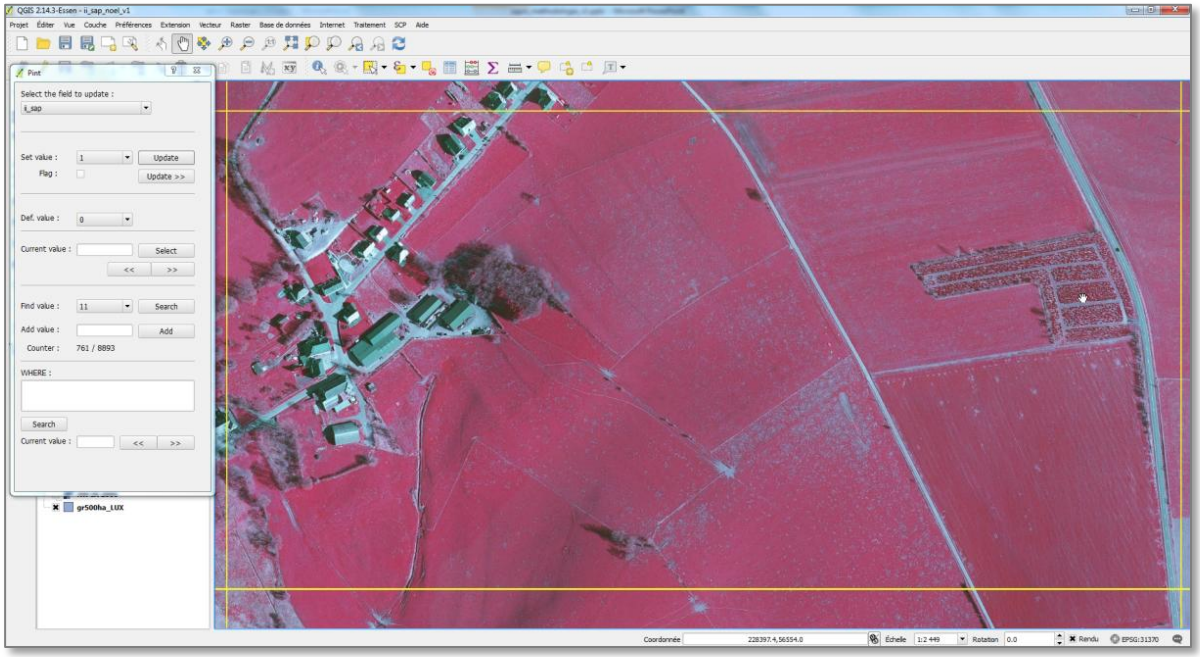

Figure 1. Illustration de la phase de localisation des csN à l'aide d'une extension spécifique développée dans l'environnement QGIS.

Pour la partie sud-est de la région (figure 2), cette phase de localisation est répétée à deux reprises, par deux opérateurs distincts : l'opérateur 2 visionne les quadrats dans lesquels l'opérateur 1 n'a détecté aucune csN et confirme ou infirme le diagnostic de l'opérateur 1. Cette manière de procéder permet de réduire très fortement le risque d'omission lors de cette étape de localisation des csN.

A l'issue de cette étape nous disposons de la liste des tuiles « avec csN ».

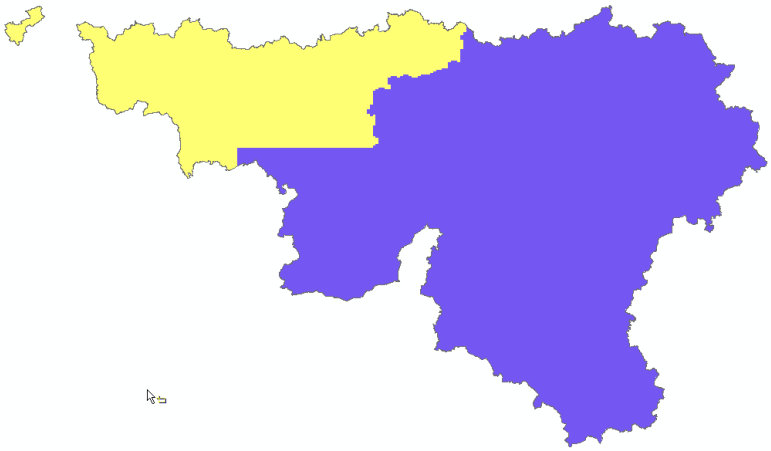

Figure 2. Illustration des quadrats ayant fait l'objet d'une double vérification de la présence de csN (en bleu sur la carte).

2.2.5 Digitalisation des limites de cultures de sapins de Noël

La digitalisation des limites des parcelles relevant des classes 1 et 2 a été réalisée manuellement par photo-interprétation de la couche « Infrarouge des orthos 2015 ».

D'un point de vue topologique, la couche PAA2015 a été considérée comme couche de référence et la digitalisation des limites des csN a été faite de manière à ce que celles-ci se superposent exactement à celles du PAA2015 (figure 3a). Dans la même logique, lorsqu'une parcelle PAA2015

était majoritairement dévolue à la csN, c'est l'ensemble de la parcelle qui est recopiée dans la couche des csN (figure 3b). Si une partie seulement de la parcelle PAA2015 est occupée par une csN, alors un nouveau polygone est créé (figure 3c).

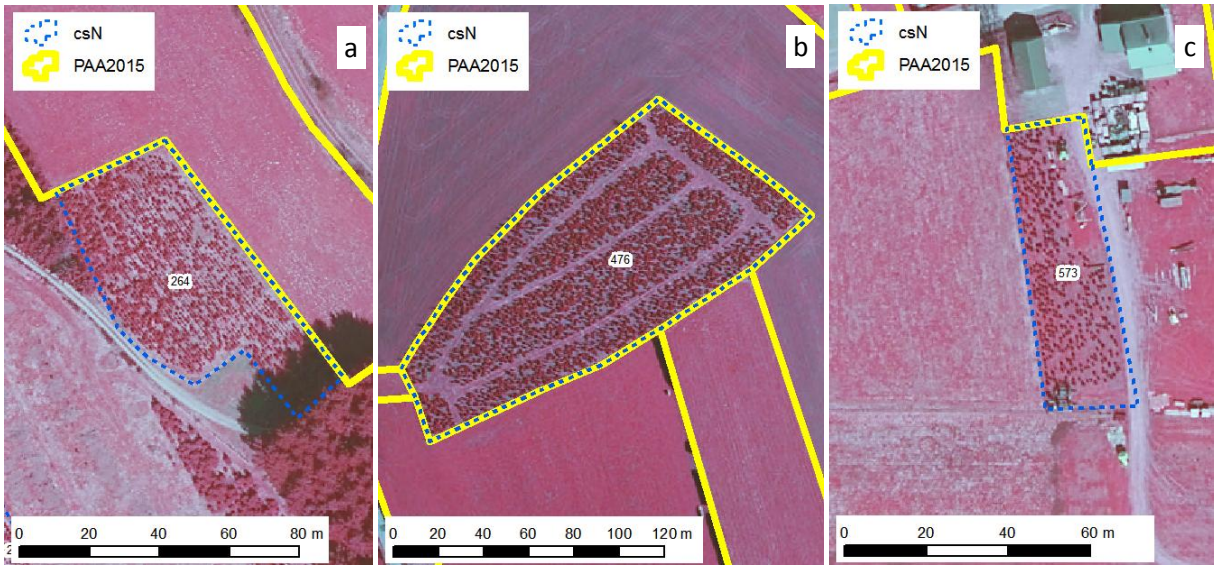

Figure 3. Modalités de tracé des polygones de la couche csN par rapport à la couche PAA2015 : (a) csN accolée à une parcelle PAA2015, (b) csN correspondant exactement à 1 parcelle PAA2015, (c) csN occupant une partie seulement d'une parcelle PAA2015.

Après digitalisation des parcelles des classes 1 et 2, un dernier contrôle est réalisé pour vérifier qu'aucune csN n'a été oubliée au sein des tuiles « avec csN ».

En ce qui concerne les parcelles relevant de la classe 3, celles-ci sont extraites de la couche PAA2015 correspondant à ces catégories de culture et fusionnées avec la couche issue de la digitalisation pour produire la couche finale.

La topologie de cette couche est ensuite vérifiée pour s'assurer qu'aucun recouvrement ne subsiste entre polygones voisins (application de la règle topologique « Must Not Overlap » dans ArcGIS).

2.3 Validation de la carte des cultures de sapins de Noël

2.3.1 Types d'erreurs

Erreurs d'omission

Les erreurs d'omission (faux négatifs) concernent le fait de ne pas cartographier des csN qui existent. La procédure de détection des csN retenue permet de réduire très fortement les risques d'omission. Cependant, il reste une source d'erreur d'omission significative, liée à la date d'acquisition des orthophotos. En effet, une partie importante de la couverture aérienne de 2015 a été réalisée avant le 15 avril, soit avant l'achèvement des travaux de plantation des sapins de Noël.

Nous avons fait l'hypothèse que 50 % des surfaces plantées en 2015 (c'est-à-dire dont les plants ont été mis en terre en 2015) ne sont pas visibles sur la couche orthophoto 2015. Si l'on considère, par ailleurs, que la durée d'un cycle de culture est de 10 ans et que les surfaces de csN sont réparties uniformément au sein des différentes classes d'âge, on peut admettre que le problème de date de prise de vue trop précoce induit **une sous-estimation de l'ordre de 5 %** des surfaces consacrées aux plantations de sapins de Noël.

Recommandation : La programmation de l'acquisition des images aériennes au-delà du mois de mai permettrait de réduire très fortement cette source d'imprécision.

Erreurs de commission

Les erreurs de commission (faux positifs) concernent le fait de cartographier comme csN des surfaces qui sont dédiées à une autre production. Les vérifications de terrain réalisées lors de la tranche ferme de ce marché ont montré que les risques d'erreur de commission concernent essentiellement les parcelles dédiées aux phases « semis » et « repiquage » où l'identification de la nature des plants est impossible par photo-interprétation.

La typologie des csN qui est adoptée dans la version finale de la carte des csN permet de lever ce problème de confusion, sans nuire pour autant à la cohérence thématique de la carte.

2.3.2 Contrôles de terrain

Les contrôles de terrain visent uniquement à évaluer les erreurs de commission (faux positifs). Les faibles surfaces couvertes en csN ne permettent en effet pas d'envisager une estimation des erreurs d'omission sans déployer des efforts très importants en termes d'investigation de terrain.

La reformulation de la légende atténue très fortement le risque d'erreur de commission. Néanmoins, le Comité d'accompagnement a souhaité que le prestataire réalise une phase de validation in situ permettant d'estimer la qualité de la carte produite sur l'ensemble de la région (estimation d'une erreur de commission).

Les contrôles de terrain ont été envisagés selon deux modalités : des contrôles *in situ* et des observations via l'outil Street View, accessible au travers d'une extension QGIS (voir annexe technique). Il convient de noter que les images Street View, pour la Wallonie, datent de 2009 et 2010. Les comparaisons ont donc été réalisées en considérant uniquement des csN n'ayant pas subi de changement entre 2009 et 2015.

Il convient de noter que la mise en œuvre d'une réelle démarche d'échantillonnage statistique sur laquelle pourrait s'appuyer une inférence statistique relative à la précision de la carte produite est rendue difficile pour au moins deux raisons :

- certaines parcelles observées sur les orthophotos 2015 ont été récoltées depuis lors et il n'est pas toujours possible de confirmer la présence de la csN en 2015 ;
- une proportion non négligeable de parcelles n'est pas visible depuis la voirie publique.

Suite à la demande du Comité d'accompagnement ; trois sorties de terrains supplémentaires ont été réalisées durant la seconde partie du projet. Des contrôles complémentaires ont également été menés à l'aide de l'application Street View. L'ensemble des points de contrôle est présenté dans la figure 4.

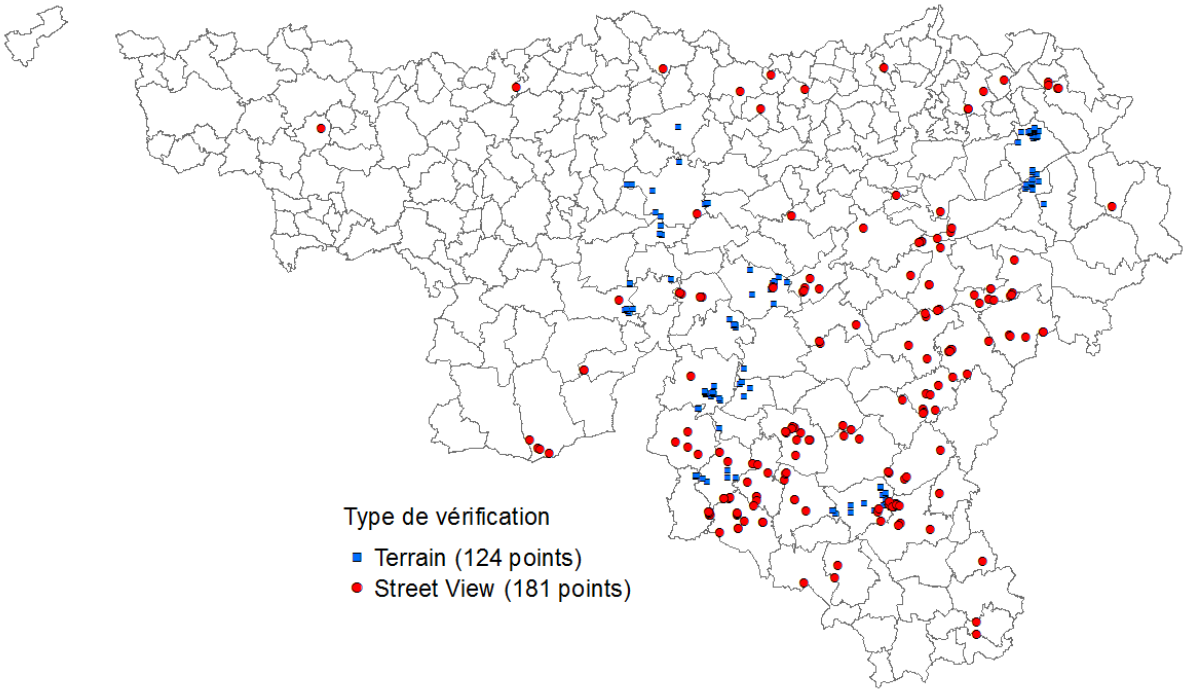

Figure 4. Localisation des points de contrôle de la présence de csN.

Un total de 305 parcelles a été contrôlé : 124 directement sur le terrain et 181 parcelles via l'application Street View. Ces 305 parcelles se répartissent en 286 plantations et 19 parcelles de production de plants (tableau 2). L'ensemble de ces parcelles représente près de 20 % de la surface totale des csN cartographiées. Cette proportion monte à près de 35 % dans la production de plants !

Tableau 2. Vérification de terrain : distribution des parcelles (nombre et surface) par type de vérification et par type de csN.

Type de vérification	Nombre de parcelles			Surface (ha)		
	Plantations	Production de plants	Total	Plantations	Production de plants	Total
Terrain	119	5	124	237,1	4,2	241,3
Street View	167	14	181	368,4	14,5	382,8
Total	286	19	305	605,4	18,7	624,1

Malgré les réserves énoncées ci-avant concernant la démarche d'échantillonnage, on peut raisonnablement considérer que l'échantillon produit est représentatif de la situation globale au niveau de la région.

Toutes les observations ont confirmé la présence de plantations de sapins de Noël ou de production de plants. Sur base des contrôles de terrain qui représentent 20 % des surfaces cartographiées, nous pouvons conclure que les erreurs de commission sont quasi inexistantes, puisqu'aucun faux positif n'a été détecté.

Le calcul d'un intervalle de confiance en considérant la méthode de Wald ajustée (cas où x=n) et en appliquant un test unilatéral (le risque de première espèce concerne uniquement la borne inférieure de l'intervalle de confiance) conduit à une borne inférieure égale à 0,99 ; ce qui correspond à une erreur de commission de 1 % de la surface cartographiée (pour un niveau de confiance de 95 %). Le détail du calcul de cet intervalle de confiance est présenté dans l'encart n°1.

Le choix de considérer un test unilatéral se justifie par le fait que la valeur observée de la proportion étant de 100 %, le calcul d'une borne supérieure, qui ne saurait pas dépasser la valeur de 100 n'a pas de sens. Nous avons donc choisi de faire porter l'ensemble du risque de première espèce (α) sur la borne inférieure de cette proportion qui correspond à la borne supérieure de l'erreur de commission. En effet, l'erreur de commission est le complément à 1 de la proportion d'observations correctes.

Encart n°1 : Détail du calcul de l'intervalle de confiance de la proportion de parcelles correctement photo-interprétées.

Les valeurs n et x correspondent respectivement au nombre de parcelles contrôlées et au nombre de parcelles correctement interprétées.

La formule utilisée est celle de Wald adaptée au cas où x = n

$$borne\ inférieure = \hat{p} - z\,.\sqrt{\frac{\hat{p}\,.(1-\hat{p})}{n'}}$$

Avec :

$z = 1{,}644\ (Normale\ réduite\ pour\ une\ probabilité\ de\ 0{,}95)$

$\hat{p} = \frac{x'}{n'}\ ; n' = n + z^2\ ; \qquad x' = x + \frac{z^2}{2}$

3. Résultats

3.1 Carte des cultures de sapins de Noël

La couche finale contenant les limites des cultures de sapins de Noël selon la typologie présentée au paragraphe 2.2.2. est baptisée **sn_2015** et est contenue dans la géodatabase personnelle **bd_sn_2015.mdb**.

Cette couche est produite dans le système de coordonnées Lambert belge 1972 (EPSG 31370). Elle contient **2317 polygones** qui totalisent une surface de **3762,2 ha**.

La structure de la table d'attributs de la couche sn_2015 est présentée dans le tableau 3.

La répartition des csN sur le territoire wallon est présentée dans la figure 5.

Tableau 3. Structure de la table d'attributs de la couche sn_2015 décrivant les cultures de sapins de Noël.

Champ	Type	Définition
OBJECTID	NuméroAuto	Identifiant ArcGIS
Shape	Objet OLE	Géométrie du polygone
code_sigec	Texte	Type de culture dans la couche PAA2015
INS	Entier long	Code INS de la commune de situation
commune	Texte	Nom de la commune de situation
province	Texte	Province
type	Texte	Type de culture de sapins de Noël
altitude	Entier long	Altitude moyenne de la parcelle (en m)
Shape_Length	Réel double	Périmètre de la parcelle (en m)
Shape_Area	Réel double	Surface de la parcelle (en m²)
surface	Réel simple	Surface de la parcelle (en ha)
pts	Entier long	Principal type de sol
regionbiocl	Texte	Région bioclimatique
affectation	Texte	Affectation au plan de secteur
id_parcel	Entier long	Identifiant de la parcelle

3.2 Caractérisation des cultures de sapins de Noël

3.2.1 Typologie des cultures de sapins de Noël

Le tableau 4 présente la ventilation des surfaces en fonction des types de csN cartographiées.

Tableau 4. Ventilation des surfaces de csN en fonction du type de parcelle (typologie du § 2.2.2).

Classe	Dénomination	Surface (ha)	Surface (%)
1	Plantations de sapins de Noël	3120,44	82,94
2	Production de plants	55,24	1,47
3	Pépinières et cultures horticoles non-comestibles	586,55	15,59
		3762,23	100,00

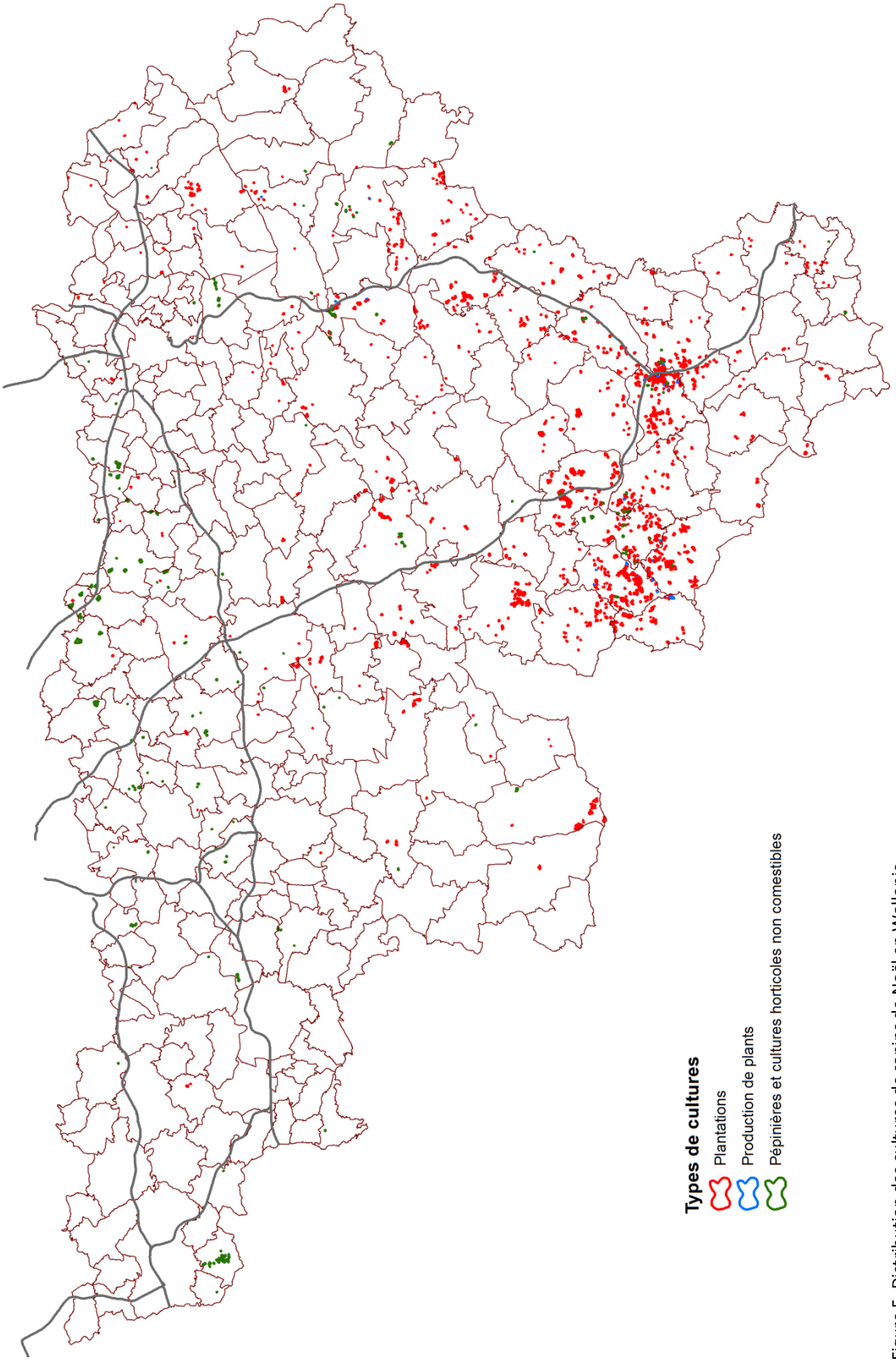

Figure 5. Distribution des cultures de sapins de Noël en Wallonie.

3.2.2 Répartition des cultures de sapins de Noël par province

Le tableau 5 présente la ventilation par province des surfaces des différents types de csN cartographiés. La province de Luxembourg héberge 58 % des surfaces de csN. Si l'on ne prend en compte que les classes 1 et 2, cette proportion dépasse 65 %.

Les parcelles de csN situées à cheval sur plusieurs provinces sont versées dans la province dans laquelle se situe la plus grande partie de la parcelle.

Tableau 5. Ventilation par province des surfaces de csN en fonction du type de parcelle.

Province	Surface (ha)				Surface (%)	Surface (%) des classes 1 et 2
	Plantations	Production de plants	Pépinières	Total		
Luxembourg	2052,03	30,62	95,89	2178,54	57,9	65,6
Namur	963,04	23,81	38,83	1025,68	27,3	31,1
Liège	91,20	0,81	186,30	278,31	7,4	2,9
Brabant wallon	5,31		195,02	200,33	5,3	0,2
Hainaut	8,85		70,51	79,36	2,1	0,3
Total	3120,44	55,24	586,55	3762,23	100,0	100,0

3.2.3 Répartition des cultures de sapins de Noël par commune

Le tableau 6 présente une ventilation des surfaces par commune des différents types de csN cartographiés. Les communes sont classées par surface de csN décroissantes. Les trois communes les plus couvertes par les csN sont Libin (324 ha), Neufchâteau (318 ha) et Bièvre (272 ha).

Les parcelles de csN situées à cheval sur plusieurs communes sont versées dans la commune dans laquelle se situe la plus grande partie de la parcelle.

Tableau 6. Ventilation par commune des surfaces de csN en fonction du type de parcelle.

Commune	Surface (ha)			
	Plantations	Production de plants	Pépinières	Total
LIBIN	316,65	0,30	7,47	324,42
NEUFCHATEAU	302,58	9,21	6,06	317,85
BIEVRE	258,06	9,85	3,67	271,58
LEGLISE	214,19	5,76	6,54	226,49
BOUILLON	203,61	3,11	1,08	207,80
PALISEUL	158,88	4,99	22,83	186,70
COUVIN	122,56		5,29	127,85
BERTRIX	105,68	0,52	12,12	118,32
BEAURAING	111,29			111,29
VRESSE-SUR-SEMOIS	87,34	13,96		101,30
MANHAY	58,89	6,01	29,28	94,18
HOUFFALIZE	93,18			93,18
VAUX-SUR-SURE	84,27		5,00	89,27
LIBRAMONT-CHEVIGNY	81,54			81,54
CINEY	57,65		12,93	70,58
GEDINNE	67,57			67,57
JODOIGNE	2,08		63,89	65,96
BASTOGNE	53,47		0,42	53,89

HELECINE	0,94		51,32	52,26
SAINT-HUBERT	51,39			51,39
VIELSALM	45,51	0,71	3,15	49,38
BRUNEHAUT			46,87	46,87
HANNUT	0,14		46,25	46,38
GOUVY	43,07			43,07
ONHAYE	39,65			39,65
LA ROCHE-EN-ARDENNE	35,05			35,05
SOMME-LEUZE	32,41			32,41
GREZ-DOICEAU			30,69	30,69
JALHAY	29,79			29,79
FLORENVILLE	27,48			27,48
BERTOGNE	26,76			26,76
ORP-JAUCHE			26,07	26,07
REMICOURT			25,77	25,77
ANHEE	24,14			24,14
DINANT	21,13			21,13
WAREMME			20,05	20,05
FAUVILLERS	19,95			19,95
WELLIN	18,86			18,86
DURBUY	18,03			18,03
LINCENT			17,92	17,92
SPRIMONT			17,88	17,88
HOUYET	16,67			16,67
FLOREFFE	15,58		0,98	16,56
FLORENNES	16,28			16,28
ROCHEFORT	16,27			16,27
BRAIVES	0,41		15,67	16,08
MESSANCY	14,95		0,21	15,17
HERBEUMONT	14,12			14,12
PROFONDEVILLE	13,65			13,65
CHINY	12,65			12,65
GEER	0,17		12,44	12,61
STAVELOT	11,71	0,58	0,10	12,38
GESVES	11,70			11,70
WASSEIGES	0,14		10,49	10,63
GEMBLOUX	5,26		5,36	10,61
LE ROEULX			10,59	10,59
DAVERDISSE	10,10			10,10
HAVELANGE	9,39			9,39
WALCOURT	7,72		1,33	9,05
HAMOIS	7,64			7,64
OUFFET	7,63			7,63
NAMUR	6,76		0,78	7,54
TUBIZE			7,29	7,29
OTTIGNIES-LOUVAIN-LA-NEUVE			7,29	7,29
MEIX-DEVANT-VIRTON	7,27			7,27
CHIMAY	5,89			5,89
BUETGENBACH	5,88			5,88
PONT-A-CELLES			5,87	5,87
HABAY	5,69			5,69

EGHEZEE	2,97		2,59	5,55
SAINTE-ODE	5,51			5,51
STOUMONT	1,72		3,72	5,44
AYWAILLE	5,03			5,03
HERVE	4,60	0,24		4,83
METTET	2,98		1,42	4,39
OREYE			4,37	4,37
MARCHE-EN-FAMENNE	4,34			4,34
TROIS-PONTS	0,23		3,90	4,13
TINTIGNY	3,49			3,49
ATTERT	3,23			3,23
ARLON	3,22			3,22
DOISCHE	2,27		0,75	3,03
LONTZEN	2,95			2,95
BAELEN	2,66			2,66
CHAUMONT-GISTOUX			2,66	2,66
CHIEVRES	2,52			2,52
OHEY	2,46			2,46
ETALLE	2,39			2,39
LASNE	1,60		0,71	2,32
FERRIERES	2,32			2,32
LA BRUYERE			2,29	2,29
SANKT VITH	0,66		1,57	2,23
JUPRELLE	2,05		0,17	2,22
LA LOUVIERE			2,13	2,13
TROOZ			2,07	2,07
RENDEUX	2,07			2,07
CLAVIER	1,77		0,20	1,97
BERLOZ			1,93	1,93
MUSSON	0,60		1,31	1,91
VERVIERS	1,79			1,79
FAIMES	1,79			1,79
BRAINE-L ALLEUD			1,71	1,71
VILLERS-LA-VILLE	0,24		1,39	1,63
EREZEE	1,63			1,63
RAEREN	1,55			1,55
ANDENNE			1,45	1,45
AUBANGE	1,24			1,24
MONT-SAINT-GUIBERT			1,16	1,16
THEUX	1,14			1,14
BINCHE			1,11	1,11
EUPEN	1,07		0,02	1,09
PLOMBIERES	1,06			1,06
MALMEDY	0,34		0,64	0,97
LESSINES			0,92	0,92
HONNELLES			0,80	0,80
VISE	0,71			0,71
PHILIPPEVILLE	0,70			0,70
RUMES			0,68	0,68
COURT-SAINT-ETIENNE			0,68	0,68
PERUWELZ			0,68	0,68
JEMEPPE-SUR-SAMBRE	0,66			0,66

FERNELMONT	0,65			0,65
HAMOIR	0,65			0,65
YVOIR	0,64			0,64
ASSESSE	0,56			0,56
TENNEVILLE	0,51			0,51
BASSENGE	0,18		0,31	0,49
SOIGNIES			0,48	0,48
AWANS			0,48	0,48
RAMILLIES	0,46			0,46
MONTIGNY-LE-TILLEUL	0,42			0,42
TELLIN			0,40	0,40
VERLAINE			0,37	0,37
ATH	0,02		0,33	0,35
FOSSES-LA-VILLE	0,26			0,26
DALHEM	0,25			0,25
ANTHISNES	0,24			0,24
COMBLAIN-AU-PONT	0,24			0,24
ANS	0,23			0,23
VIROINVAL	0,17			0,17
REBECQ			0,14	0,14
THIMISTER-CLERMONT	0,13			0,13
LES BONS VILLERS			0,0	0,03
Total	3120,44	55,24	586,55	3762,23

3.2.4 Croisement avec le Parcellaire Agricole Anonyme

Le croisement de la couche des csN avec le PAA2015 a permis d'identifier la répartition des csN au sein des types de cultures renseignés dans le PAA2015, certaines parcelles de csN étant situées hors du PAA2015 (tableau 7).

Tableau 7. Ventilation par types de culture (selon le PAA2015) des surfaces de csN en fonction du type de parcelle.

Type de culture selon le PAA2015	Surface (ha)			
	Plantations	Production de plants	Pépinières	Total
Hors PAA	1251,78	23,60		1275,38
Sapins de Noël	1114,88	5,63		1120,52
Autres	718,74	20,16		738,90
Pépinières de plants fruitiers ou de plantes ornementales			377,08	377,08
Cultures horticoles non-comestibles			112,67	112,67
Pépinières de plants forestiers			96,79	96,79
Prairie et fourrage	23,93	0,49		24,41
Cultures forestières à rotation courte	9,08			9,08
Jachère		5,10		5,10
Avoine de printemps	0,87			0,87
Orge de printemps	0,54			0,54
Trèfles		0,26		0,26
Froment d'hiver	0,20			0,20
Céréales et légumineuses	0,18			0,18
Couvert favorisant la faune	0,15			0,15
Epeautre	0,08			0,08
Total	3120,44	55,24	586,55	3762,23

3.2.5 Répartition des cultures de sapins de Noël par type d'affectation au plan de secteur

Le croisement de la couche csN avec la couche « plan de secteur » a permis d'identifier la répartition des csN situées au sein des différentes affectations telles que définies dans le plan de secteur (tableau 8). Sans surprise, la très grande majorité des csN (92,2 %) est installée en zone agricole. Les csN présentes en zone forestière représentent à peine 4,5 % de la surface totale cartographiée.

Tableau 8. Ventilation par affectation au plan de secteur des surfaces de csN en fonction du type de parcelle.

Code	Zone d'affectation au plan de secteur	Surface (ha)			
		Plantations	Production de plants	Pépinières	Total
R01	Agricole	2862,30	50,53	557,35	3470,19
R02	Forestière	162,46	1,59	5,68	169,72
H02	Habitat à caractère rural	50,61	1,47	11,89	63,98
D01	Aménagement communal concerté	16,27		3,55	19,82
L01	Loisirs	13,48			13,48
H01	Habitat	4,82	1,05	0,80	6,67
A01	Activité économique mixte	2,25		0,96	3,21
R04	Naturelle	3,20			3,20
X01	Extraction	1,50		1,44	2,93
R03	Espaces verts	1,35	0,60	0,45	2,40
A02	Activité économique industrielle			1,61	1,61
P01	Services publics et équipements communautaires	0,28		0,69	0,98
R05	Parc	0,94			0,94
P12	Non affecté ("zone blanche")	0,64		0,00	0,64
D02	Aménagement communal concerté à caractère industriel			0,53	0,53
E01	Plan d'eau	0,20			0,20
V02	Non affecté ("zone blanche")	0,14			0,14
?	Hors plan de secteur			1,58	1,58
		3120,44	55,24	586,55	3762,23

3.2.6 Répartition des cultures de sapins de Noël par régions bioclimatiques

Le tableau 9 présente la répartition des surfaces de csN par régions bioclimatiques. Ce tableau est basé sur la couche du zonage bioclimatique. La très grande majorité des csN est située en Basse et Moyenne Ardenne (46 %) et en Ardenne centro-orientale (24 %).

Tableau 9. Ventilation par région bioclimatique des surfaces de csN en fonction du type de parcelle.

Région bio-climatique	Surface (ha)			
	Plantations	Production de plants	Pépinières	Total
Basse et Moyenne Ardenne	1634,90	36,91	63,27	1735,08
Ardenne centro-orientale	844,80	18,10	46,37	909,27
Plaines et Vallées Scaldisiennes	6,16		315,80	321,96
Sambre-et-Meuse et Condroz	245,91	0,24	28,79	274,94
Haute Ardenne	171,03		5,40	176,43
Fagne, Famenne et Calestienne	128,16		7,18	135,34
Hesbino-Brabançon	15,95		118,20	134,15
Haute Lorraine	53,42			53,42
Basse Lorraine	20,12		1,53	21,65
Total	3120,44	55,24	586,55	3762,23

3.2.7 Répartition des cultures de sapins de Noël par types de sols

Le tableau 10 présente la répartition des surfaces de csN par types de sols. Ce tableau est basé sur la couche « Carte des Principaux Types de Sols de Wallonie à 1/250000 ».

Tableau 10. Ventilation par type de sols des surfaces de csN en fonction du type de parcelle.

Id	Principaux types de sols	Surface (ha)			
		Plantations	Production de plants	Pépinières	Total
7110	Sols limono-caillouteux à charge schisto-phylladeuse et à drainage naturel quasi-exclusivement favorable	1451,28	30,60	45,41	1527,28
6010	Sols limoneux peu caillouteux à drainage naturel favorable	655,89	16,89	35,15	707,93
4010	Sols limoneux à drainage naturel favorable	61,04		370,88	431,92
6020	Sols limoneux peu caillouteux à drainage naturel principalement modéré à assez pauvre	195,35	0,32	3,23	198,90
7210	Sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel favorable	157,74	5,85	24,66	188,25
7310	Sols limono-caillouteux à charge schisteuse et à drainage naturel principalement favorable	169,11	0,72	10,23	180,06
7410	Sols limono-caillouteux à charge psammitique ou schisto-psammitique et à drainage naturel principalement favorable	111,23		14,66	125,89
4020	Sols limoneux à drainage naturel modéré ou imparfait	50,86	0,12	22,05	73,03
7220	Sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel modéré à assez pauvre	65,26	0,23	1,34	66,83
7610	Sols limono-caillouteux à charge de silexite ou de gravier ou de conglomérat et à drainage naturel principalement favorable	10,06		30,53	40,59
3020	Sols sablo-limoneux à drainage naturel principalement modéré ou imparfait	39,37		0,71	40,08
7510	Sols limono-caillouteux à charge calcaire et à drainage naturel quasi-exclusivement favorable	33,37		3,81	37,18
3010	Sols sablo-limoneux à drainage naturel principalement favorable	17,10		11,44	28,55
10000	Regroupement de complexes de sols de textures différentes ou sur fortes pentes et de sols de fonds de vallons limoneux ou rocailleux	24,11	0,37	2,75	27,23
30000	Sols artificiels ou non cartographiés	21,84	0,14	4,99	26,97
4030	Sols limoneux à drainage naturel assez pauvre à très pauvre	19,87		1,45	21,32
2010	Sols sableux ou limono-sableux à drainage naturel excessif ou légèrement excessif	14,57		1,33	15,89
5010	Sols argileux à drainage naturel favorable ou imparfait	7,99		1,72	9,72
7710	Sols limono-caillouteux à charge de grès argilo-calcaire et à drainage naturel favorable à imparfait	8,53			8,53
5020	Sols argileux à drainage naturel assez pauvre à très pauvre	5,20		0,20	5,40
2020	Sols sableux ou limono-sableux à drainage naturel principalement modéré ou imparfait	0,57		0,00	0,57
1000	Sols tourbeux ou tourbières	0,08			0,08
		3120,44	55,24	586,55	3762,23

3.2.8 Répartition des cultures de sapins de Noël par classes d'altitude

Le tableau 11 et la figure 5 présentent la répartition des surfaces de csN par classes d'altitude de 50 m d'amplitude. Ce tableau est basé sur la couche « ERRUISSOL - Modèle Numérique de Terrain ». Chaque csN a été caractérisée par son altitude moyenne. On constate que 80 % des csN sont installées à des altitudes comprises entre 350 et 500 m.

Tableau 11. Ventilation par classes d'altitude des surfaces (en ha) de csN en fonction du type de parcelle.

Altitude	Surface (ha)			
	Plantations	Production de plants	Pépinières	Total
0 - 50m	0,02		49,39	49,41
50 - 100m	3,43		147,85	151,28
100 - 150m	11,85		181,78	193,63
150 - 200m	55,18	0,60	62,00	117,79
200 - 250m	144,49	12,71	13,57	170,77
250 - 300m	255,74	0,24	9,71	265,68
300 - 350m	192,97		21,09	214,06
350 - 400m	638,31	10,51	24,66	673,49
400 - 450m	981,13	16,29	36,11	1033,54
450 - 500m	632,75	10,98	34,19	677,91
500 - 550m	162,72	3,91	6,19	172,82
550 - 600m	41,84			41,84
Total	3120,44	55,24	586,55	3762,23

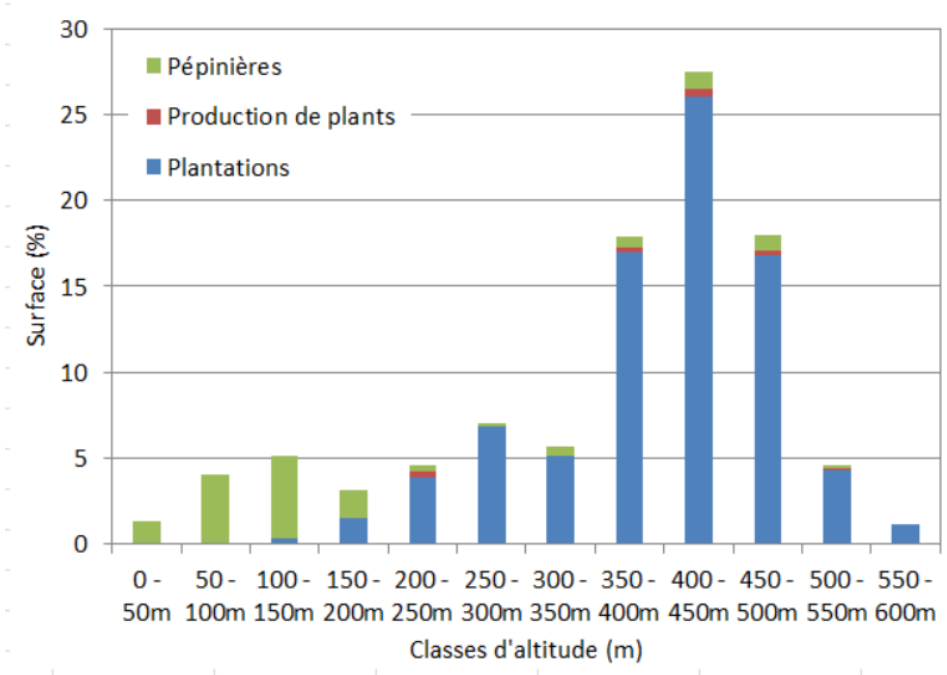

Figure 5. Ventilation par classes d'altitude des surfaces (en %) de csN en fonction du type de parcelle.

3.2.9 Répartition des cultures de sapins de Noël par classes de taille de parcelle

Le tableau 12 et la figure 6 présentent la répartition des surfaces de csN par classes de taille de parcelle. Près de 30 % des csN sont réalisées dans des parcelles dont la surface est comprise entre 2 et 5 ha. Les classes « 1 à 2 ha » et « 5 à 10 ha » représentent chacune près de 20 % des csN.

Tableau 12. Ventilation (en ha) des csN par classes de taille de parcelle en fonction du type de parcelle.

Taille des parcelles (ha)	Surface (ha)			
	Plantations	Production de plants	Pépinières	Total
0 - 0,5	176,26	6,38	37,13	219,77
0,5 - 1	327,10	16,62	48,59	392,32
1 - 2	609,29	15,91	73,07	698,27
2 - 5	932,23	11,03	145,27	1088,54
5 - 10	618,66	5,30	82,73	706,69
10 - 20	326,83		138,93	465,76
20 - 30	95,53		26,07	121,60
30 et +	34,53		34,75	69,27
Total	3120,44	55,24	586,55	3762,23

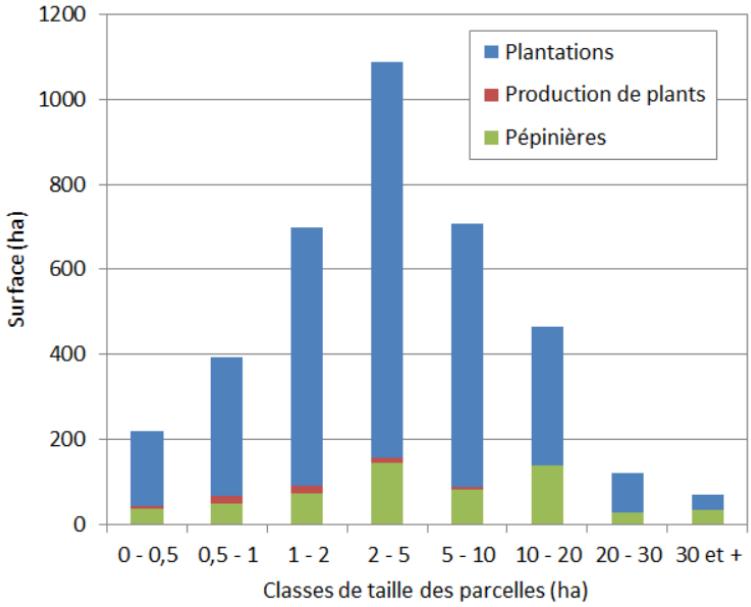

Figure 6. Ventilation (en ha) des csN par classes de taille de parcelle en fonction du type de parcelle.

Nous avons également envisagé des regroupements de parcelles proches l'une de l'autre, que nous avons considérés comme des « blocs » de csN. Ces regroupements ont été opérés en appliquant successivement un buffer de 5 m autour des parcelles, puis un second buffer avec une distance négative de 5 m. Un exemple de regroupement est illustré à la figure 7.

Le tableau 13 et la figure 8 présentent la répartition des surfaces de csN par classes de taille de bloc. On constate que plus de 30 % des csN sont installées dans des blocs de surface supérieure à 10 ha, près de la moitié d'entre elles (15 %) étant située dans des blocs de plus de 20 ha.

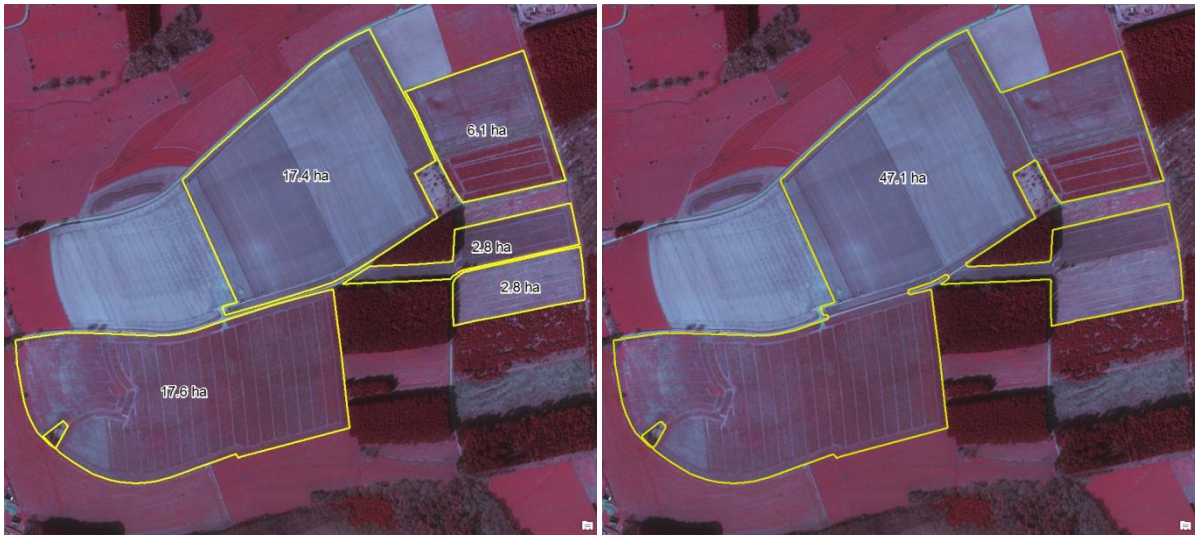

Figure 7. Exemple de regroupement d'un ensemble de parcelles voisines en un bloc.

Tableau 13. Ventilation des surfaces de csN (en %) par classes de taille de bloc de csN.

Taille des blocs de parcelles (ha)	Surface (%)
0 - 0,5 ha	3,2
0,5 - 1 ha	6,1
1 - 2 ha	11,1
2 - 5 ha	24,7
5 - 10 ha	22,8
10 - 20 ha	17,5
20 - 30 ha	7,5
30 ha et +	7,1
Total	100,0

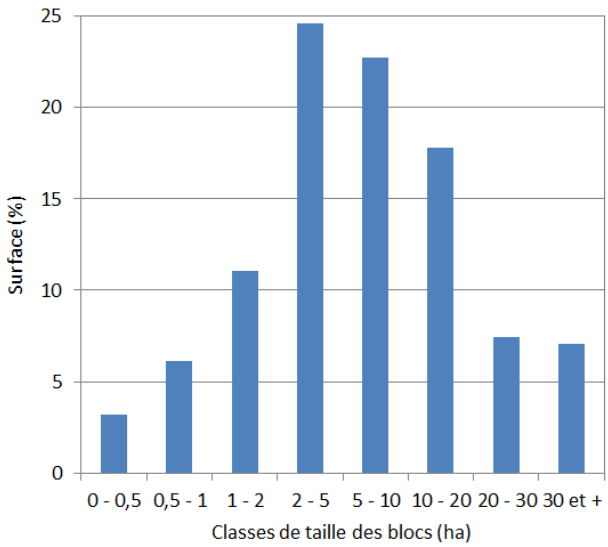

Figure 8. Ventilation des surfaces de csN (en %) par classes de taille de bloc de csN.

4. Limites de la méthode et propositions d'amélioration

Le présent paragraphe énonce et analyse les principales limites de la méthode utilisée pour établir la cartographie des cultures de sapins de Noël et avance certaines pistes pour améliorer cette cartographie.

Détection des csN

La méthodologie proposée est essentiellement basée sur une détection et une localisation des csN par photo-interprétation. Cela implique de passer en revue l'ensemble du territoire régional pour garantir l'exhaustivité de la carte. Pour cette opération, la région est subdivisée en près de 35000 tuiles de 50 ha qui doivent toutes être visualisées par un opérateur. Il s'agit d'une étape longue et relativement fastidieuse.

Pour les phases de mise à jour ultérieures de la carte, on pourrait envisager de ne photo-interpréter que les tuiles de 50 ha qui contiennent déjà des csN. Le nombre de tuiles à photo-interpréter ne serait plus que de 1600 !

Cette solution constitue un bon compromis entre l'allègement important de la charge de travail et l'augmentation sans doute relativement faible des erreurs d'omission.

Erreurs d'omission

La principale source d'erreurs d'omission qui a été mise en évidence concerne la date de prise de vue des images aériennes ayant servi à la production de la couche orthophoto. La programmation de l'acquisition des images aériennes au-delà du mois de mai permettrait de réduire très fortement cette source d'imprécision du processus de détection et donc d'améliorer la complétude du produit final.

Erreurs de commission

L'adaptation de la légende proposée au § 2.2.2 permet de réduire très fortement le risque d'erreurs de commission. La phase de vérification a en effet montré que les 305 parcelles contrôlées (correspondant à 20 % de la surface totale des classes 1 et 2) concordaient toutes avec ce qui avait été photo-interprété par les opérateurs.

5. Conclusions

La méthode de cartographie des csN proposée dans la tranche ferme a été appliquée sur l'ensemble de la Wallonie après avoir apporté certaines modifications mineures, notamment en ce qui concerne la légende et l'approfondissement de la phase de validation.

La couche cartographique produite contient **2317 polygones** qui totalisent une surface de **3762,2 ha** de csN, en ce compris les pépinières et les cultures horticoles non comestibles.

Si l'on se focalise sur les plantations proprement dites et la production de plants, la surface cartographiée est de **3175,7 ha**.

La phase de validation, réalisée en vue d'évaluer la précision de la carte produite, a permis de confirmer la fiabilité de la photo-interprétation en ce qui concerne le risque de commission (faux positifs) puisque la nature des 305 parcelles contrôlées concorde avec la photo-interprétation.

Les erreurs d'omission (faux négatifs), à défaut d'être évaluées par voie statistique, ont été estimées à 5 % et sont essentiellement liées à la date d'acquisition trop précoce des images aériennes utilisées.

L'analyse de la carte des csN en regard de différentes couches cartographiques fait ressortir une série d'éléments permettant de mieux caractériser les csN en Wallonie :

- Les csN se répartissent en plantations (83,0 %), production de plants (1,5 %) et pépinières ou cultures horticoles non-comestibles (15,5 %). Il a été admis que ces deux dernières classes ne sont pas exclusivement dédiées à la csN.
- La très grande majorité des csN est située en province de Luxembourg (57,9 %) et de Namur (27,3 %).
- Trois communes totalisent à elles seules près du quart des csN : Libin (324,2 ha), Neufchateau (317,9 ha) et Bièvre (271,6 ha)
- Un tiers (33,8 %) des csN ne sont pas recensées dans le PAA2015, 29,7 % y sont déclarées effectivement comme csN, le solde étant renseigné sous d'autres dénominations, dont la dénomination « autres cultures » qui représente 19,7 %.
- En termes d'affectation au plan de secteur, les csN sont essentiellement localisées en zone agricole (92,3 %) et dans une moindre mesure en zone forestière (4,5 %) ou encore en zone d'habitat à caractère rural (1,7 %).
- C'est dans les régions « Basse et Moyenne Ardenne » (46 %) et « Ardenne centro-orientale » (24 %) que sont situées la très grande majorité des csN. Elles s'y développent essentiellement (80 % des surfaces) dans la gamme d'altitude allant de 350 à 500 m.
- Plus de 30 % des csN sont regroupées au sein de blocs de plus de 20 ha.