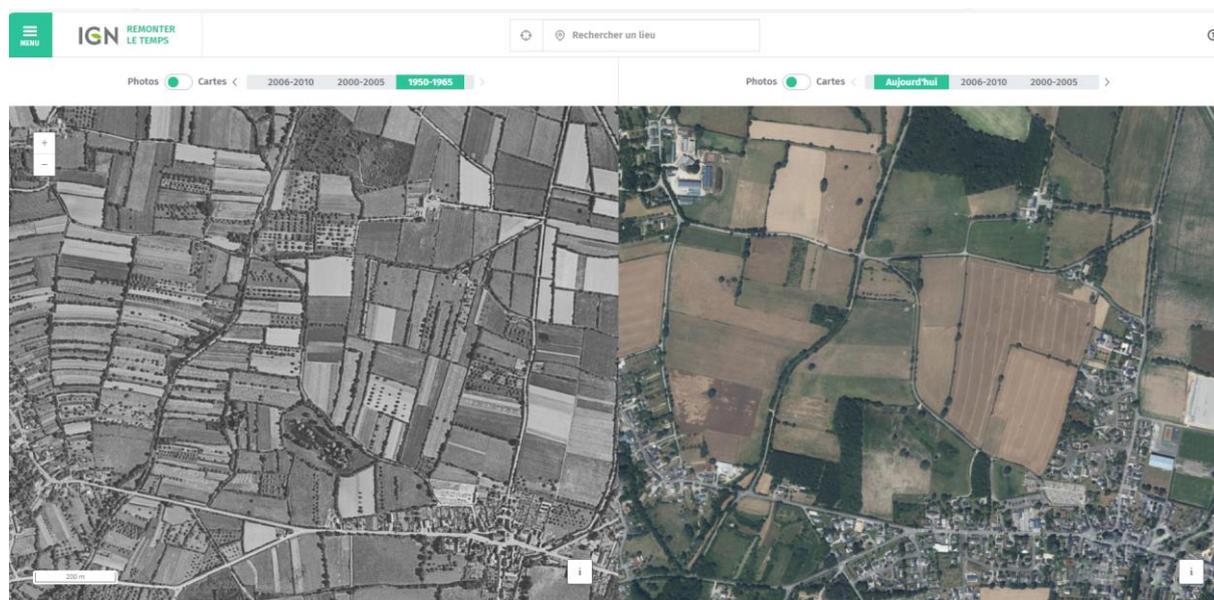


DISPOSITIF NATIONAL DE SUIVI DES BOCAGES

Mise à jour du référentiel des haies
établi lors de la phase 1

RAPPORT 2024

Conventions MTECT – OFB – IGN



Version 1.0

Janvier 2024

Auteurs : Loïc Commagnac (IGN), Frédéric Letouzé (IGN), Louise Le Bellec (IGN)

SOMMAIRE

1	Introduction	4
1.1	Objet du document.....	4
1.2	Introduction	4
2	La couche nationale des haies : la BD Haie V1	5
2.1	Les données utilisées	5
2.2	Objectifs et principes de la mise à jour.....	7
3	Les données mobilisées pour la mise à jour.....	8
3.1	Les SNA récentes	8
3.2	Les Modèles Numériques de Surface (MNS).....	9
3.3	Les données BD Topo 2023	12
4	Description du processus de production.....	13
4.1	Utilisation de la donnée SNA récente.....	14
4.1.1	Comparaison SNA 2015 et SNA récente (2020-2023)	14
4.1.2	Transfert du résultat des comparaisons de millésimes SNA sur la BD Haie V1 21	
4.1.3	Correction des linéaires BD Haie V1 avec les surfaces non agricoles.....	24
4.2	Utilisation de la donnée MNH.....	25
4.2.1	Calcul du MNH	25
4.2.2	Calcul de l'indice de rugosité.....	25
4.2.3	Seuillage des MNH	26
4.2.4	Seuillage des indices de rugosité.....	27
4.2.5	Pré-traitement des haies de la BD Haie V1 à croiser avec le MNH.....	27
4.2.6	Croisement des zones tampon avec les MNH et l'indice de rugosité	29
4.3	Croisement des zones tampon avec les données BDTOPO.....	30
4.4	Synthèse des résultats MNH, rugosité, surfaces en eau, routes et voies ferrées	30
4.5	Identification des vraies haies créés	32
4.6	Ajout des nouvelles haies SNA et assemblage	34
5	Spécifications des couches produites	37
6	Comparaison des linéaires entre les 2 versions de BD haie	38
7	Limites.....	38
8	Conclusion.....	39

Illustration de couverture :

BD ORTHO® 1950-2022 sur le secteur de SAFFRE(44), Site web remonterletemps.ign.fr

RESUME

En 2017, le Ministère en charge de l'agriculture et le Ministère en charge de l'environnement ont sollicité l'IGN et l'OFB pour la mise en place d'un dispositif national de suivi des bocages. L'objectif de ce dispositif était de produire une information géographique complète (France métropolitaine) sur les réseaux de haies (phase 1), de caractériser les territoires bocagers (phase 2) et de suivre l'évolution quantitative et qualitative des trames bocagères.

Une première couche de haies linéaires (BD Haie) a été produite sur le territoire de la France métropolitaine en 2020. Cette production a été réalisée dans le cadre de la phase 1 du dispositif de suivi des bocages à partir de données du registre parcellaire graphique (support des demandes d'aide des agriculteurs au titre de la politique agricole commune) et des données du thème végétation de la BD Topo de l'IGN.

Ce rapport décrit le processus de mise à jour de la BD Haie, initialisée avec des données hétérogènes et parfois anciennes, avec des données plus récentes du registre parcellaire graphique et des données de hauteur issues de corrélation automatique d'images aériennes. A l'issue du processus de mise à jour, les données de la BD Haie « V2 » peuvent être associées à une année de référence qui est celle de la prise de vue aérienne utilisée pour la mise à jour, et commune aux deux sources de données utilisées.

Ces travaux permettent d'obtenir une base de données plus cohérente avec la réalité du terrain et de faire un premier différentiel de linéaires de haies entre deux dates.

1 Introduction

1.1 Objet du document

Ce document constitue un livrable du projet de mise à jour de la couche des haies produite dans le cadre du dispositif de suivi des bocages, phase 1. Après une mise en contexte du sujet et une présentation des données disponibles, il expose le processus de production de cette mise à jour.

1.2 Introduction

En 2017, le Ministère en charge de l'agriculture et le Ministère en charge de l'environnement ont sollicité l'IGN et l'OFB pour la mise en place d'un dispositif national de suivi des bocages. L'objectif de ce dispositif était de produire une information géographique complète (France métropolitaine) sur les réseaux de haies, de caractériser les territoires bocagers et de suivre l'évolution quantitative et qualitative des trames bocagères.

Les services écosystémiques rendus par les haies et leur rôle dans le maintien de la biodiversité des espaces agricoles ont suscité une prise de conscience citoyenne en faveur de la préservation des haies. Le besoin de suivi à grande échelle des trames bocagères découle de cette volonté de préservation des haies.

Ce dispositif de suivi doit permettre, à terme, d'évaluer les effets de différentes politiques publiques sur les haies bocagères. Parmi lesquelles on peut citer, sans prétendre à l'exhaustivité :

- Celles relatives à l'agriculture : politique agricole commune (PAC), bien-être animal, plan national de développement de l'agroforesterie, etc. ;
- Celles relatives à l'urbanisme : schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE), plans locaux d'urbanisme (PLU) et plans locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi), etc. ;
- Celles relatives à l'écologie : trame verte et bleue (TVB) (instaurées par la loi dite Grenelle 1), loi biodiversité, plans nationaux d'action pollinisateurs, chiroptères, espèces exotiques envahissantes, etc.

Trois phases distinctes ont été identifiées dans la construction de ce dispositif :

- Phase 1 : identification des territoires bocagers à l'échelle de la France métropolitaine ;
- Phase 2 : caractérisation des territoires bocagers ;
- Phase 3 : mise en place et développement d'un protocole de suivi qualitatif.

La phase 1 du dispositif de suivi des bocages, à présent terminée, a notamment permis la production d'une couche de haies linéaires pour l'ensemble de la France métropolitaine à partir de données existantes issues de la BD Topo (IGN) et des surfaces non agricoles (SNA) du registre parcellaire graphique (RPG). Les surfaces non agricoles sont saisies à partir des photographies aériennes par les agriculteurs. L'IGN réalise préalablement à la saisie par les agriculteurs une mise en cohérence des surfaces non agricoles avec la prise de vue aérienne la plus récente.

Rapidement il est apparu qu'une mise à jour de cette couche de haies linéaires, dite « BD Haie V1 » dans la suite de ce document, était nécessaire pour corriger des imprécisions, millésimer la donnée en lui attribuant une date de référence et pour permettre une première analyse de l'évolution des bocages.

2 La couche nationale des haies : la BD Haie V1

2.1 Les données utilisées

Les haies de la BD Haie V1 ont été produites dans le cadre du programme de dispositif de suivi des bocages par l'assemblage automatisé des données du thème végétation de la BD Topo IGN (objets de nature « haie » et certains objets de nature « bosquet ») ainsi que des surfaces non agricoles (SNA) du RPG 2015 produites par l'IGN par photo-interprétation. Les objets SNA de type « haie », et « arbres alignés » ont été retenus pour réaliser la BD Haie V1 ainsi que certains objets des types « autre surface végétale non agricole » et « bosquets ». Le processus de production de la BD Haie V1 est détaillé dans le rapport d'étape 2020 du dispositif national de suivi des bocages.

Cette couche produite en 2020 s'appuie donc sur 2 sources de données dont les millésimes de prises de vues s'échelonnent de 2004 à 2015 selon les départements et l'origine de la donnée.

Pour la couche végétation de la BD Topo, les millésimes s'échelonnent de 2004 à 2015 en fonction des départements (voir figure 1 en page suivante).

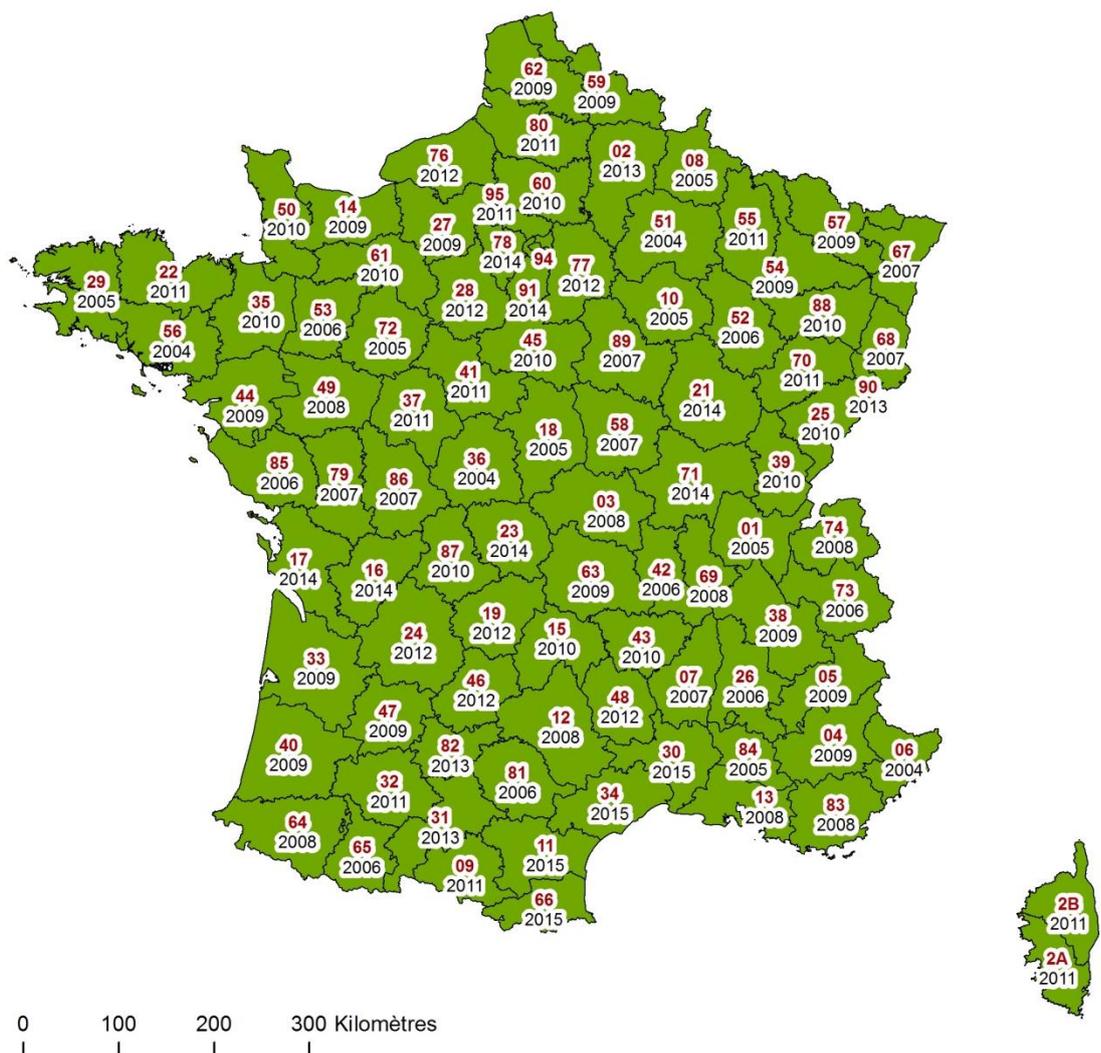


Figure 1 : millésimes de production du thème végétation de la BD Topo selon les départements, les chiffres en noir indiquent la date de la prise de vue aérienne utilisée pour la production, les inscriptions en rouge indiquent les numéros de département

Pour les SNA produites en 2015, les millésimes s'échelonnent de 2011 à 2014 selon les départements (voir figure 2 en page suivante).

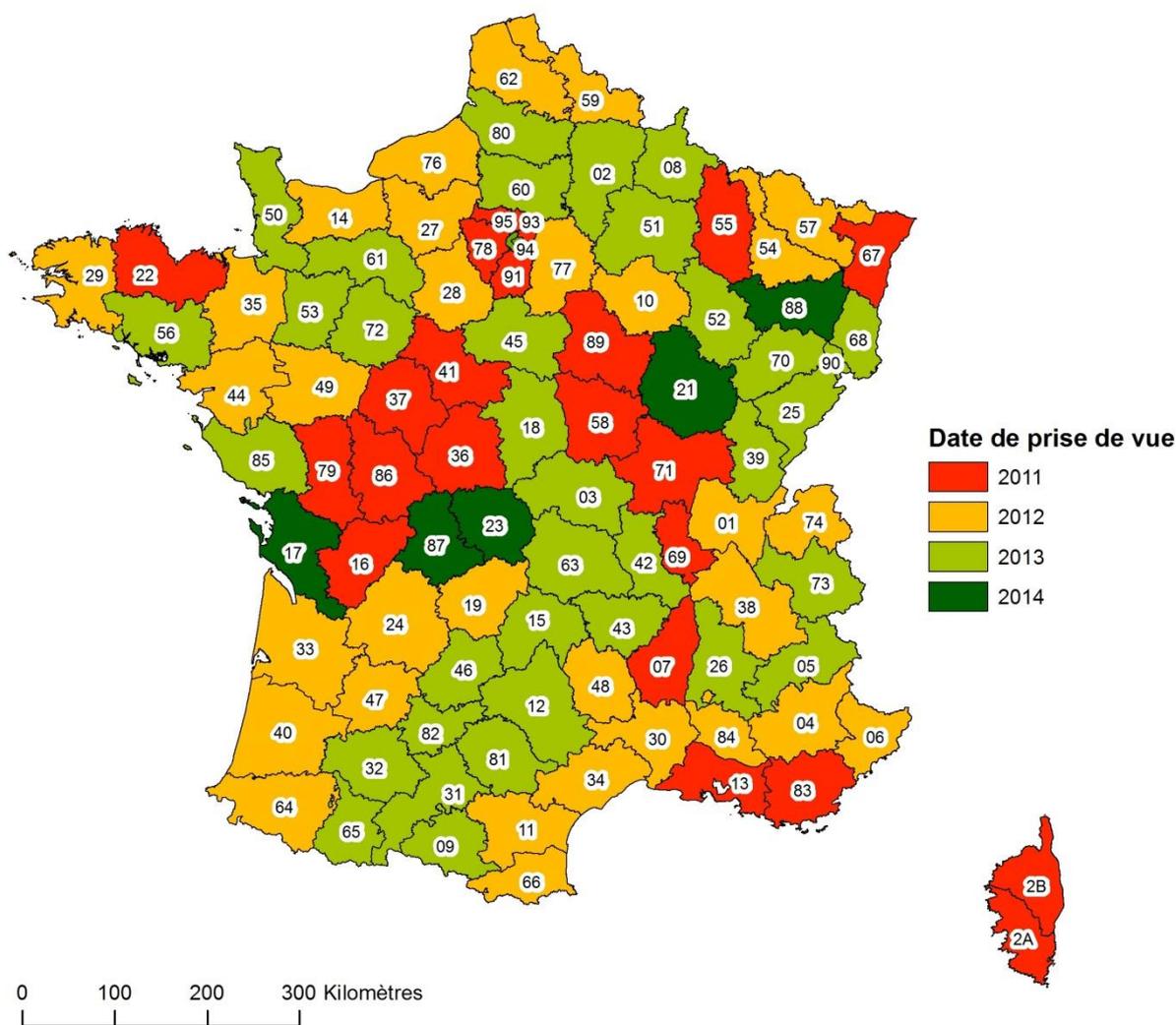


Figure 2 : millésimes des prises de vues aériennes départementales utilisés pour la production 2015 des surfaces non agricoles du registre parcellaire graphique

2.2 Objectifs et principes de la mise à jour

Le premier objectif de la mise à jour de la BD Haie V1 est de la rendre homogène au niveau du millésime en mobilisant les informations les plus récentes (2020 à 2022) pour chaque département. Cet objectif principal s'accompagne des objectifs suivants :

- Initier le volet de suivi quantitatif du linéaire de haie prévu dans le Dispositif de suivi des bocages. Une estimation de l'évolution du linéaire de haie entre la BD Haie V1 et sa mise à jour est recherchée ;
- Fournir une meilleure exhaustivité du linéaire de haie à grande échelle notamment en supprimant les haies disparues de la BD Haie V1.

Le principe de la mise à jour repose sur la mobilisation de deux types de données :

- Les surfaces non agricoles du RPG dans une version actualisée ;
- Les modèles numériques de hauteur (MNH).

Le MNH est une représentation continue de la hauteur des objets visibles sur les photographies aériennes (arbres, bâtiments). Un MNH qui ne contient que des éléments de végétation (après suppression des bâtiments) est appelé un modèle numérique de hauteur de canopée (MNHC).

Pour valider les haies linéaires de la BD Haie V1 issues des SNA du RPG, il est nécessaire de réutiliser des données du RPG plus récentes. En effet, les données du RPG peuvent contenir de très petits objets (en hauteur et en largeur) que le MNH seul ne permet pas de valider.

Les données du RPG étant déclarative et non exhaustive sur le territoire (les données sont présentes uniquement sur les parcelles agricoles), l'utilisation du MNH est nécessaire pour la mise à jour des haies situées en dehors des îlots agricoles (issues des données BD Topo).

Étant donné la méthode de production du thème végétation de la BD Topo, on y trouve principalement des haies arborées. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'il a été nécessaire de compléter cette donnée avec les haies issues du RPG, plus exhaustives sur les territoires agricoles. Ces haies arborées sont bien visibles sur les modèles numériques de hauteur calculés par l'IGN si elles sont toujours présentes en 2020 - 2022.

Les haies de la BD Haie V1 non validées par les surfaces non agricoles récentes seront confrontées au modèle numérique de hauteur pour en déduire leur présence ou absence.

À l'issue de la mise à jour, chaque segment de haie de la BD Haie V1 sera caractérisé de la façon suivante :

- La haie était présente dans la BD Haie V1 et elle est toujours présente dans les données récentes : haie confirmée ;
- La haie était présente dans la BD Haie V1 et elle n'est plus présente dans les données récentes : haie enlevée (potentiellement arrachée ou exploitée) ;
- La haie était absente dans la BD Haie V1 et elle est apparue dans les données récentes : haie créée (plantation ou amélioration de la base de données).

Il sera donc possible de calculer la part de linéaire enlevée de la base de données, la part de linéaire confirmée et la part de linéaire créé par rapport à la donnée initiale.

3 Les données mobilisées pour la mise à jour

3.1 Les SNA récentes

Les SNA décrivent les éléments végétaux relevant des parcelles du RPG (situés en bordure et, dans certains cas, à l'intérieur de ces parcelles). Ces éléments peuvent être de divers types. Les 5 types suivants : « haie », « arbres alignés », « bosquet », « végétation non agricole non caractérisée » et « Autre surface végétale non agricole » ont été retenus pour confirmer la présence d'une haie de la BD Haie V1. Pour identifier les potentielles nouvelles haies, seuls les types « haie » et « arbres alignés » sont utilisés.

Les SNA sont déclarées annuellement par les agriculteurs, venant compléter ainsi la couche SNA initialisée en 2015 par l'IGN par photo-interprétation (sur prise de vues aériennes de 2011 à 2014). Pour cela les agriculteurs réalisent une saisie sur l'interface WEB Isis pour ajouter des SNA (plantations) ou en enlever (arrachage). À chaque nouvelle BD Ortho IGN en année N, l'IGN produit une mise à niveau des SNA par photo-interprétation systématique. Cela est réalisé sur la période octobre N à mars N+1 (ou N+2 pour quelques départements) et les agriculteurs s'appuient sur cette mise à niveau pour faire leur déclaration PAC de la campagne de l'année N+1 (ou N+2).

De manière à produire une BD Haie V2 millésimée correspondant à la plus récente PVA IGN, les données SNA utilisées ont été celles de la première campagne PAC (N+1 ou N+2) qui utilise la nouvelle PVA IGN, intégrant ainsi la mise à niveau des SNA par l'IGN et la déclaration PAC correspondante réalisée par les agriculteurs. Les millésimes SNA mobilisés pour la production de la BD Haie V2 s'échelonnent ainsi de 2020 à 2023 selon les départements.

La carte ci-dessous présente, par département, le millésime SNA retenu pour la mise à jour de la BD Haie (voir figure 3).

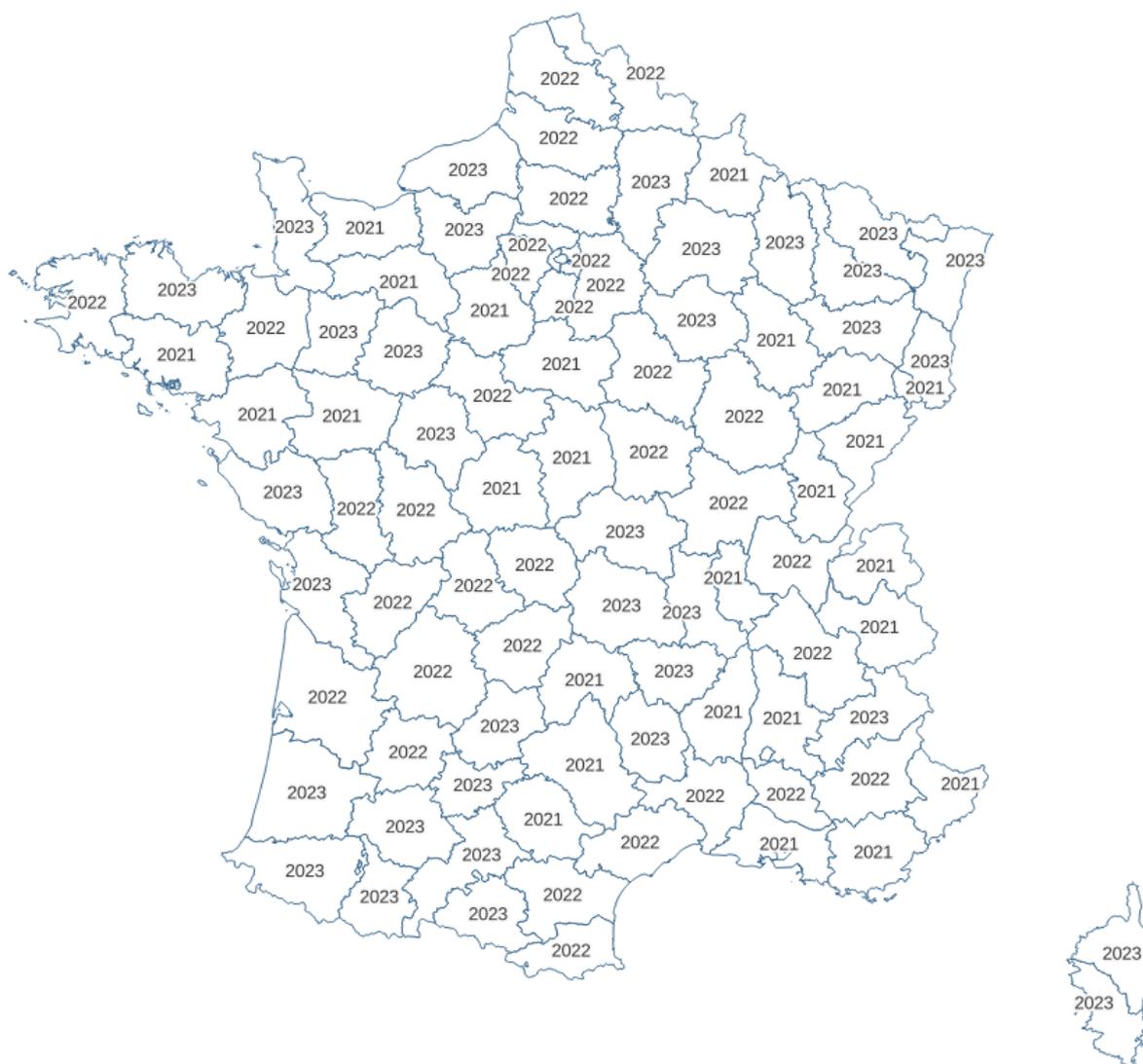


Figure 3 : millésimes SNA mobilisés pour la mise à jour de la BD Haie

3.2 Les Modèles Numériques de Surface (MNS)

Une altitude est affectée à chaque pixel des prises de vues aériennes de l'IGN par la mise en corrélation des images qui représentent les mêmes zones au sol. La donnée résultante est un « modèle numérique de surface » (MNS), couche d'information géographique qui fournit une description continue de l'altitude du « sur-sol », c'est-à-dire, pour les espaces naturels, du sommet de la végétation (altitude par rapport au niveau de la mer).

Compte tenu des spécifications des prises de vue aériennes, les MNS produits par l'IGN ont une précision théorique de ± 1 mètre en altitude.

Les MNS sont calculés à partir des prises de vues aériennes départementales. L'IGN photographie 1/3 du territoire métropolitain tous les ans, en moyenne, un département donné est ainsi photographié tous les 3 ans environ.

Un modèle numérique de hauteur de (MNH) est ensuite calculé (figure 4) en soustrayant au MNS un modèle numérique de terrain (MNT) qui représente l'altitude du sol (terrain naturel). Ce MNT, de résolution métrique en X et en Y, peut être obtenu soit par l'utilisation d'un Lidar aérien, soit par le même principe photogrammétrique que le MNS. Le MNT utilisé dans le cadre de ce travail est le RGE Alti® de l'IGN qui compile à ce jour des dalles (images de 1x1 km ou chaque pixel de 1x1 mètre porte une information d'altitude par rapport au niveau de la mer) obtenues avec des données Lidar et des dalles obtenues avec des données issues de photographies aériennes. Lorsque les dalles du RGE Alti® proviennent d'une acquisition Lidar, l'exactitude altimétrique est comprise entre 0,2 m et 0,5 m, et lorsqu'elles ont été obtenues par corrélation d'images aériennes, elle est comprise entre 0,5 m et 0,7 m, selon la documentation IGN.



Figure 4 : la différence entre le modèle numérique de surface obtenu par corrélation d'images et le modèle numérique de terrain permet d'obtenir le modèle numérique de hauteur (MNH) qui décrit la hauteur des arbres et des autres éléments du sursol

Le MNH est une représentation continue de la hauteur des objets. Il s'agit d'une donnée complexe qui témoigne de toute l'irrégularité de la canopée en forêt. Sa résolution est fine : issu de prises de vues aériennes à 25 cm de résolution, il est constitué de pixels élémentaires de 50 cm de côté portant une information de hauteur. La version manipulée est une version départementale constituée d'environ 6 000 à 11 000 dalles kilométriques en fonction des départements.

Cette couche de hauteur va être mobilisée dans le processus de mise à jour pour confirmer l'éventuelle présence de haies de la BD Haie V1 non confirmée par les données récentes des surfaces non agricoles du RPG. Le MNH ne sera pas utilisé pour compléter la BD Haie V1, il n'y aura pas de création de géométrie à partir de cette donnée.

Pour le processus de mise à jour, les 2 millésimes les plus récents ont été mobilisés (2016 à 2022 selon le département) comme illustré ci-après (figure 5).

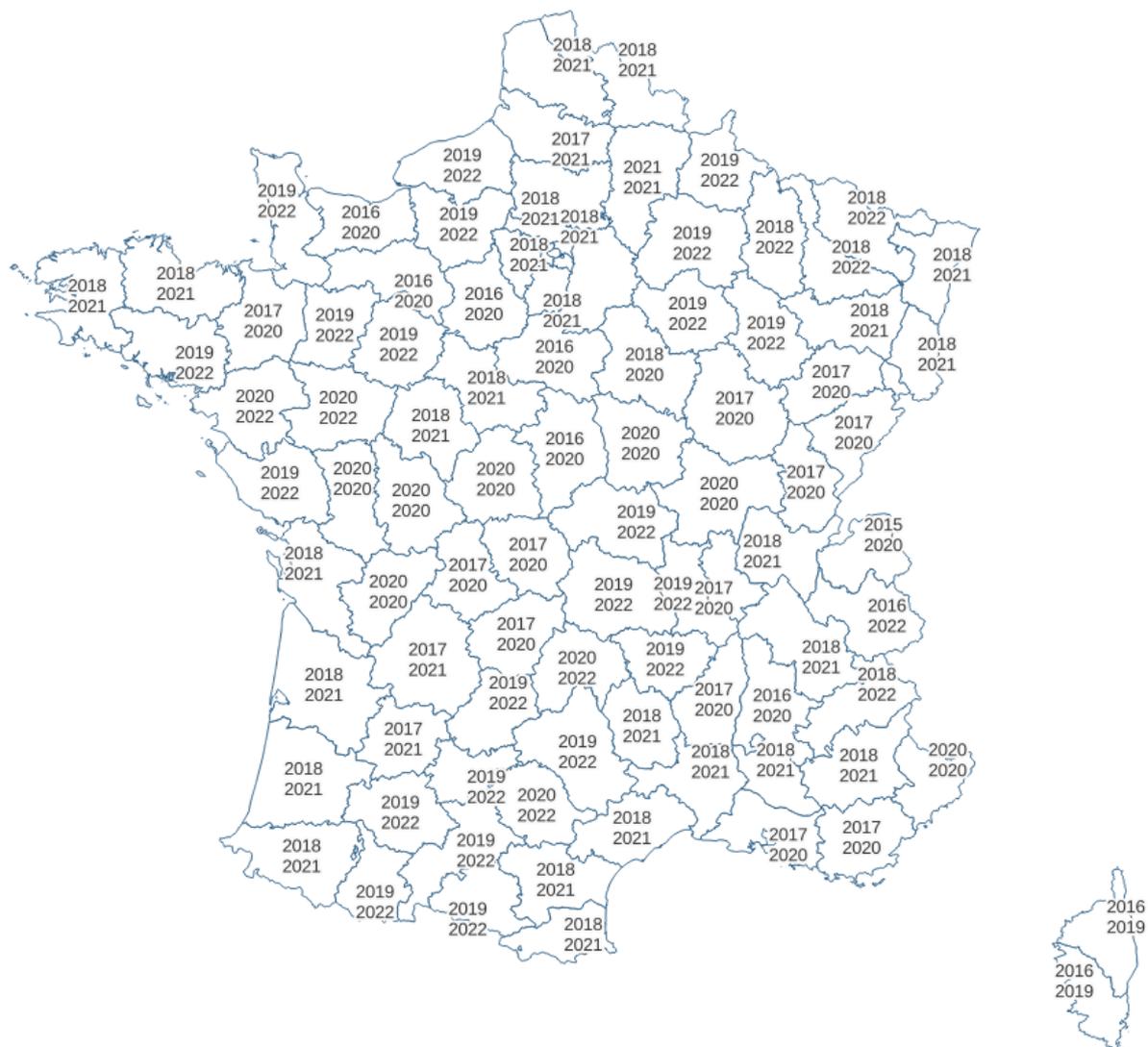


Figure 5 : millésimes MNH mobilisés pour la mise à jour de la BD Haïe

3.3 Les données BD Topo 2023

Certaines données de la BD Topo sont mobilisées pour détecter certaines disparitions de linéaires de haies qui pourraient ne pas être identifiées par le MNH. Il s'agit des données des réseaux routiers, ferrés et des surfaces en eau.

Les données BD Topo utilisées sont :

- Les routes « en service » répondant à au moins un des 3 critères suivants :
 - Champ « Largeur de chaussée » > 8m
 - Champ « Nature » contient '2 chaussées'
 - Champ « Nature » contient 'Autorout'

Les surfaces attendues sans haies sont construites sur la base d'une zone tampon d'une demi-largeur de chaussée de part et d'autre de l'axe de la voie.

- Les voies ferrées « en service » répondant à au moins un des 2 critères suivants :
 - Champ « Nature » = 'LGV'
 - Champ « Nature » contient 'principale'

Les surfaces attendues sans haies sont construites sur la base d'une zone tampon de 3.5m (X nombre de voies) de part et d'autre de l'axe de la voie ferrée.

- Surfaces hydrographiques :
 - Champ « Nature » différent de 'Marais'

Cette donnée 'surface hydrographique' de la BD Topo est mobilisée pour détecter les haies de la BD Haie V1 qui auraient été remplacées par un plan d'eau. Une zone tampon négative de 5 m est calculée pour ne pas confondre ces haies avec les haies 'ripisylves' présentes en bord de plan d'eau. Ainsi, les surfaces attendues sans haies sont construites sur la base d'une zone tampon de -5 mètres appliquée à la surface en eau BD Topo.

4 Description du processus de production

Les deux schémas suivants résument le processus de production.

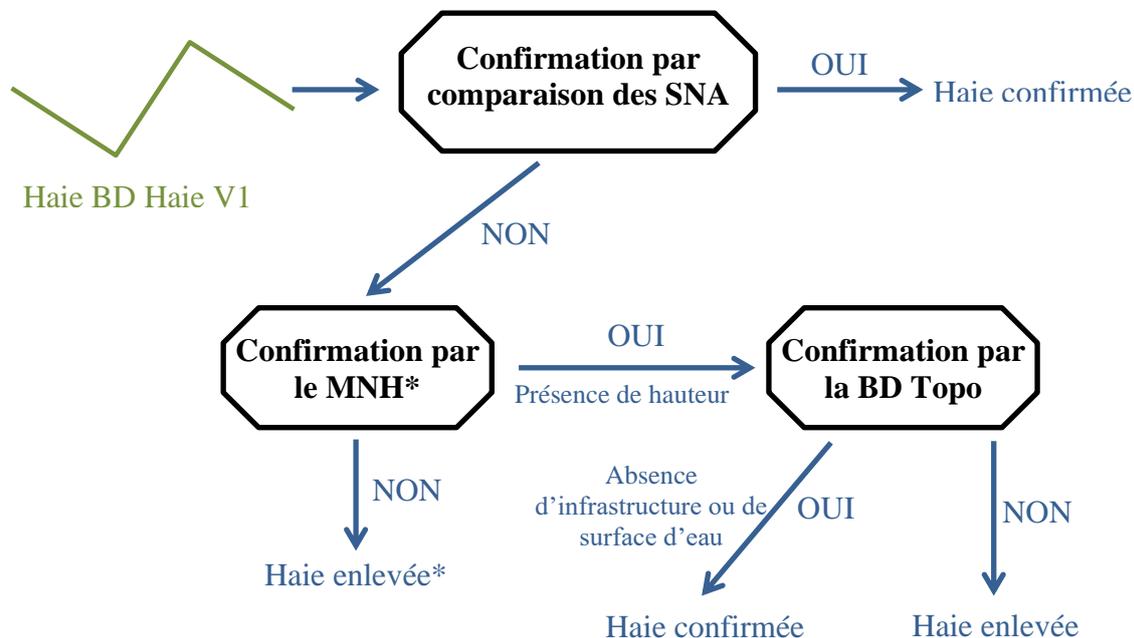


Figure 6 : schéma du processus de confirmation de la présence des haies de la BD Haie V1

* Si la haie est détectée sur les deux derniers millésimes de MNH, elle est confirmée, si elle n'est détectée que sur l'avant dernier millésime de MNH elle est identifiée comme « Enlevée récemment, à confirmer au prochain MNS »

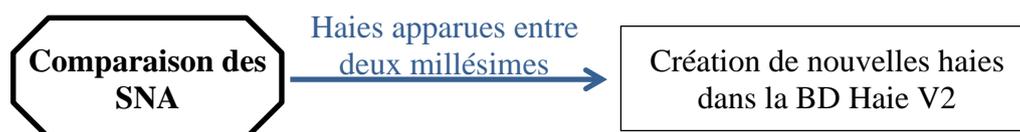


Figure 7 : schéma du processus de création de nouvelles haies

L'ensemble du processus de production décrit ci-dessus est détaillé dans les chapitres suivants. Le processus de production est réalisé par département.

4.1 Utilisation de la donnée SNA récente

4.1.1 Comparaison SNA 2015 et SNA récente (2020-2023)

Une première étape consiste à comparer les éléments végétaux des SNA 2015 (saisies sur prise de vues aériennes de 2011 à 2014) à ceux des SNA récentes (2020 à 2023 selon département, correspondant au millésime de PVA utilisé pour produire les MNH utilisés à l'étape suivante).

La figure suivante (figure 8) illustre le cas d'une absence de changement.



Figure 8 : exemple d'un cas d'absence de changement dans le département du Morbihan (56)

Les SNA haies de 2022 (hachures grises sur fond transparent) se superposent parfaitement aux SNA haies de 2015 (en blanc) qui représentent les mêmes objets sur le terrain. On parle dans ce cas de « **SNA Confirmée** » entre les deux dates.

La figure suivante (figure 9) illustre le cas d'une création de SNA.

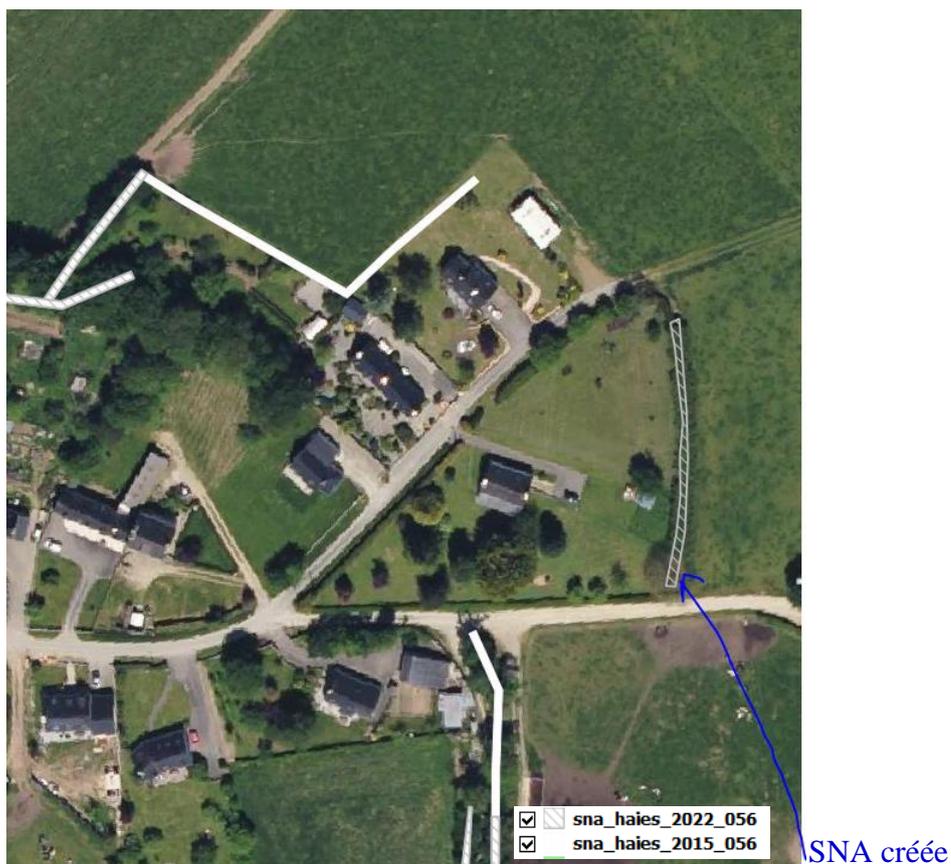


Figure 9 : exemple d'un cas de création de SNA dans le département du Morbihan (56)

La SNA haie créée de 2022 (hachures grises sur fond transparent) indiquée par la flèche bleue ne se superpose à aucune SNA haie de 2015 (en blanc). On parle dans ce cas de « **SNA Créée** » entre les deux dates.

La figure suivante (figure 10) illustre le cas de SNA supprimées.



Figure 10 : exemple d'un cas de disparition de SNA dans le département du Morbihan (56)

Aucune SNA haie de 2022 (hachures grises sur fond transparent) ne se superpose aux SNA haies de 2015 (en blanc) indiquées par les flèches bleues. On parle dans ce cas de « **SNA Supprimées** » entre les deux dates.

Ainsi après comparaison des deux millésimes de SNA chaque partie d'objet se voit attribuer une information liée au processus de mise à jour : un objet SNA peut être confirmé, créé ou détruit, voir figure 11.



Figure 11 : comparaison des deux millésimes de SNA, chaque partie d'objet se voit attribuer une information liée au processus de mise à jour

Les cas présentés ci-dessus ne couvrent pas l'ensemble des modalités issues de la comparaison des SNA 2015 avec les SNA « récentes ». Il arrive que les géométries des SNA représentant le même objet sur le terrain soient différentes entre les deux millésimes de SNA retenus. Ceci peut s'expliquer occasionnellement par une modification constatée sur le terrain mais le plus souvent cela s'explique par une correction de la base de données des surfaces non agricoles à l'occasion des nouvelles déclarations PAC (dans ce cas, on parle de « mise à niveau »).

La figure 12, a, illustre une création engendrée par une modification de géométrie des SNA par « mise à niveau ».

Les créations et suppressions entre deux millésimes de SNA ne témoignent pas forcément d'une modification de la réalité du terrain, comme le montre la figure 12.



Figure 12 : a : dans l'ellipse rouge, en jaune, création d'un objet engendré par une modification de la géométrie de la SNA pour mieux correspondre à la géométrie du terrain (la taille des arbres montre que la haie est présente depuis de nombreuses années), b : en jaune, création d'un objet absent de la base de données (dans ce cas également, la taille des arbres montre que la haie est présente depuis de nombreuses années)

Lorsque la différence entre les géométries des deux millésimes de SNA est peu importante, (cas de haies légèrement déplacées dans le cadre de la « mise à niveau »), cela ne doit pas avoir pour conséquence l'identification de parties de SNA comme SNA créées ou SNA supprimées. Pour cela, si la SNA récente est contenue dans une zone tampon (un « buffer ») de 3 mètres autour de la SNA 2015, les deux objets seront considérés comme identiques (figure 13, a).

Les cas où la SNA récente n'est pas totalement contenue dans la zone tampon de 3 mètres conduisent à l'identification erronée de géométries créées (polygone en rouge sur la figure 13, b). Ces cas sont traités ultérieurement pour les distinguer des véritables SNA créées.



Figure 13 : a : la géométrie de la SNA récente est entièrement située à moins de 3 mètres de la géométrie de la SNA de 2015. Les deux objets sont considérés comme identiques. b : une partie de la SNA récente est située à plus de 3 mètres de la SNA de 2015, cela conduit à l'identification erronée d'une géométrie créée (en rouge)

Le résultat de cette première comparaison entre les SNA 2015 et les SNA récentes (2020 à 2023) produit 3 ensembles de SNA :

- Les SNA confirmées : présentes en 2015 et dans les couches de SNA récentes ;
- Les SNA supprimées : présentes uniquement en 2015 ;
- Les SNA créées : présentes uniquement dans les SNA récentes.

La figure 14 illustre le résultat de la comparaison des deux millésimes de SNA.

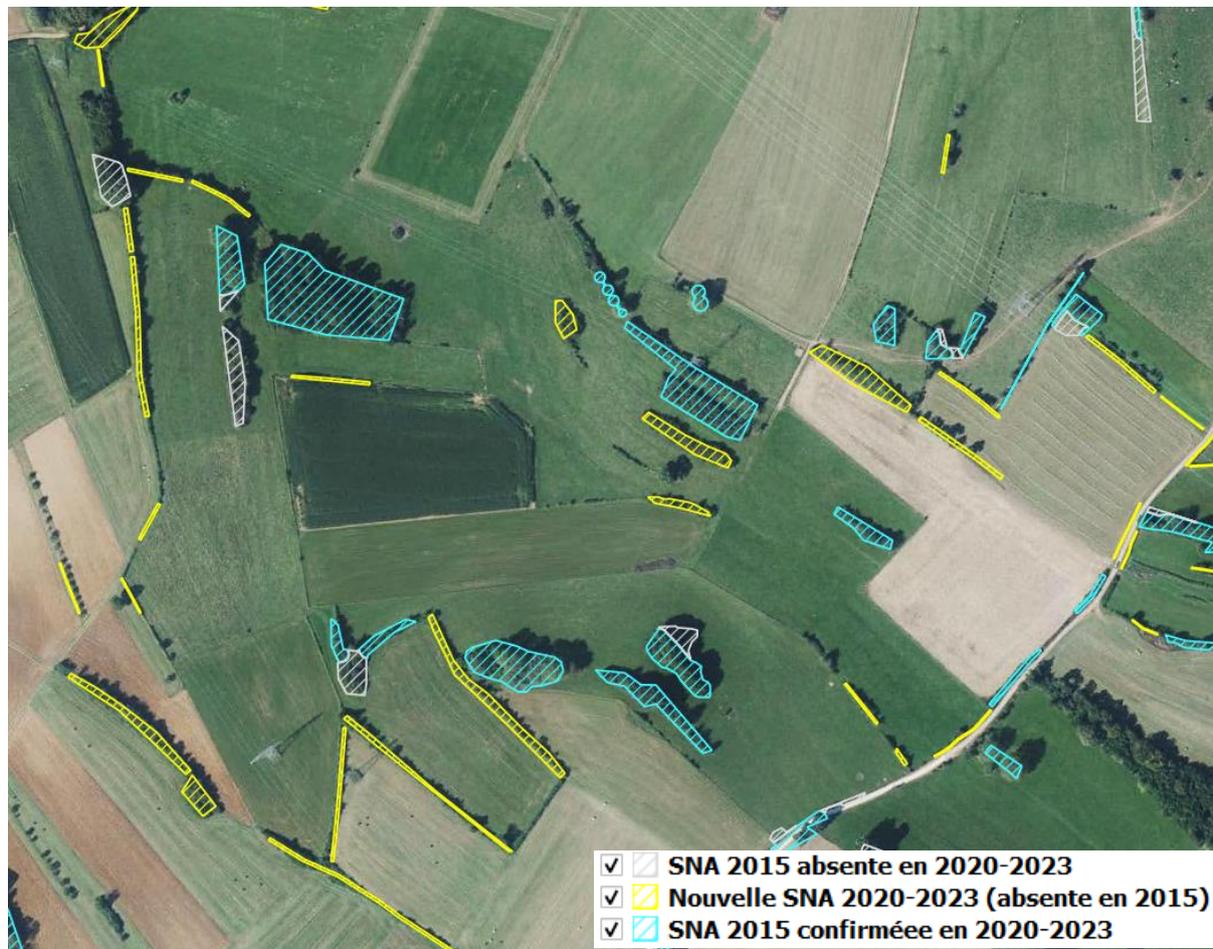


Figure 14 : résultat de la comparaison des deux millésimes de SNA

4.1.2 Transfert du résultat des comparaisons de millésimes SNA sur la BD Haie V1

Les SNA confirmées et créées sont comparées aux haies de la BD Haie V1 pour :

- Confirmer les haies de la BD Haie V1 (à l'aide des SNA confirmées) ;
- Identifier les SNA créées, absentes de la BD Haie V1 (certaines pouvant être déjà présentes dans la BD Haie V1 car provenant du thème végétation de la BD Topo IGN).

Ci-dessous une illustration :

- Du résultat de la comparaison des SNA 2015 et 2020-2022 :
 - hachures bleues : SNA 2015 confirmées sur SNA récente ;
 - hachures jaunes : nouvelles SNA récentes.
- Du transfert de ce résultat sur les objets de la BD Haie V1 (linéaires) :
 - Lignes vertes : haies de la BD Haie V1 confirmée par la SNA ;
 - Lignes rouges : haies de la BD Haie V1 non confirmée par la SNA.

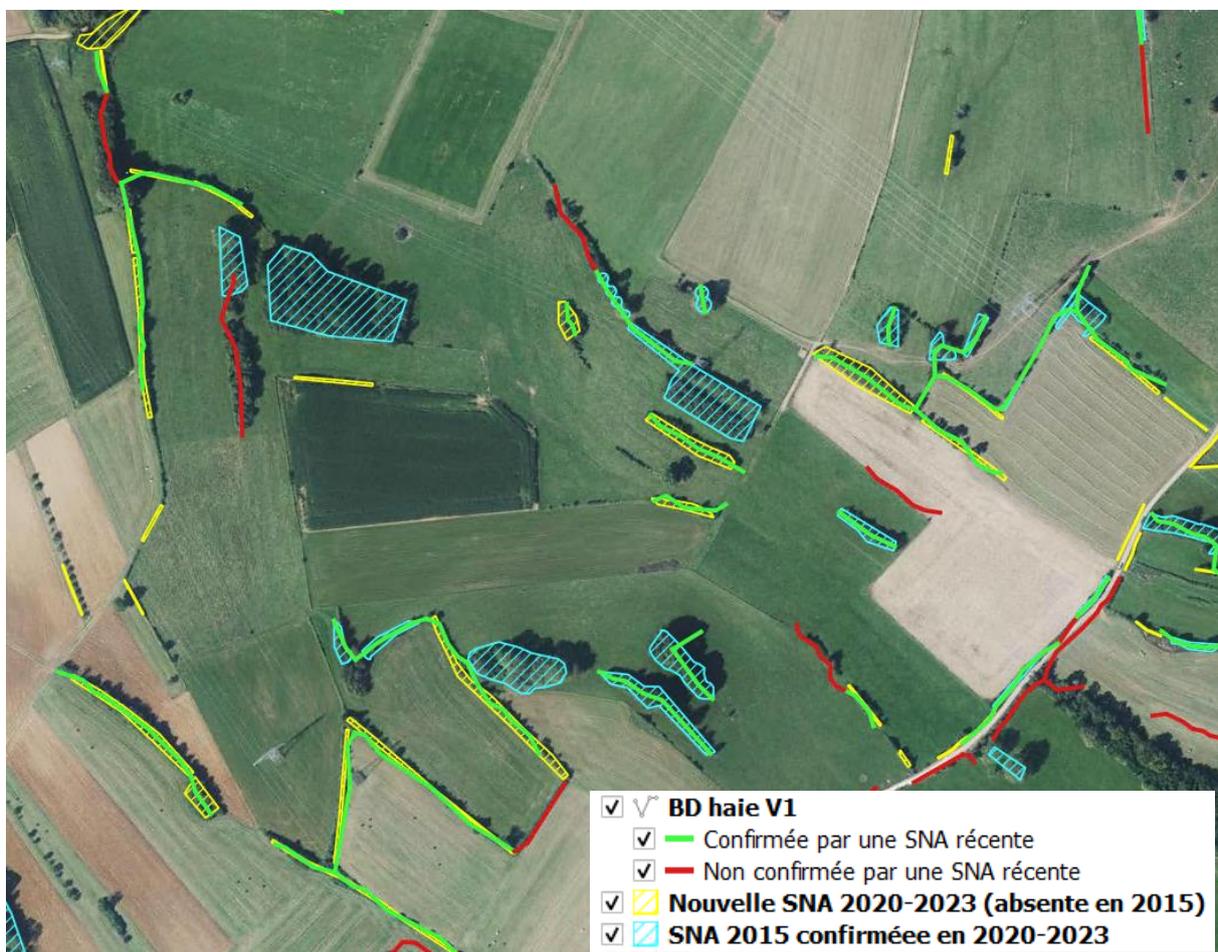


Figure 15 : résultat de la comparaison des SNA 2015 et 2020-2022 et exemple de transfert de l'information sur les linéaires de la BD Haie V1

La méthode utilisée pour transférer l'information des SNA sur les linéaires de la BD Haie V1 suit les étapes suivantes :

- Tout d'abord, les SNA créées et confirmées sont fusionnées. En effet une SNA créée peut déjà être présente dans la BD Haie V1 si sa géométrie a pour origine le thème végétation de la BD Topo ;
- Une zone tampon de 3 mètres est ensuite appliquée sur les SNA créées et confirmées ;
- Les haies de la BD Haie V1 sont découpées par ces zones tampon ;
- Les parties (segments) de linéaires de la BD Haie V1 qui intersectent ces tampons sont ensuite identifiées (en effet, une haie de la BD Haie V1 peut être confirmée par les SNA seulement en partie) :
 - Les segments de plus de 20 mètres en extrémité des linéaires de haies BD Haie V1 qui n'intersectent pas la zone tampon des SNA prennent la valeur « Non_confirme_extremite » ;
 - Les segments de plus de 40 mètres situés au milieu des haies BD Haie V1 qui n'intersectent pas la zone tampon des SNA prennent la valeur « Non_confirme_milieu » ;
 - Les segments de moins de 20 mètres sans information à l'issue de deux étapes précédentes, en extrémités, et connectés à un segment non confirmé prennent la même valeur que le segment adjacent ;
 - Les segments qui n'intersectent aucune zone tampon des SNA et qui n'ont pas de valeur à l'issue des étapes précédentes (sans filtre de longueur) prennent la valeur « Non_confirme_base » ;
 - Les segments sans information à l'issue des étapes précédentes, de moins de 10 mètres, au milieu de segments non confirmés prennent la valeur d'un segment adjacent ;
 - Tous les autres segments prennent la valeur « Confirme ».

Le résultat de ce transfert d'information est illustré dans la figure 16 sur laquelle les différentes valeurs des segments non confirmés ont été réunies (Non confirmé SNA 2015 - 2022).



Figure 16 : résultat du transfert de l'information issue de la comparaison des millésimes de SNA sur les linéaires de la BD Haie V1. Certaines haies non confirmées par les SNA (en rouge) sont présentes sur le terrain

4.1.3 Correction des linéaires BD Haie V1 avec les surfaces non agricoles

Des erreurs ont été constatées sur certaines haies de la BD Haie V1 dont la géométrie est issue des surfaces non agricoles du RPG. Pour certaines de ces haies, le linéaire se prolonge au-delà du surfacique correspondant (voir figure 17). Pour remédier à ce problème et corriger ces erreurs une découpe est appliquée à tous les linéaires de la BD Haie V1 à l'endroit où ils intersectent les géométries surfaciques des SNA confirmées ou créées. Les segments de moins de 8 mètres situés en extrémité de haies et non connectés à d'autres segments sont supprimés. La longueur des segments supprimés est sommée et enregistrée pour chaque département afin de tracer les modifications.



Figure 17 : exemple de correction, a : les haies de la BD haie V1 dépassent les géométries des SNA, b : les haies de la BD haie V2 sont contenues dans les géométries des SNA

4.2 Utilisation de la donnée MNH

L'objectif de cette étape est de confronter les objets de la BD Haie V1 non confirmés par les SNA récentes (lignes rouges sur la figure 16) aux données altimétriques du MNH pour déterminer leur présence éventuelle sur la PVA récente, comme c'est le cas pour les linéaires en rouge sur l'illustration précédente.

4.2.1 Calcul du MNH

Les MNH (voir le paragraphe 3.1) sont calculés par la différence entre le MNS et le MNT (RGE Alti). Le MNH est calculé avec les données de la prise de vue aérienne (PVA) la plus récente disponible par département (2022 est l'année de prise de vue la plus récente utilisée) ainsi que sur la PVA précédente (en général réalisée 3 ans auparavant).

Ce calcul de différence est réalisé à la résolution planimétrique de 50 cm, le MNH résultant est ensuite dégradé à 1 mètre de résolution. Cette résolution a été retenue après différents tests car elle représente un bon compromis entre temps de calculs et qualité du résultat attendu.

Le MNH final représente pour chaque mètre carré du territoire métropolitain la hauteur du sursol (hauteur des arbres, arbustes ou buissons dans le cas des haies) en mètre.

4.2.2 Calcul de l'indice de rugosité

Une nouvelle donnée raster présentant l'indice de rugosité est déduite des MNH calculés au point précédent. Il s'agit d'une valeur sans réelle unité qui est d'autant plus élevée que le MNH présente une rupture de pente forte. Cet indice est donc particulièrement élevé en bord de houppier des haies. Cet indice permet de confirmer la présence des haies basses comme illustré au paragraphe 4.2.4.

4.2.3 Seuillage des MNH

Les MNH calculés au 4.2.1 sont seuillés à 3,5 mètres pour aboutir à une image binaire : valeur 0 pour les pixels où la hauteur est inférieure à 3,5 mètres (pixels transparents dans la figure 18) et valeur 1 pour les pixels où la hauteur est supérieure ou égale à 3,5 mètres (pixels jaunes dans la figure 18).



Figure 18 : MNH seuillé à 3,5 mètres, les pixels dont la hauteur est inférieure à cette valeur sont transparents, les pixels dont la hauteur est supérieure ou égale à cette valeur sont représentés en jaunes

4.2.4 Seuillage des indices de rugosité

Les indices de rugosité calculés au 4.2.2 sont seuillés pour ne retenir que les valeurs les plus élevées, identifiant les bords de haies.

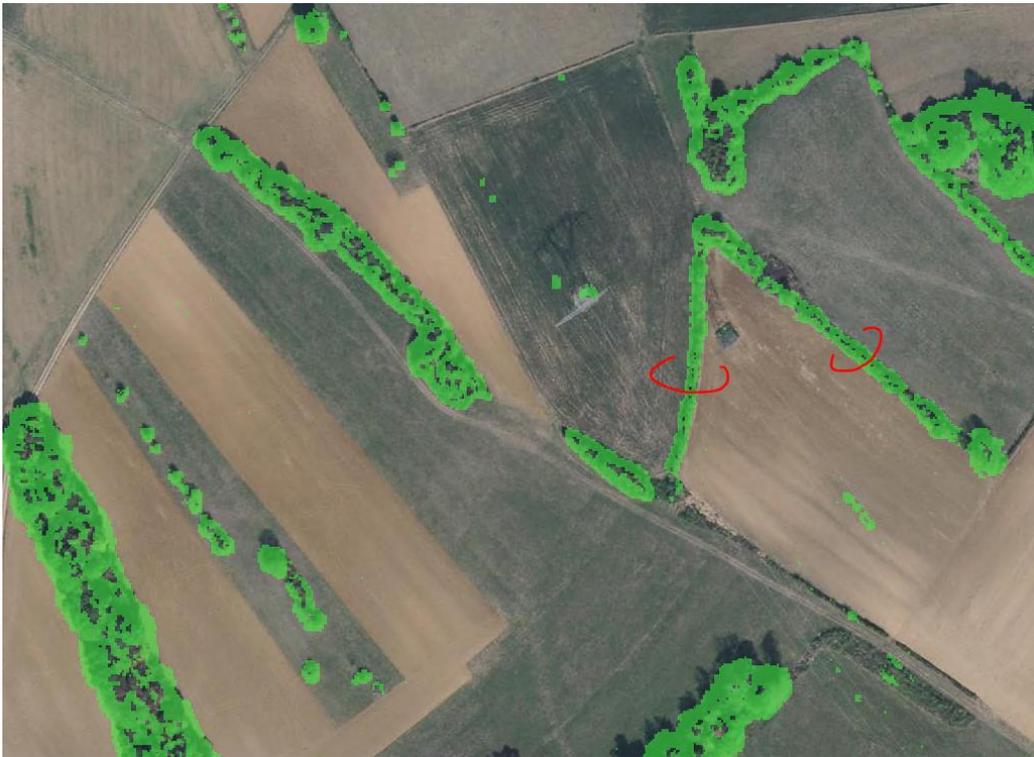
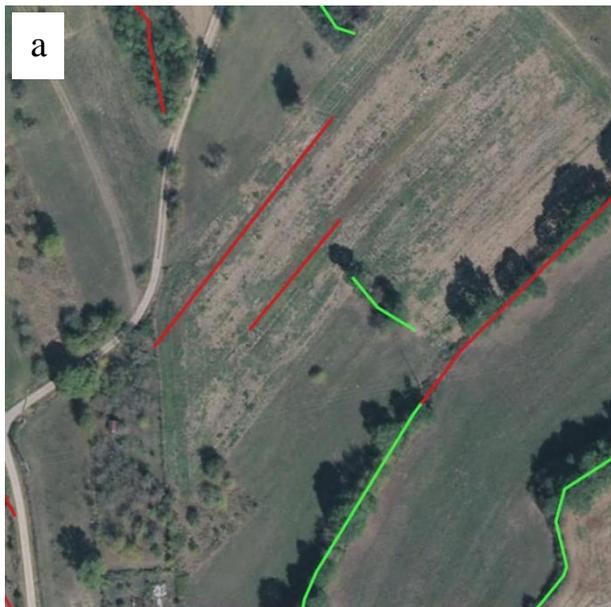


Figure 19 : indice de rugosité seuillé calculé à partir du MNH

Dans la figure 19, certaines haies basses (entourées de rouge) présentent un indice de rugosité élevé (au-dessus du seuil retenu) alors que le MNH seuillé à 3,5 mètres ne les fait pas apparaître sur la figure 18 (pas de couleur jaune).

4.2.5 Pré-traitement des haies de la BD Haie V1 à croiser avec le MNH

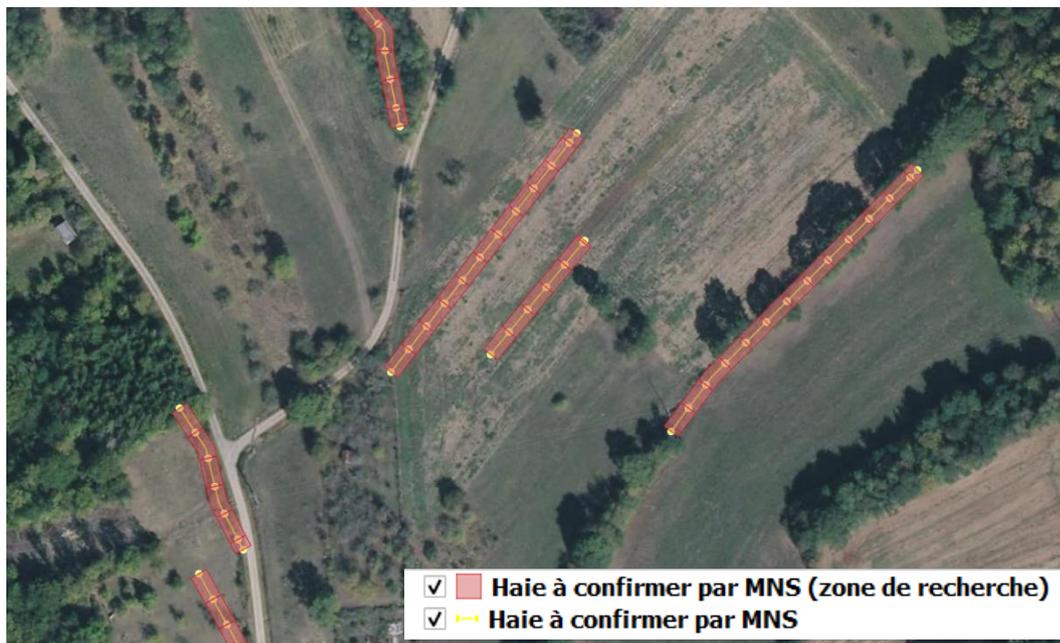
Les haies non confirmées par les SNA récentes sont isolées et découpées en segments de 10 mètres (voir figure 20). Pour chacun de ces segments, des zones tampon de 3 mètres sont créées (l'emprise totale en largeur de ces zones est donc de 6 mètres), voir figure 21.



- BD haie V1**
 — Confirmée par une SNA récente
 — Non confirmée par une SNA récente

- Haie à confirmer par MNS

Figure 20 : découpe des haies de la BD Haie V1 non confirmées par les SNA en segments de 10 mètres



- Haie à confirmer par MNS (zone de recherche)
 — Haie à confirmer par MNS

Figure 21 : zones tampons de 3 mètres autour des segments de 10 mètres

4.2.6 Croisement des zones tampon avec les MNH et l'indice de rugosité

On croise chaque zone tampon de 10 mètres par 6 mètres avec les données seuillées du MNH (Figure 22, a) et de l'indice de rugosité seuillé (Figure 22, b). A chaque zone de tampon, on associe donc un « taux de présence » de rugosité et de sursol. Ce « taux de présence » est le pourcentage de surface de la zone avec une hauteur et/ou une rugosité supérieures aux seuils retenus.

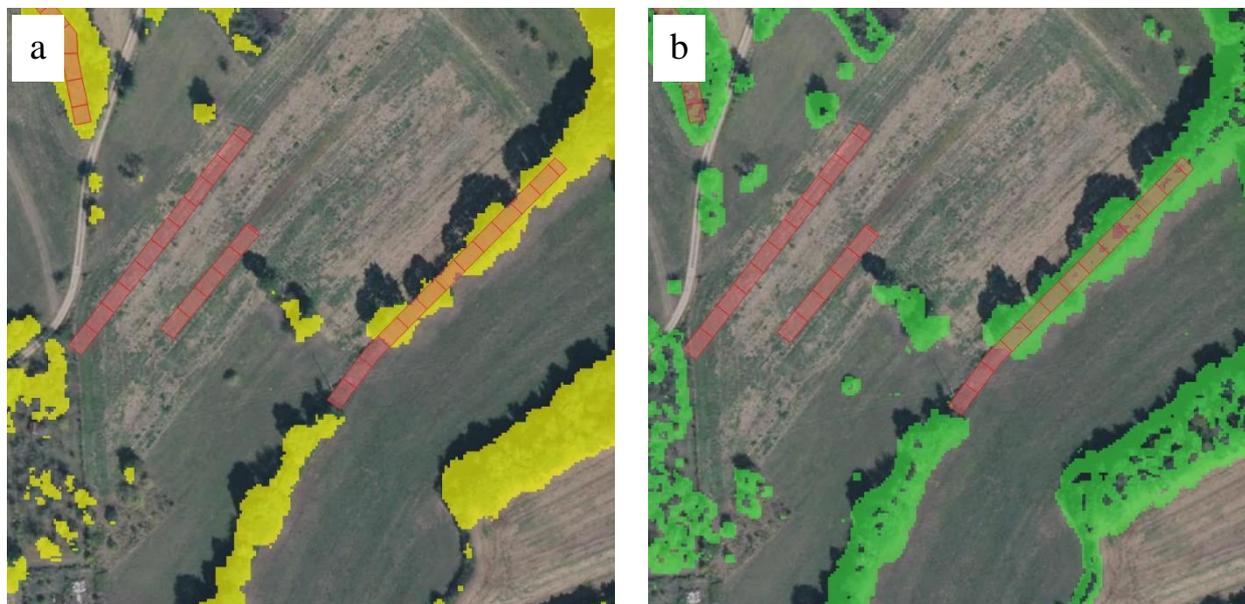


Figure 22 : zones tampon autour des segments de 10 mètres non confirmés superposées a : au MNH seuillé, b : à l'indice de rugosité seuillé

Le « taux de présence » de sursol et de rugosité de chaque zone tampon est ensuite affecté au linéaire de 10 m correspondant (Figure 23, a et b).

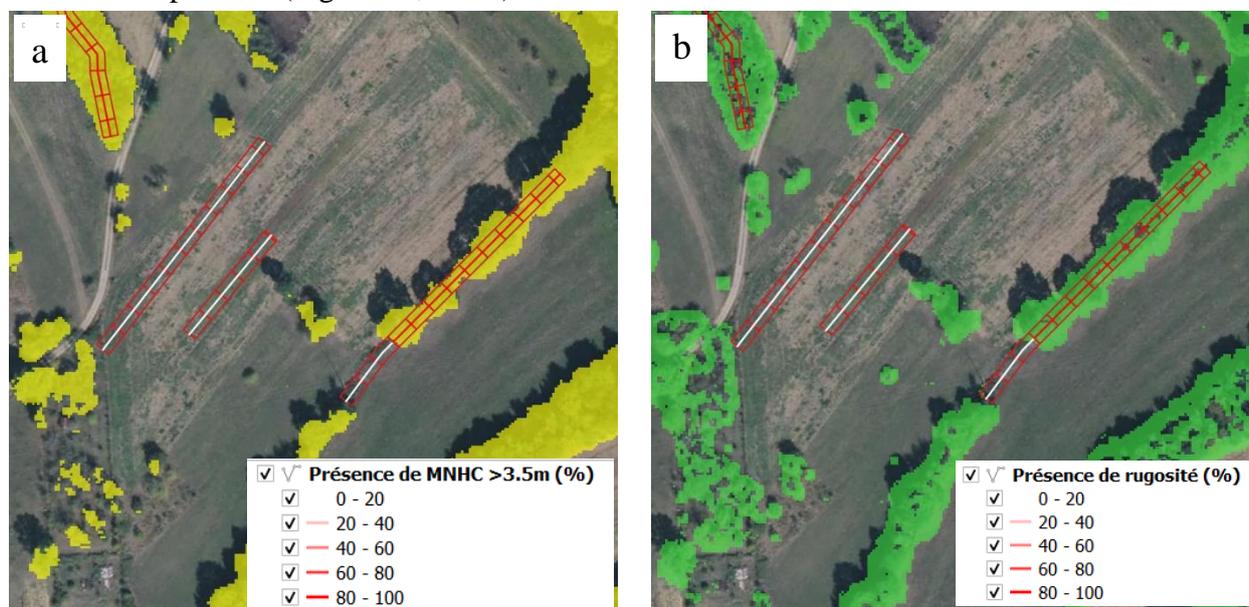


Figure 23 : affectation des taux de sursol et de rugosité aux zones tampon et aux linéaires correspondants

4.3 Croisement des zones tampon avec les données BDTOPO

De la même manière que la présence de MNH ou de rugosité, la présence de surfaces en eau, d'emprises de voies ferrées et de routes, est évaluée dans les zones tampon associées aux segments de haies d'une longueur de 10 mètres. Cela permet d'identifier les haies qui auraient été remplacées par ces occupations du sol.



Figure 24 : exemple d'une haie remplacée par une surface en eau.

4.4 Synthèse des résultats MNH, rugosité, surfaces en eau, routes et voies ferrées

Un bilan est réalisé et des seuils sont appliqués pour synthétiser les informations obtenues aux étapes précédentes. Ainsi on peut statuer, pour chaque segment de haie de 10 mètres si il doit être maintenu ou non dans la BD haie V2 au regard de ces éléments.

Un ensemble de filtres est appliqué comme suit :

Première étape :

Table de décision pour affecter à chaque sous tronçon de 10m la valeur MAJ_BDHAIE

Comparaison SNA 2015 avec SNA récente 2020+ (2020-2023 selon dept)	BDTOPO (routes & rails)	BDTOPO (eau)	MNHC2*	TRI2*	TRI1*	MAJ_BDHAIE_1
recherche SNA 2020+ dans une zone tampon de 6 m autour de SNA 2015	n.c.					confirmé**
sna 2020+ sans sna 2015 superposée						ajoutée
n.c.	surface >80%	longueur >60%	tous	tous	tous	enlevée
			>30%	tous	tous	confirmée
	surface <80%	longueur <60%	<30%	>10%	>10%	confirmée
			<30%	>10%	<10%	confirmée

* MNH2 : MNH du millésime le plus récent, TRI2 : indice de rugosité du MNH le plus récent, TRI1 : indice de rugosité du MNH précédent

** report du résultat « SNA confirmée » sur la géométrie du DSB concernée

Tableau 1 : arbre de décision appliqué aux segments de 10 mètres en fonction des données de hauteur, de rugosité et de leur superposition éventuelle à des objets de la BD Topo

Deuxième étape :

MAJ_BDHAIE_1	Longueur (adjacents fusionnés)	MAJ_BDHAIE_2
confirmée	<20m et connecté à au moins 2 détruits	enlevée
confirmée	sinon	confirmée
enlevée	<25m et connecté à au moins 2 confirmés	confirmée
enlevée	sinon	enlevée

Tableau 2 : arbre de décision appliqué aux segments de 10 mètres fusionnés selon leur valeur MAJ_BDHAIE_1 en fonction de leur longueur et de la valeur des segments voisins

Troisième étape :

MAJ_BDHAIE_2	Longueur (objets adjacents fusionnés)	MNHC2	TRI2	TRI1	MAJ_BDHAIE_3
confirmée	tous				confirmée
enlevée	>25m	<30%	<10%	>10%	détruit récemment, confirmer au prochain MNS
enlevée	sinon				enlevée

Tableau 3 : arbre de décision appliqué aux segments de 10 mètres fusionnés selon leur valeur MAJ_BDHAIE_2 en fonction de leur longueur, de la valeur des segments voisins et des données de hauteur et de rugosité.

La figure 25 illustre le résultat de ces traitements (en pointillés verts, les haies confirmées par les SNA récentes du paragraphe 4.1).



Figure 25 : résultat des traitements des deux millésimes de SNA (haies confirmées SNA en pointillés verts) et de la confirmation de la présence ou de l'absence des segments de haies non confirmés par les SNA à l'aide des deux derniers millésimes de MNH et des données BD Topo (lignes continues vertes, rouges et jaunes)

4.5 Identification des vraies haies créés

La méthode d'identification des haies créées produit des faux positifs (haies considérées comme créées par la différence de SNA alors qu'une haie existait bien dans les SNA 2015, voir à ce sujet le paragraphe 4.1.1 dans la partie qui traite des changements de géométries entre deux millésimes de SNA). Ceci est généralement dû à d'importants changements de géométrie entre les deux dates.

Les zones de végétation issues du MNH seuillé à 3,5 mètres, produites au paragraphe précédent, sont mobilisées à nouveau. En premier lieu, elles sont découpées par les réseaux puis les zones qui intersectent des linéaires de haies existants dans la BD Haie V1 sont sélectionnées. Les haies créées situées à moins de 3 mètres de ces zones, à moins de 3 mètres de la forêt fermée (selon la BD Forêt

V2) ou à moins de 3 mètres d'une haie de la BD Haie V1 (si absence de végétation de hauteur supérieure ou égale à 3,5 mètres) sont supprimées. A noter qu'une haie SNA créée entre les deux millésimes peut correspondre à une plantation, elle n'est pas forcément détectable avec les données MNH.



Figure 26 : a : les géométries créées après comparaison des deux millésimes de SNA apparaissent en rouge. La géométrie indiquée par la flèche bleue est considérée comme un faux positif, b : la géométrie se situe à plus de 50% à l'intérieur de la zone de végétation autour d'une haie existante, c : la géométrie n'est pas retenue pour créer une nouvelle haie contrairement aux géométries situées au Sud de l'image

Les géométries identifiées comme créées, polygones dont le pourcentage de surface restante après effacement par les zones de végétation est supérieur à 50%, sont retenues pour créer de nouvelles haies.

4.6 Ajout des nouvelles haies SNA et assemblage

Les nouvelles SNA, détectées au paragraphe 4.1.1 et dont la création est confirmée après l'étape décrite au paragraphe 4.5, sont linéarisées (car la source SNA est surfacique) puis connectées, si possible, aux haies présentes dans BD Haie V1, sans que cette connexion ne puisse se faire à travers un réseau.

La méthode utilisée pour ajouter les nouveaux linéaires issus des SNA récentes identifiés comme créés à la BD Haie V1 suit les étapes suivantes :

1. Corrections des erreurs liées à la linéarisation : les géométries des objets sont vérifiées, les boucles de petites surfaces sont supprimées (moins de 20 m²) ;

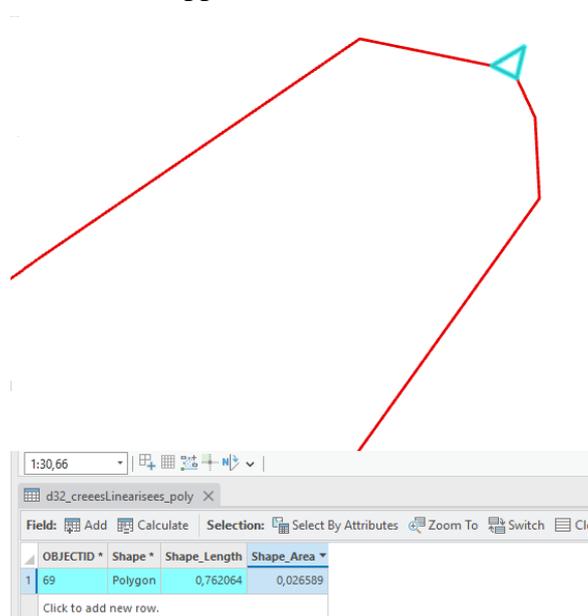


Figure 27 : exemple d'erreurs liées à la linéarisation, la surface du polygone en bleu est de 0,02 m²

2. Les haies BD Haie V1, confirmées, situées à une distance inférieure à 20 mètres des haies créées sont sélectionnées. Ces haies sont des objets candidats pour l'accrochage des haies créées ;
3. Un premier accrochage des haies créées avec les haies BD Haie V1 confirmées est réalisé avec une distance de recherche de 5 mètres, les haies créées sont accrochées entre elles si elles sont situées à moins de 3 mètres ;
4. Les erreurs de géométrie induites par l'accrochage sont corrigées ;
5. Pour les haies créées qui ne se sont pas connectées à des haies confirmées de la BD Haie V1 lors de l'étape 3, un deuxième accrochage est réalisé avec les mêmes paramètres après avoir « allongé » les haies créées de 10 mètres ;
6. Les erreurs de géométrie induites par l'accrochage sont corrigées ;
7. Pour les haies non accrochées à d'autres haies à l'issue du deuxième accrochage, raccourcissement de 10 mètres aux extrémités ;
8. Vérification que les haies accrochées n'intersectent pas les réseaux ;



Figure 28 : dans l'ellipse rouge les haies créées sont connectées entre elles et aux haies préexistantes.

9. Découpe des haies créées formant un angle $< 120^\circ$ à condition que la découpe n'entraîne pas l'apparition de segments de longueur inférieure ou égale à 25 mètres ;
10. Assemblage des haies créées avec les haies proches (distance inférieure à 20 mètres), identifiées comme candidates pour l'accrochage, dans une même couche d'objets géographiques ;
11. Nettoyage des segments de petites longueurs créées par la fusion ;
12. Assemblage des haies créées et des haies proches avec le reste des haies de la BD Haie V1 ;
13. Correction des segments de petite longueur de valeurs différentes des segments environnant pour le champ mise à jour (selon les modalités « Confirmée », « Ajoutée », « Enlevée » ou « Enlevée récemment, à confirmer au prochain MNS »). Les segments concernés sont ceux en bout de haies dont la longueur est inférieure ou égale à 5 mètres et ceux au milieu des haies dont la longueur est inférieure ou égale à 2 mètres.



Figure 29 : exemple de BD Haie V2 sur PVA 2023



Figure 30 : exemple de BD Haie V2 sur PVA 2019, la haie « enlevée récemment » était bien présente en 2019

5 Spécifications des couches produites

Pour chaque département deux fichiers au format « shape » sont fournis : un contenant les haies ajoutées à la BD Haie V1 et celles issues de la BD Haie V1 confirmées par les nouvelles données (répertoire « haies_confirmees_ajoutees » = mise à jour de la BD Haie V1 = BD Haie V2) et un contenant les haies « enlevées » de la BD Haie V1 (répertoire « haies_enlevees »). Les haies enlevées de la base de données sont des haies de la BD Haie V1 dont la présence n'a pas pu être confirmée avec les données récentes utilisées pour la mise à jour.

Pour les haies ajoutées à la base de données, deux cas de figure existent :

- La haie existait sur le terrain depuis longtemps mais elle n'avait pas de représentation géométrique dans les bases de données utilisées pour la constitution de la BD Haie V1. La haie est ajoutée à la base de données, mais cela correspond à une « correction » (on parle de « mise à niveau ») ;
- La haie a été créée sur le terrain dans l'intervalle de temps séparant les 2 sources d'information utilisées pour constituer les BD Haie V1 et V2.

Dans chacun des fichiers, les champs suivants sont fournis :

- **Le champ *maj_v2* avec les modalités suivantes :**
 - Haie ajoutée : haie SNA ajoutée à la base de donnée car non présente dans la BD Haie V1 ;
 - Haie confirmée : la présence de la haie BD Haie V1 est confirmée par les données SNA et elle n'est pas infirmée par les données MNH et/ou BD Topo ;
 - Haie enlevée : haie « enlevée » de la BD Haie V1 car non présente dans les SNA récentes, non détectable sur les **deux derniers millésimes** de MNH ou superposée à une infrastructure ou une surface en eau. Il y a une probabilité forte d'arrachage ;
 - Haie enlevée récemment, à confirmer au prochain MNS : haie « enlevée » de la BD Haie V1 car non présente dans les SNA récentes, détectable sur l'avant dernier millésime de MNH et non détectable sur le **dernier millésime** de MNH. La haie a pu être exploitée ou arrachée.
- **Le champ « *cleabs* » :**
 - Identifiant unique utilisé dans les bases de données de l'IGN. Les haies ajoutées sont en attente d'un identifiant. Les haies confirmées sans modifications conservent leur identifiant. Pour les haies conservées modifiées, si la modification n'aboutit pas à la création de 2 ou plusieurs objets (exemple : haie exploitée en extrémité), la haie conserve son identifiant. Dans le cas contraire (exemple : une haie arrachée dans sa partie médiane), un choix devra être fait entre les deux solutions suivantes : l'objet le plus long conserve l'identifiant initial et une nouvelle « *cleabs* » est générée pour les autres objets ou tous les objets issus de la découpe héritent d'un nouvel identifiant. Dans les deux cas, l'identifiant de l'objet « parent » sera conservé.
- **Le champ *bdh1_anrpg* :**
 - Date de la prise de vue aérienne (PVA) utilisée (pour un département donné) pour l'initialisation de la production des SNA du RPG par l'IGN. Ce sont ces données qui ont été utilisées pour la production de la BD Haie V1.

- **Le champ *bdh1_anbdt* :**
 - Date de la prise de vue aérienne utilisée (pour un département donné) pour la production du thème végétation de la BD Topo. Ce sont ces données qui ont été utilisées pour la production de la BD Haie V1.
- **Le champ *bdh2_anref* :**
 - Date de la prise de vue aérienne (PVA) de référence pour la mise à jour de la BD Haie. C'est la date du MNH le plus récent (le millésime précédent date généralement de 3 ans avant cette date ex : millésime de référence = 2021, millésime précédent = 2019, mais cette durée peut aller de 2 à 4 ans). Les SNA utilisés pour la mise à jour sont ceux de la première déclaration RPG qui utilise les PVA de référence (si l'année de la prise de vue est l'année n alors il s'agit généralement des SNA n+1 ou n+2).

6 Comparaison des linéaires entre les 2 versions de BD haie

Le tableau en annexe 1 détaille pour chaque département le nombre de kilomètres de haies ajoutées, de haies confirmées, de haies enlevées, de haies enlevées récemment à confirmer au prochain MNS et le nombre de kilomètres de haies impactées par les corrections (Correction) telles que décrites au paragraphe 4.1.3. La somme des valeurs « Ajoutée » et « Confirmée » donne le nombre de kilomètres de haies présents dans la BD Haie V2, alors que la somme des valeurs « Confirmée », « enlevées », « enlevées récemment à confirmer au prochain MNS » et « Correction » donne le nombre de kilomètres de haies présents dans la BD Haie V1 à quelques kilomètres près (cette différence s'explique par des modifications de géométrie qui impactent les haies confirmées proches des haies créées), voir le paragraphe 4.6.

7 Limites

Comme pour la première version de la BD Haie, le processus de mise à jour est un processus entièrement automatique, sans vérifications manuelles en dehors de celles nécessaires à l'établissement des chaînes de traitements. Des imperfections peuvent donc exister dans la base de données.

La confirmation de la présence de haies par le MNH ne prend pas en compte la présence des bâtiments. Un hangar ou des serres peuvent être situés à l'emplacement d'anciennes haies, la présence de hauteur aboutira à une confirmation de haies qui n'existent plus.

Les haies non présentes dans la BD Haie V1, non présentes dans les SNA récentes mais visibles sur le modèle numérique de hauteur n'ont pas été ajoutées, cela concerne les haies basses comme les haies hautes.

La base de données n'a pas été nettoyée et elle contient toujours des haies courtes, inférieures à 20 mètres de long. De même les géométries parfois complexes des linéaires (haies en zigzag), n'ont pas été corrigées. Ces deux limites permettent toutefois des comparaisons plus précises entre la BD Haie V1 et la BD Haie V2. Des processus de généralisation pourraient être appliqués pour atténuer le problème des géométries complexes.

Enfin la cohérence de la donnée à la limite entre départements n'a pas été retravaillée, comme dans la version 1 la continuité des haies n'est pas assurée entre les départements dans la BD Haie V2.

8 Conclusion

Ce travail de mise à jour de la BD Haie vient corriger deux défauts majeurs :

- Les deux sources de données (SNA du RPG et thème végétation de la BD Topo) utilisées pour initialiser la BD Haie V1 sur un département pouvaient avoir été saisies sur deux prises de vues aériennes différentes à plusieurs années d'écart. Ce travail de mise à jour apporte une cohérence de millésime : toutes les sources de données utilisées pour la mise à jour ont été constituées à partir de la même prise de vue aérienne ;
- Les données utilisées pour initialiser la BD Haie V1 sur un département pouvaient être assez anciennes, ce travail de mise à jour permet de supprimer les haies qui n'existent plus sur le terrain et, dans une certaine mesure, de compléter la base de données (mise à niveau). Ceci est particulièrement valable pour plusieurs départements du Morvan (Allier (03) : + 12 000 km de haies, Saône-et-Loire (71) : + 7 000 km de haies) ;

La BD Haie V2 est ainsi beaucoup plus actuelle et fidèle à la réalité du terrain que ne l'était la BD Haie V1.

Toutefois les haies étant fort nombreuses et en constante évolution sur le territoire, cette base issue de processus automatiques devrait être améliorée et mise à jour par des apports collaboratifs. Il convient de fédérer une communauté d'utilisateurs (associations, chercheurs, etc.) autour de cette donnée pour contribuer à son amélioration et à sa mise à jour.

GLOSSAIRE

BD CARTHAGE® : La BD CARTHAGE® est la base de données complète du réseau hydrographique français. Elle est réalisée à partir de la couche hydrographie de la BD CARTO® enrichie par le ministère chargé de l'environnement et les agences de l'Eau avec le découpage du territoire en zones hydrographiques d'une part et la codification de ces zones et du réseau hydrographique d'autre part.

BD FORET® : La BD FORÊT® est une base de données de référence pour l'espace forestier et les milieux semi-naturels, en parfaite cohérence, notamment géométrique, avec la couche végétation de la BD TOPO® du RGE®.

BD ORTHO® : photographie aérienne corrigée des déformations liées principalement au relief visant à rendre l'image superposable à une carte.

BD TOPAGE : Co-produite par l'IGN, l'OFB, le SANDRE et les Agences de l'eau, cette nouvelle base de données hydrographique vise à être compatible avec le Référentiel Grande Echelle de l'IGN et notamment la BD TOPO®. Elle est en cours de production et couvrira de manière homogène l'ensemble du territoire national, à terme. Elle devrait fiabiliser la donnée géométrique du réseau hydrographique (continuité du réseau, précision) et améliorer la qualité de certains attributs.

BD TOPO® : la BD TOPO® est une description vectorielle (structurée en objets) des éléments du territoire et de ses infrastructures, de précision métrique, exploitable à des échelles allant du 1:5 000 au 1:50 000. Elle est structurée en différents thèmes : bâti, végétation, etc.

PVA : prise de vue aérienne.

RPG : Le registre parcellaire graphique (RPG) est un système d'information géographique permettant l'identification des parcelles agricoles.

SNA : surface non agricole du RPG. Une SNA est un élément topographique présent dans le paysage : elle est dite « non agricole », car il ne s'agit pas d'une surface portant un couvert de culture ou d'herbe. Elle peut être, selon ses caractéristiques, admissible ou non. L'identification des SNA permet de calculer la surface admissible aux aides de la PAC.

Liste des illustrations

Figure 1 : millésimes de production du thème végétation de la BD Topo selon les départements, les chiffres en noir indiquent la date de la prise de vue aérienne utilisée pour la production, les inscriptions en rouge indiquent les numéros de département	6
Figure 2 : millésimes des prises de vues aériennes départementales utilisés pour la production 2015 des surfaces non agricoles du registre parcellaire graphique	7
Figure 3 : millésimes SNA mobilisés pour la mise à jour de la BD Haie.....	9
Figure 4 : la différence entre le modèle numérique de surface obtenu par corrélation d'images et le modèle numérique de terrain permet d'obtenir le modèle numérique de hauteur(MNH) qui décrit la hauteur des arbres et des autres éléments du sursol	10
Figure 5 : millésimes MNH mobilisés pour la mise à jour de la BD Haie	11
Figure 6 : schéma du processus de confirmation de la présence des haies de la BD Haie V1	13
Figure 7 : schéma du processus de création de nouvelles haies	13
Figure 8 : exemple d'un cas d'absence de changement dans le département du Morbihan (56)	14
Figure 9 : exemple d'un cas de création de SNA dans le département du Morbihan (56)	15
Figure 10 : exemple d'un cas de disparition de SNA dans le département du Morbihan (56).....	16
Figure 11 : comparaison des deux millésimes de SNA, chaque partie d'objet se voit attribuer une information liée au processus de mise à jour	17
Figure 12 : a : dans l'ellipse rouge, en jaune, création d'un objet engendré par une modification de la géométrie de la SNA pour mieux correspondre à la géométrie du terrain (la taille des arbres montre que la haie est présente depuis de nombreuses années), b : en jaune, création d'un objet absent de la base de données (dans ce cas également, la taille des arbres montre que la haie est présente depuis de nombreuses années)	18
Figure 13 : a : la géométrie de la SNA récente est entièrement située à moins de 3 mètres de la géométrie de la SNA de 2015. Les deux objets sont considérés comme identiques. b : une partie de la SNA récente est située à plus de 3 mètres de la SNA de 2015, cela conduit à l'identification erronée d'une géométrie créée (en rouge)	19
Figure 14 : résultat de la comparaison des deux millésimes de SNA	20
Figure 15 : résultat de la comparaison des SNA 2015 et 2020-2022 et exemple de transfert de l'information sur les linéaires de la BD Haie V1	21
Figure 16 : résultat du transfert de l'information issue de la comparaison des millésimes de SNA sur les linéaires de la BD Haie V1. Certaines haies non confirmées par les SNA (en rouge) sont présentes sur le terrain	23
Figure 17 : exemple de correction, a : les haies de la BD haie V1 dépassent les géométries des SNA, b : les haies de la BD haie V2 sont contenues dans les géométries des SNA.....	24
Figure 18 : MNH seuillé à 3,5 mètres, les pixels dont la hauteur est inférieure à cette valeur sont transparents, les pixels dont la hauteur est supérieure ou égale à cette valeur sont représentés en jaunes	26
Figure 19 : indice de rugosité seuillé calculé à partir du MNH	27
Figure 20 : découpe des haies de la BD Haie V1 non confirmées par les SNA en segments de 10 mètres.....	28

Figure 21 : zones tampons de 3 mètres autour des segments de 10 mètres	28
Figure 22 : zones tampon autour des segments de 10 mètres non confirmés superposées a : au MNH seuillé, b : à l'indice de rugosité seuillé.....	29
Figure 23 : affectation des taux de sursol et de rugosité aux zones tampon et aux linéaires correspondants	29
Figure 24 : exemple d'une haie remplacée par une surface en eau.	30
Figure 25 : résultat des traitements des deux millésimes de SNA (haies confirmées SNA en pointillés verts) et de la confirmation de la présence ou de l'absence des segments de haies non confirmés par les SNA à l'aide des deux derniers millésimes de MNH et des données BD Topo (lignes continues vertes, rouges et jaunes).....	32
Figure 26 : a : les géométries créées après comparaison des deux millésimes de SNA apparaissent en rouge. La géométrie indiquée par la flèche bleue est considérée comme un faux positif, b : la géométrie se situe à plus de 50% à l'intérieur de la zone de végétation autour d'une haie existante, c : la géométrie n'est pas retenue pour créer une nouvelle haie contrairement aux géométries situées au Sud de l'image	33
Figure 27 : exemple d'erreurs liées à la linéarisation, la surface du polygone en bleu est de 0,02 m ²	34
Figure 28 : dans l'ellipse rouge les haies créées sont connectées entre elles et aux haies préexistantes.	35
Figure 29 : exemple de BD Haie V2 sur PVA 2023.....	36
Figure 30 : exemple de BD Haie V2 sur PVA 2019, la haie « enlevée récemment » était bien présente en 2019.....	36

Liste des tableaux

Tableau 1 : arbre de décision appliqué aux segments de 10 mètres en fonction des données de hauteur, de rugosité et de leur superposition éventuelle à des objets de la BD Topo.....	31
Tableau 2 : arbre de décision appliqué aux segments de 10 mètres fusionnés selon leur valeur MAJ_BDHAIE_1 en fonction de leur longueur et de la valeur des segments voisins.....	31
Tableau 3 : arbre de décision appliqué aux segments de 10 mètres fusionnés selon leur valeur MAJ_BDHAIE_2 en fonction de leur longueur, de la valeur des segments voisins et des données de hauteur et de rugosité.....	31

ANNEXE 1

Toutes les valeurs sont en kilomètres sauf mention contraire.

Dep ^a	Ajoutée	Confirmée	Enlevée	Enlevée récemment ^b	Correction	Bilan net ^c	Variation en % ^d
01	601,7	13 671,3	934,8	79,3	707,4	-412,4	-2,8
02	1 609,4	11 100,3	698,1	55,3	368,5	856,0	7,2
03	14 311,4	27 779,7	2 283,6	104,6	919,2	11 923,2	39,5
04	62,9	4 869,9	269,1	15,4	428,1	-221,6	-4,3
05	91,8	4 530,4	225,7	18,5	363,3	-152,4	-3,2
06	8,6	833,5	63,0	4,0	8,9	-58,4	-6,5
07	193,5	4 593,8	440,8	32,5	343,2	-279,8	-5,5
08	432,1	7 058,6	1 109,2	61,9	425,5	-739,0	-9,0
09	94,4	9 153,2	356,4	11,4	842,1	-273,4	-2,9
10	260,0	3 960,5	485,3	43,1	178,7	-268,4	-6,0
11	417,4	8 186,2	667,5	44,9	376,8	-295,0	-3,3
12	373,4	44 672,5	1 571,6	66,3	3 289,2	-1 264,5	-2,7
13	406,8	8 993,4	869,9	113,8	199,4	-576,9	-5,8
14	559,4	35 149,4	1 777,1	346,2	1 386,8	-1 563,9	-4,2
15	3 070,2	16 342,5	1 085,1	53,7	328,4	1 931,4	11,0
16	494,1	17 649,1	973,2	88,4	1 225,9	-567,5	-3,0
17	733,9	14 883,9	759,2	44,1	820,0	-69,4	-0,4
18	3 421,2	21 156,8	1 934,3	175,0	387,9	1 311,9	5,6
19	386,9	11 592,4	1 000,2	157,1	516,9	-770,4	-6,0
21	688,3	19 372,1	683,7	99,5	1 386,0	-94,9	-0,5
22	1 408,9	39 107,8	2 117,5	237,0	2 555,8	-945,6	-2,3
23	1 577,3	30 846,0	1 602,7	159,0	1 436,1	-184,4	-0,6
24	349,0	15 922,7	973,6	127,9	835,5	-752,5	-4,4
25	58,0	10 317,6	530,0	77,4	1 179,2	-549,4	-5,0
26	256,8	8 386,3	668,7	88,5	549,7	-500,4	-5,5

Dep ^a	Ajoutée	Confirmée	Enlevée	Enlevée récemment ^b	Correction	Bilan net ^c	Variation en % ^d
27	391,8	10 804,3	762,1	74,2	709,7	-444,5	-3,8
28	328,7	5 150,4	282,3	41,9	301,2	4,5	0,1
29	473,6	47 542,3	2 804,9	176,2	2 625,8	-2 507,5	-5,0
2A	52,3	1 041,3	100,4	4,3	33,1	-52,4	-4,6
2B	124,7	1 620,2	219,0	14,5	63,6	-108,8	-5,9
30	391,5	7 809,0	703,7	88,1	310,7	-400,3	-4,7
31	306,3	18 504,5	759,8	53,1	1 537,7	-506,6	-2,6
32	568,4	23 680,1	1 207,1	91,8	1 738,5	-730,5	-2,9
33	302,8	7 994,4	799,1	45,0	324,6	-541,3	-6,1
34	256,7	6 196,7	632,7	53,1	277,2	-429,1	-6,2
35	1 406,0	36 380,4	2 887,9	238,8	1 629,4	-1 720,7	-4,4
36	766,0	31 181,3	2 352,4	117,2	1 120,4	-1 703,6	-5,1
37	308,8	9 456,9	1 004,3	61,4	809,3	-756,9	-7,2
38	432,2	11 339,5	752,1	74,4	503,3	-394,3	-3,2
39	72,7	10 078,7	764,2	73,3	849,0	-764,8	-7,0
40	233,8	5 172,3	529,1	55,7	134,6	-351,0	-6,1
41	307,3	7 065,3	463,3	55,4	293,5	-211,4	-2,8
42	956,4	13 976,5	1 050,1	54,1	864,0	-147,8	-1,0
43	1 918,4	10 636,1	766,5	56,6	564,7	1 095,3	9,6
44	1 147,9	42 309,1	2 309,7	58,1	2 149,4	-1 219,9	-2,7
45	120,3	9 075,6	712,0	69,6	368,2	-661,3	-6,7
46	368,1	13 274,2	495,2	44,1	516,6	-171,2	-1,2
47	325,1	12 061,7	966,5	86,9	469,4	-728,3	-5,6
48	172,8	5 742,7	313,4	28,7	658,2	-169,3	-2,8
49	1 988,9	32 252,0	2 128,9	77,2	1 476,0	-217,2	-0,6
50	1 569,3	56 051,4	3 763,7	360,2	1 612,7	-2 554,6	-4,2
51	380,6	5 835,5	1 028,1	109,5	235,2	-757,0	-10,9
52	195,6	6 542,6	1 129,8	30,9	520,5	-965,1	-12,5
53	1 262,3	32 293,3	2 616,1	187,0	1 611,8	-1 540,8	-4,4

Dep ^a	Ajoutée	Confirmée	Enlevée	Enlevée récemment ^b	Correction	Bilan net ^c	Variation en % ^d
54	162,4	6 564,2	889,7	98,1	402,8	-825,4	-10,9
55	289,2	6 401,9	758,4	80,2	328,0	-549,4	-7,6
56	427,5	32 722,0	1 864,5	76,2	1 568,0	-1 513,2	-4,4
57	145,6	9 404,7	1 011,6	125,6	588,3	-991,6	-9,4
58	7 358,9	19 746,6	1 387,7	126,7	654,2	5 844,5	27,5
59	797,4	19 004,1	1 428,5	164,0	950,0	-795,1	-3,9
60	213,1	7 093,1	347,2	31,1	492,6	-165,2	-2,2
61	691,6	37 546,6	1 793,4	358,3	1 555,3	-1 460,1	-3,7
62	607,0	17 519,2	1 357,8	125,8	1 041,9	-876,6	-4,6
63	3 365,7	18 031,0	1 494,2	87,8	852,0	1 783,7	9,1
64	1 678,9	15 116,4	1 178,0	97,0	628,5	403,9	2,5
65	182,1	6 592,1	551,1	43,8	307,3	-412,8	-5,7
66	181,2	3 299,4	186,9	19,9	111,3	-25,6	-0,7
67	113,0	5 622,2	575,5	74,2	393,4	-536,7	-8,6
68	61,9	4 002,7	286,3	27,7	401,2	-252,1	-5,8
69	912,5	7 239,4	565,5	36,4	380,1	310,6	4,0
70	258,1	6 344,0	639,9	88,8	405,3	-470,6	-6,7
71	8 750,1	25 510,4	1 457,1	126,1	1 487,7	7 166,9	26,5
72	730,0	26 521,1	2 247,1	141,6	1 856,9	-1 658,7	-5,7
73	48,1	3 156,3	218,4	39,8	240,0	-210,1	-6,2
74	70,6	5 063,3	336,8	66,6	297,9	-332,8	-6,1
75	0,0	25,8	0,4	0,0	0,0	-0,4	-1,5
76	707,5	14 957,5	882,9	94,3	880,2	-269,7	-1,7
77	117,0	5 366,7	341,5	45,1	423,3	-269,6	-4,7
78	60,4	2 187,4	90,6	12,1	155,5	-42,3	-1,8
79	1 622,3	43 730,5	2 301,0	95,3	1 430,7	-774,0	-1,7
80	688,6	8 554,0	362,1	63,2	717,9	263,3	2,9
81	596,1	16 565,8	797,9	37,0	636,1	-238,8	-1,4
82	218,0	10 650,3	765,3	52,8	614,9	-600,1	-5,2

Dep ^a	Ajoutée	Confirmée	Enlevée	Enlevée récemment ^b	Correction	Bilan net ^c	Variation en % ^d
83	48,7	3 395,6	221,1	35,5	99,5	-207,9	-5,7
84	360,5	7 284,6	676,1	103,5	324,8	-419,1	-5,2
85	1 492,3	44 090,5	2 479,4	167,6	1 723,8	-1 154,7	-2,5
86	451,9	25 095,4	2 085,5	133,5	1 037,5	-1 767,1	-6,5
87	159,1	24 779,3	1 246,5	139,9	1 486,7	-1 227,3	-4,7
88	880,5	6 287,2	592,9	61,3	392,5	226,3	3,3
89	658,8	9 407,3	914,1	176,5	358,5	-431,8	-4,1
90	15,8	736,6	49,6	8,0	27,5	-41,8	-5,3
91	20,9	1 286,2	67,8	8,3	94,5	-55,2	-4,1
92	0,0	15,0	0,8	0,1	0,0	-0,9	-5,7
93	0,2	22,1	2,3	0,5	1,4	-2,6	-10,4
94	3,8	51,8	2,5	0,3	2,5	1,0	1,8
95	58,6	1 150,1	108,4	5,3	86,2	-55,1	-4,4