



INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

Direction interrégionale
Nord-Est

Janvier 2019

Evaluation de la biomasse bocagère en Normandie

Rapport d'étude

Commanditaire :

Etude portée par la Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de Normandie

Etude réalisée par :

Marion Simon
Frédéric Letouzé
Antoine Colin



SUIVI DU RAPPORT

Date	Version	Auteurs	Action
12 décembre 2018	1.0	IGN	Rédaction
28 décembre 2018	1.1	DRAAF Normandie	Relecture
03 janvier 2019	1.2	IGN	Compléments

SOMMAIRE

I- CONTEXTE ET ATTENTES DU COMMANDITAIRE	6
II- PRÉCAUTIONS D'USAGE DES DONNÉES UTILISÉES DANS CETTE ÉTUDE	7
III- MÉTHODE DE CALCUL DES BIOMASSES DISPONIBLES	8
III -1 MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE	8
III -2 ÉVALUATION DU LINÉAIRE DE HAIES EN NORMANDIE	9
III -3 ÉVALUATION DU LINÉAIRE PAR TYPE DE HAIES	13
III -4 ÉVALUATION DU LINÉAIRE DE HAIES POTENTIELLEMENT EXPLOITABLES	17
III -5 PRODUCTIVITÉ PAR TYPE DE HAIES	18
III -6 VOLUMES RÉCOLTABLES PAR TYPE DE HAIES	18
III -7 APPROXIMATION DU TAUX DE PRÉLÈVEMENT DANS LES HAIES NORMANDES	20
IV- RÉSULTATS DE L'ÉTUDE	21
IV -1 ÉVALUATION DU LINÉAIRE DE HAIES EN NORMANDIE	21
IV -2 ÉVALUATION DU LINÉAIRE PAR TYPES DE HAIES	27
IV -3 ÉVALUATION DU LINÉAIRE DE HAIES POTENTIELLEMENT EXPLOITABLES	28
IV -4 PRODUCTIVITÉ PAR TYPES DE HAIES	29
IV -5 VOLUMES RÉCOLTABLES DE BOIS DANS LES HAIES	30
IV -6 ACCROISSEMENT ET PRODUCTION BIOLOGIQUES DANS LES HAIES	32
V- CONCLUSION, LIMITES ET PERSPECTIVES DE L'ÉVALUATION DE LA BIOMASSE BOCAGÈRE EN NORMANDIE	34
V -1 AMÉLIORER LES CONNAISSANCES DE PRATIQUES DE COUPE ET LES USAGES DES BOIS DANS LES HAIES	34
V -2 APPUYER LES PLANS D' ACTIONS SUR DES ÉTATS DES LIEUX PARTAGÉS	35
VI- RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	36
VII- ANNEXES	37

Liste des sigles

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

AFAC-A : Association Française des Arbres Champêtres et Agroforesterie

AILE : Association d'Initiatives Locales pour l'Energie et l'Environnement

APCA : Assemblée permanente des chambres d'agriculture

BN : Basse-Normandie

COPIL : Comité de pilotage

DRAAF : Direction régionale de l'Alimentation, de l'agriculture et de la forêt

FCBA : Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement

HBBN : Etude haies biomasse en Basse-Normandie

HN : Haute-Normandie

IFN : Inventaire forestier national

IGN : Institut national de l'information géographique et forestière

MAA : Ministère de l'Agroalimentaire et de l'Agriculture

MAP : Mètre cube apparent plaquette

ONCFS : Office national de la chasse et de la faune sauvage

PI : Photo-interprétation

Liste des figures

Figure 1 : Méthode d'évaluation de la biomasse bocagère en Normandie.....	8
Figure 2 : Exemple d'une placette IFN sur lesquelles les mesures sont relevées dans les haies	9
Figure 3 : Observation des différents types de segments identifiés par photo-interprétation	10
Figure 4 : Méthode d'estimation du linéaire bocager en Normandie	12
Figure 5 : Description des strates définies à l'IGN	13
Figure 6 : Définition de la variable perméabilité des haies estimée sur le terrain par l'IGN entre 2009 et 2013.....	17
Figure 7 : Densité bocagère en Normandie après la première phase de photo-interprétation (grille 7km).....	22

Liste des tableaux

Tableau 1 : Photographies utilisées pour la photo-interprétation des transects en Normandie.....	11
Tableau 2 : Tableau de conversion d'unités de volume validé par les professionnels normands.....	19
Tableau 3 : Estimation de la densité et du linéaire bocager normand photo-interprété (phase 1).....	21
Tableau 4 : Estimation du linéaire de haies boisées et de cordons boisés par département (phase 1).....	21
Tableau 5 : Estimation du linéaire des haies en limites de terrains artificialisés par département	22
Tableau 6 : Estimation du linéaire de haies après confirmation sur le terrain (phase 2)	23
Tableau 7 : Estimation du linéaire de haies boisées et de cordons boisés par département (phase 2).....	23
Tableau 8 : Estimation du linéaire bocager maximal en Normandie (avec cordons boisés).....	27
Tableau 9 : Estimation du linéaire bocager maximal en Normandie (hors cordon boisé).....	27
Tableau 10 : Estimation du linéaire bocager (haies arborées + haies arbustives + cordons boisés) potentiellement mobilisable en Normandie.....	28
Tableau 11 : Estimation du linéaire bocager potentiellement mobilisable par type de haies en Normandie	28
Tableau 12 : Estimation des productivités des cinq types de haies les plus représentés en Normandie, à partir des données de chantiers (enquête 2018).....	29
Tableau 13 : Estimation des disponibilités en bois dans les cinq types de haies les plus représentés en Normandie (avec cordons boisés).....	30
Tableau 14 : Estimation des disponibilités en bois dans les cinq types de haies les plus représentés en Normandie (hors cordon boisé)	30
Tableau 15 : Estimation des disponibilités en bois par département (avec cordons boisés).....	31
Tableau 16 : Estimation des disponibilités en bois par département (hors cordon boisé).....	31
Tableau 17 : Calcul d'un accroissement moyen dans les haies en Normandie (hors cordon boisé).....	32
Tableau 18 : Calcul d'une production biologique dans les haies en Normandie	32
Tableau 19 : Estimation de la production biologique dans les haies par département.....	33
Tableau 20 : Rapport entre les productivités (hors cordon boisé) et l'accroissement biologique moyen dans les haies en Normandie (hors cordon boisé).....	33
Tableau 21 : Résultats régionaux de l'évaluation de la biomasse bocagère dans les haies normandes	34

I- Contexte et attentes du commanditaire

L'Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN) a réalisé, avec le FCBA et l'association SOLAGRO, une étude nationale commanditée par l'ADEME en 2009 visant à évaluer la biomasse forestière, populeuse et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020. En 2017, l'association AILE a souhaité mettre à jour cette information à l'échelle régionale pour le bocage breton. Les données de l'inventaire forestier national ont été valorisées afin d'évaluer des volumes récoltables dans les haies bretonnes (IGN, 2018).

La DRAAF Normandie a commandité deux études auprès de l'IGN en 2018 afin d'évaluer la ressource en biomasse normande (volumes de bois récoltables) à travers :

- une étude de ressource et de disponibilités en bois dans les forêts de Normandie d'ici les 20 prochaines années (les résultats sont en cours de diffusion)
- une étude d'évaluation de la biomasse bocagère en Normandie

L'objectif de cette seconde étude est de mettre à jour les données associées au bocage à l'échelle de la nouvelle région à partir des données existantes de l'inventaire forestier national et de l'expertise des professionnels locaux et également d'appuyer les politiques publiques qui devront être mises en œuvre prochainement (PRFB, SRB, plan bocage ...). Les partenaires souhaitent que les données concernant la ressource bocagère puissent compléter le panorama de la ressource en biomasse normande. Ces données alimenteront les outils de communication et d'évaluation et pourront, si les acteurs le souhaitent, être valorisées dans le cadre de la mission du dispositif national de suivi du bocage.

Il s'agit dans un premier temps d'évaluer le linéaire de haies en Normandie à partir de données cartographiques, puis dans un second temps d'estimer des volumes récoltés par type de haie afin d'en déduire des volumes récoltables. Enfin dans un dernier temps, il s'agira de calculer une production biologique moyenne dans les haies afin d'estimer un taux de prélèvement.

Pour mener un bien cette étude, des échanges et des réunions de travail ont eu lieu avec les professionnels du bocage normand qui ont constitué un comité de pilotage (Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt, Chambres d'Agriculture de Normandie, Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine Normande, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Région Normandie, FD CUMA...), le but étant de valoriser au maximum toutes les données et expertises disponibles.

II- Précautions d'usage des données utilisées dans cette étude

Cette étude s'appuie sur une expertise, issue des données disponibles et des connaissances des acteurs locaux. Plusieurs réunions de travail ont eu lieu avec différentes étapes de validation.

Cependant un certain nombre de points avec de fortes incertitudes ont été identifiés. Ils sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Les protocoles de relevés de données terrain dans les haies à l'IGN ont subi de nombreuses évolutions au cours des dernières années. Par exemple, certaines données IFN utilisées dans cette étude ne sont plus relevées aujourd'hui sur le terrain. Les données IFN étant peu nombreuses dans les haies, il s'agit de réaliser une expertise à partir des meilleures données disponibles et de les consolider avec les connaissances des acteurs locaux.

Par rapport aux données cartographiques, le linéaire de haies est estimé dans un premier temps par photo-interprétation, à partir de photographies réparties sur le territoire normand datant de 2000 à 2015. Il a été choisi d'utiliser toutes les photos dont on disposait afin d'avoir un échantillon robuste d'un point de vue statistique (cf Tableau 1). De plus, les haies recépées et les haies jeunes ne sont pas systématiquement mises en évidence par photo-interprétation. Il est donc possible que le linéaire calculé lors de cette phase soit sous-estimé pour certaines années.

Les volumes récoltables calculés dans cette étude par type de haies sont issus de retours d'enquêtes de chantiers auprès des professionnels du bocage normand et se basent sur une trentaine de chantiers. C'est-à-dire que l'on considère que les haies sont gérées en Normandie comme elles le sont dans ces 30 chantiers, bien qu'il soit difficile d'évaluer leur représentativité.

Les volumes récoltables potentiellement mobilisables sont à prendre avec du recul. Ils sont basés sur le linéaire de haies définies comme potentiellement exploitables au travers d'un critère de perméabilité. Cependant d'autres critères auraient pu moduler le nombre de mètres linéaires potentiellement exploitables comme la pente ou encore l'isolement de certaines haies.

Il n'est pas possible aujourd'hui d'estimer la précision des résultats dans la mesure où la méthode de calcul fait intervenir un grand nombre d'hypothèses et de coefficients techniques. La précision est satisfaisante à l'échelle régionale et pour les principaux types de haies, mais pour les plus marginaux les résultats ne doivent être interprétés que comme des ordres de grandeur. Le service statistique de l'inventaire forestier est actuellement en train de réaliser des travaux de calculs de ces estimateurs de précision dans les haies.

Ainsi, il faudra mener des études complémentaires si l'on souhaite avoir un état de la ressource bocagère complet et plus précis dans le cadre d'un projet d'installation de chaufferie sur un territoire par exemple.

III- Méthode de calcul des biomasses disponibles

III -1 Méthodologie générale de l'étude

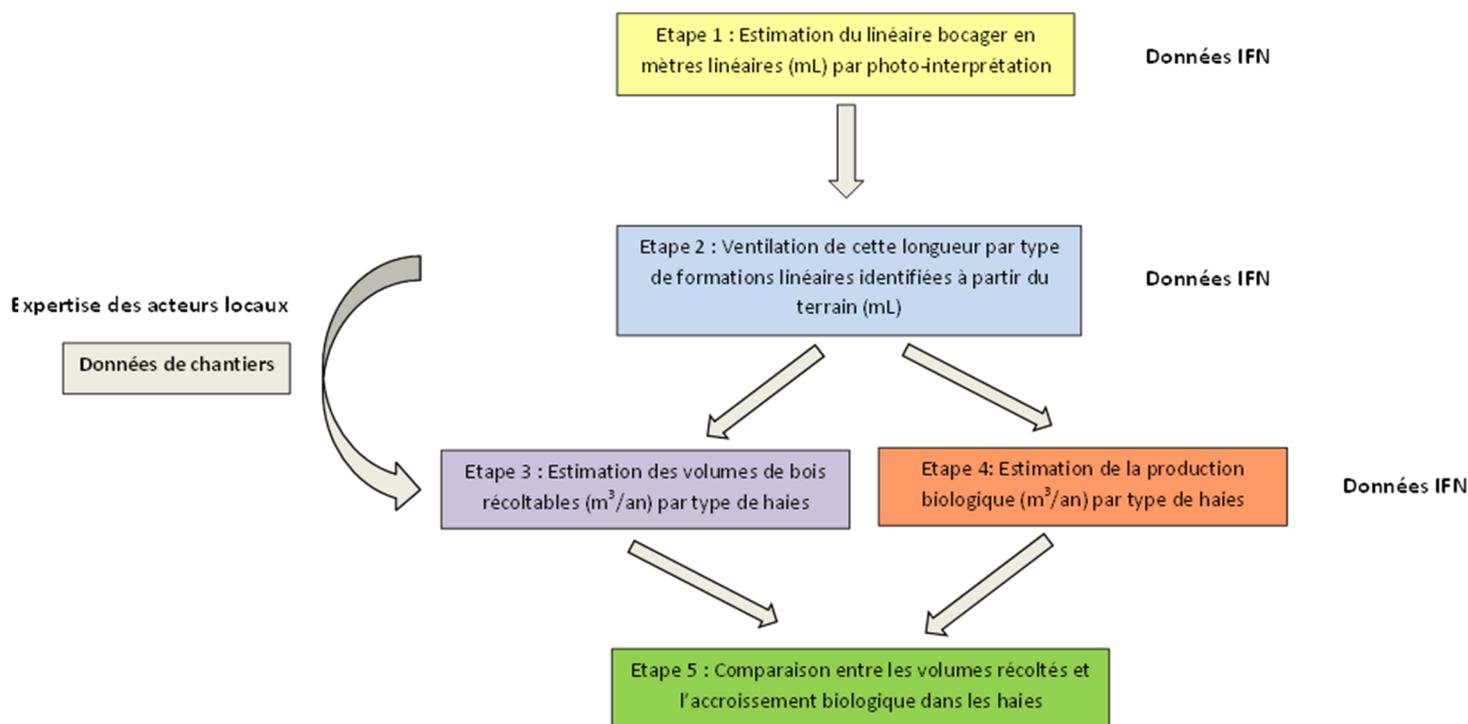
L'IGN dispose de photos aériennes sur lesquelles des opérateurs identifient la nature des segments linéaires observés : haies bocagères, alignements, cordons boisés... Une fois cette identification réalisée, certains des segments linéaires, identifiés par photo-interprétation comme étant des haies bocagères, sont visités sur le terrain afin de vérifier s'il s'agit vraiment de haies ou pas. A partir de ce constat, on peut **estimer le linéaire bocager en Normandie** par une approche statistique.

La deuxième phase de l'étude a consisté à valider une typologie des haies normandes afin de pouvoir ventiler le linéaire de haies, estimé dans la première phase, par type de haies (haies de hauts jets, de cépées, de têtards...).

Afin d'évaluer les volumes récoltables par type de haies en Normandie, il a fallu dans un premier temps estimer la **productivité de ces haies**, c'est-à-dire les volumes récoltés par an, **à partir de retours d'enquêtes de chantiers et de l'expertise des professionnels locaux**. À partir de ces productivités, les **volumes de bois récoltables dans les haies** (ou disponibilités), ont pu être calculés. Ils ont ensuite été comparés à la production biologique des haies (m^3/an). La définition de ces différents termes est disponible en Annexe 1.

La figure 1 ci-dessous résume les phases principales de l'étude, en précisant à chaque fois quel type de données ou expertises ont été mobilisées. La figure 4 décrit avec précision la phase A (page 10).

Figure 1 : Méthode d'évaluation de la biomasse bocagère en Normandie



III-2.1 Présentation de l'inventaire statistique du bocage à l'IGN

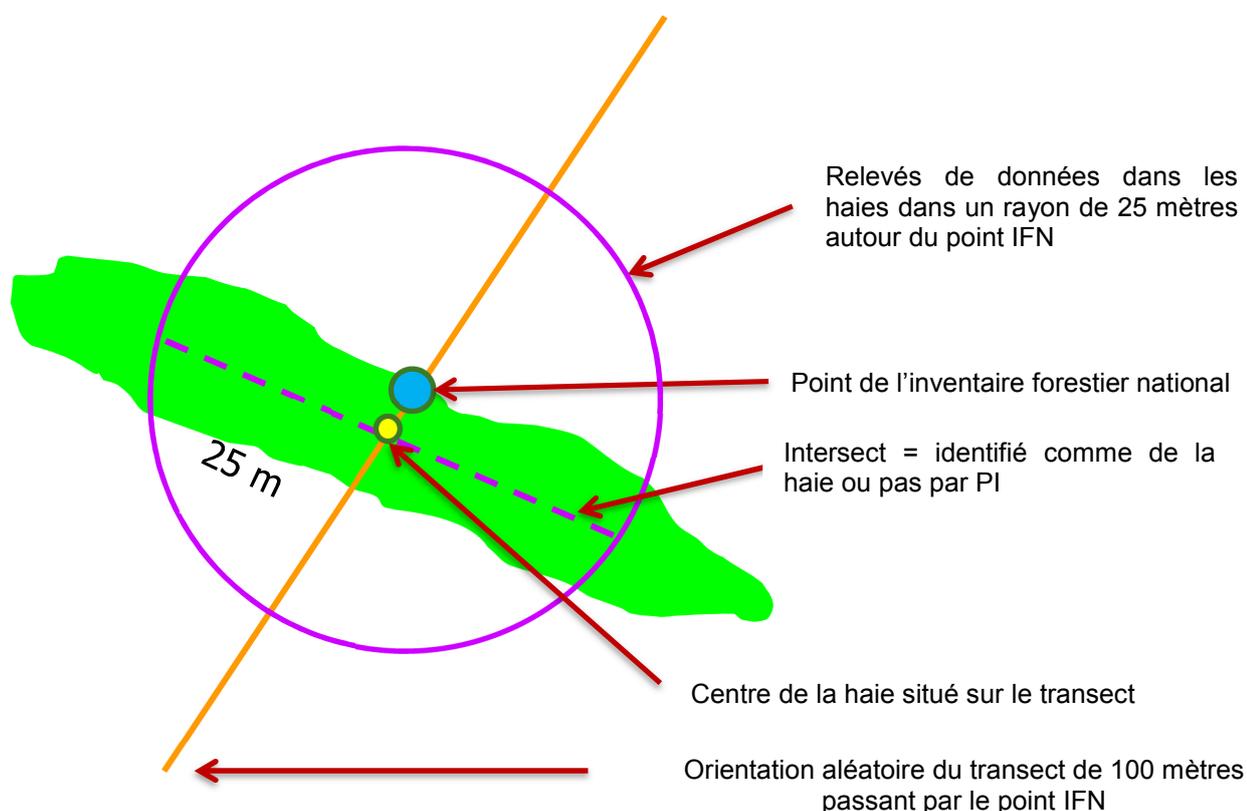
La haie bocagère est définie à l'IGN comme étant une **formation linéaire arborée comportant des arbres sur au moins 25 mètres de long, sans interruption de plus de 20 mètres, sur une largeur inférieure à 20 mètres et d'une hauteur potentielle supérieure à 1,30 mètres**. On parle aussi de « ligneux hors forêt ».

La méthode d'évaluation du linéaire bocager à l'IGN se déroule en trois phases. Tout d'abord, pour chaque point photo-interprété, les segments de haie qui intersectent un transect d'azimut aléatoire à moins de 25 mètres de part et d'autre du point central sont identifiés. Une deuxième phase consiste à se rendre sur le terrain afin de confirmer ou pas si les intersections identifiées par photo-interprétation comme étant de la haie le sont réellement. S'il s'agit bien d'une haie, après visite du point, les opérateurs de terrain IGN relèvent différents types de données (largeur et longueur de la haie, type de haie, essence principale de l'étage supérieur, hauteur moyenne de la haie...). L'ensemble des données relevées sur le terrain est disponible en Annexe 2.

a - Première étape : identification des haies par photo-interprétation

Un certain nombre de points photo-interprétés peuvent se situer dans des zones agricoles (point bleu sur la Figure 2). Les opérateurs IGN tracent un transect de 50 mètres, d'azimut aléatoire, de part et d'autre du point IFN (trait orange). Toutes intersections avec ce transect, dans un rayon de 25 mètres autour du point IFN, sont alors identifiées (haies, alignements, talus, murets...).

Figure 2 : Exemple d'une placette IFN sur lesquelles les mesures sont relevées dans les haies



La figure 3 ci-dessous est un extrait de carte présentant les données transects (en blanc), les intersections de haies (points jaunes), d'alignements (points bleus).

Figure 3 : Observation des différents types de segments identifiés par photo-interprétation



À ce stade, à partir des informations issues de la photo-interprétation, on peut calculer des évaluations de densité bocagère ventilées selon trois sous-types :

- Les haies en limites de terrains artificialisés (limites champ/jardin ou champ/emprise autoroutière ou de voie ferrée)
- Les alignements : définis par 4 arbres minimum, dont le couvert total est de largeur inférieure à 20 mètres, de longueur supérieure ou égale à 25 mètres. Les arbres doivent être de diamètre régulier et être équidistants (écarts à la moyenne $< 1/4$ pour au moins $3/4$ des arbres, espacement moyen ≥ 1 mètre).
- Les haies bocagères

En cas de doute entre une haie et un alignement, la préférence du photo-interprète est donnée à la haie. La visite terrain de ces haies (deuxième étape) permettra d'apprécier le taux de déclassement de haies en alignements pour évaluer l'estimation des linéaires d'alignements. Cette étape mobilise un grand nombre de points photo-interprétés. En Normandie cela représente plus de 3 000 transects photo-interprétés par an soit plus de 33 500 transects sur la période 2007-2017.

b - Deuxième étape : confirmation sur le terrain

Un sous-échantillon de points identifiés comme de la haie bocagère lors de la phase précédente est visité sur le terrain pour confirmer ou infirmer la présence d'une haie. Parmi les haies bocagères on distingue les haies boisées (haies arborées et haies arbustives) ainsi que les cordons boisés. Les cordons boisés désignent des entités linéaires de moins de 20 mètres de largeur dont la concentration de la biomasse, estimée dans les tiges et implantée sur une bande de 2 mètres de large centrée sur l'axe du segment, doit être inférieure à 80% de la biomasse totale. **Cela signifie que la particularité des cordons boisés réside dans le fait que la répartition de la biomasse n'est pas concentrée sur l'axe de la haie mais plutôt répartie sur la largeur.**

Les haies en limite de champs et de jardins ou de zones artificialisées (routes à grande circulation, voies ferrées ou terrains bâtis) ne sont pas visitées sur le terrain.

c - Troisième étape : relevés de données sur la haie

Si la haie est confirmée, des levés complets sont réalisés sur celle-ci : types de haie, quelques levés dendrométriques, essences, largeur d'assise, perméabilité, entretien visible de la haie...

Les deux phases terrain sont réalisées sur un sous-ensemble réduit de points : environ 49 haies visitées par an sur l'ensemble de la Normandie, soit 439 haies entre 2009 et 2017.

III-2.2 Estimation de la densité bocagère dans les haies normandes

En Normandie les données de photo-interprétation disponibles s'appuient sur des campagnes de photos aériennes avec différents millésimes selon les départements.

Tableau 1 : Photographies utilisées pour la photo-interprétation des transects en Normandie

Département	Années des photos utilisées pour la photo-interprétation des transects
14	2001, 2005, 2009, 2012
50	2002, 2007, 2010, 2015
61	2001, 2006, 2010, 2012
27	2000, 2005, 2009, 2012
76	2003, 2008, 2012, 2015
Normandie	Moyenne (2007-2008)

Le cumul des intersections des éléments bocagers avec un transect, rapporté au nombre de transects sur un territoire donné, permet d'estimer la densité bocagère de ce territoire. On peut réaliser l'exercice au niveau d'un département entier ou bien d'un sous-découpage de la région Normandie avec une grille régulière à maille carrée. Le nombre de données disponibles (33 517 transects) permet de descendre à une maille minimale de 7 x 7 km.

Les estimations de linéaires sont déduites en multipliant la densité bocagère par la surface totale du territoire (conservant les zones urbaines et artificialisées).

III-2.3 Estimation du linéaire une fois la confirmation sur le terrain réalisée

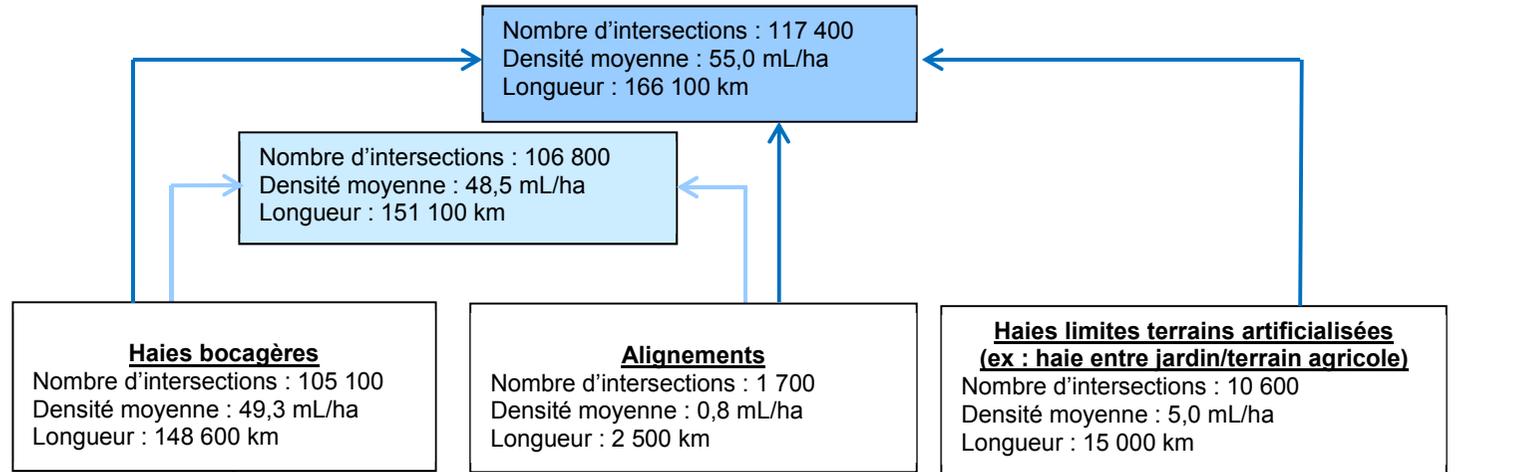
La deuxième étape énoncée précédemment permet de retrancher au linéaire estimé par photo-interprétation, un ratio calculé comme étant le rapport entre les haies non confirmées sur le terrain (talus, murets...) et les haies photo-interprétées. Il permet aussi d'affiner l'estimation du linéaire d'alignements car dans certains cas les haies photo-interprétées s'avèrent être reclassées en alignements. Au final on peut réévaluer le linéaire régional calculé précédemment et le ventiler par département. La figure 4 récapitule les différentes étapes d'estimation du linéaire bocager par l'inventaire forestier, à l'échelle de la Normandie.

Figure 4 : Méthode d'estimation du linéaire bocager en Normandie

ETAPE 1 : Estimation du linéaire bocager par photo-interprétation

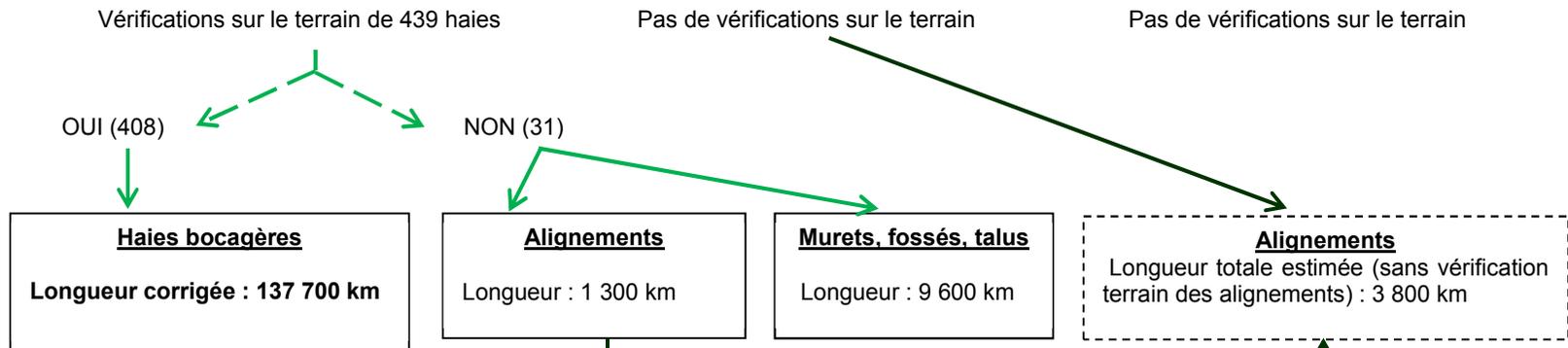


Photo-interprétation des ligneux hors forêts en Normandie à partir de photos aériennes de 2000 à 2015



ETAPE 2 : Vérifications sur le terrain

→ confirmation ou déclassement

ETAPE 3 : Identification sur le terrain d'une typologie des formations linéaires et relevés dendrométriques

TYPOLOGIE

Haies de hauts jets, de têtards, de cépées...

Estimation du linéaire par type

III -3 Evaluation du linéaire par type de haies

Au cours de l'étude de l'évaluation de la biomasse bocagère en Basse-Normandie, réalisée en 2009 et publiée en 2010, une typologie des haies a été définie selon différents critères comme le type d'arbres composant la haie (têtards, cépées, hauts jets...) ou encore le nombre de strates dans la haie. Depuis 2009, c'est cette typologie qui est relevée sur le terrain par les opérateurs de l'IGN.

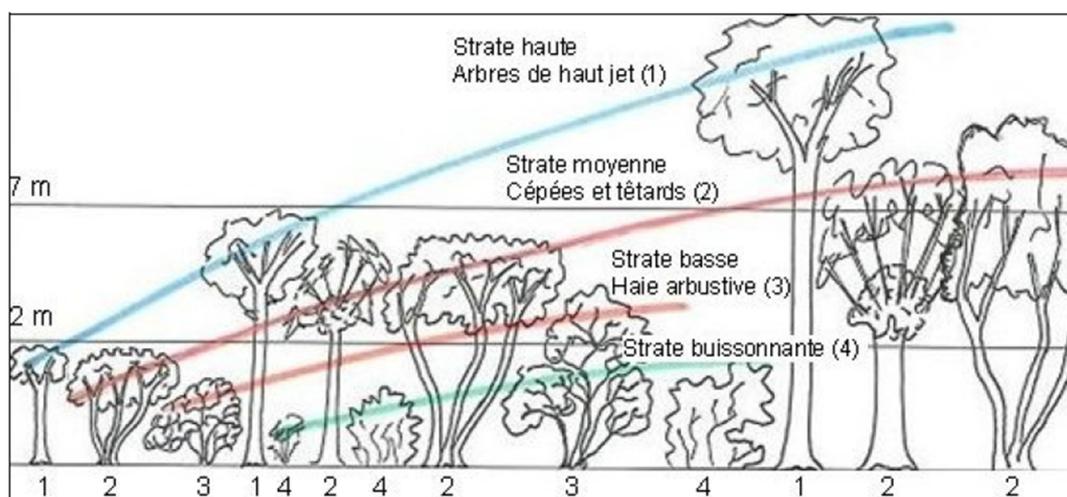
Un premier travail d'élaboration d'une typologie nationale des haies a été publié en octobre 2017 par l'AFAC-A et l'APCA. Ce référentiel est produit dans le cadre du projet de certification « bois bocage » géré durablement par l'AFAC-Agroforesterie avec la participation de son réseau de structures professionnelles de la haie et plus particulièrement de quatre structures pilotes du projet : la SCIC Bois Bocage Energie, Lannion Trégor Communauté, la SCIC Bocagenèse et la SCIC Mayenne bois Energie (AFAC-A, 2017). Cette typologie nationale des haies donne un panorama du bocage français afin de se mettre d'accord sur un langage bocager partagé et compris de tous. Cette typologie a été construite en deux étapes. Dans un premier temps, la diversité des types de haies rencontrées en France a été identifiée afin de relever l'incroyable richesse de leur dénomination donnée par les acteurs de chaque territoire. Puis dans un second temps, cette déclinaison de formes et de noms de haies par secteur géographique a été réunie sous un type de haie avec une dénomination commune. Au total, 6 types de haies différents (19 sous-types) ont été identifiés. Les formes arborées non-linéaires, telles que les bosquets ou encore les vergers, sont exclues.

Cette typologie nationale n'est pas tout à fait identique à celle de l'IGN. Un travail de comparaison avait déjà été réalisé au cours de l'étude de l'évaluation de la biomasse bocagère en Bretagne (IGN, 2018) afin de convenir d'une typologie du bocage à la fois cohérente avec celle de la typologie AFAC et compatible avec les données mesurées par les agents de l'IGN sur le terrain. Ce parallèle est présenté en annexe 3. **Finalement, cinq grands types de haies ont été conservés pour cette étude d'évaluation de la biomasse bocagère en Normandie.**

Les principales composantes prises en compte dans la typologie des haies sont décrites ci-après, en précisant les listes de ligneux à considérer. Toutes les listes de ligneux précisées ci-après ont un caractère strictement indicatif. Elles ne sont pas exhaustives et sont à compléter en fonction des conditions locales. La liste des espèces des listes G1, G2 et G3 sont disponibles dans les annexes 4 à 6.

Si plusieurs types de haies se juxtaposent sur la longueur de la placette linéaire d'observation, le type de la haie correspond au type dont la longueur est la plus importante sur la placette linéaire d'observation, en considérant la haie potentielle à maturité.

Figure 5 : Description des strates définies à l'IGN



a - Les haies de hauts jets

Les arbres de hauts jets sont des arbres de franc pied, issus de semis, de plantation ou de balivage, destinés à produire du bois d'œuvre, élagués naturellement ou artificiellement pour constituer un fût. Les arbres d'émonde, à ne pas confondre avec les arbres têtards, sont considérés comme étant des arbres de hauts jets. Les arbres de hauts jets sont principalement : du chêne pédonculé, hêtre, frêne, châtaignier, charme, merisier et autres fruitiers comme le sorbier et l'alisier.

➤ Les haies de hauts jets à 2 ou 3 strates

Les haies de hauts jets à 2 ou 3 strates sont composées d'arbres de hauts jets sur plus d'un tiers de la longueur de la haie. Des cépées et/ou arbustes peuvent s'intercaler entre les arbres de hauts jets. Les jeunes plantations de haies à 2 ou 3 strates font partie de ce type. Malgré l'aspect répétitif, séquentiel et régulier de leur structure, elles ne doivent pas être considérées comme des alignements.



Haies de hauts jets à 3 strates



Haies de hauts jets à 2 strates

➤ Les haies de hauts jets à 1 strate

Les haies de hauts jets à 1 strate sont composées d'arbres de hauts jets sur plus d'un tiers de la longueur de la haie. Les arbres de hauts jets peuvent dominer des espèces buissonnantes ou herbacées, sans valeur pour la biomasse énergétique. Les jeunes plantations sur une ligne sont considérées comme des alignements si l'écartement entre les plants est supérieur à 1,50 mètres, et comme des haies de hauts jets à 1 strate dans le cas contraire.



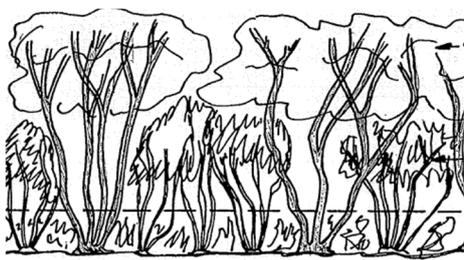
Haies de hauts jets à 1 strate

b - Les haies de cépées

Les arbres de cépées sont des arbres issus de rejets de souche (arbres recépés ou coupés au pied et ayant rejeté). Ces arbres recépés tous les 6, 9, 12 ans ou plus, sont souvent destinés à une production de bois de feu sous forme de bûches ou de plaquettes. Les arbres issus de cépées appartiennent aux espèces ayant une bonne faculté à rejeter, soit principalement : le chêne pédonculé, le frêne, le châtaignier, le charme auxquelles il convient d'ajouter l'aulne et l'érable (sycomore et champêtre). Le noisetier peut également être une essence constitutive de ce type de haies.

➤ Les haies de cépées à 2 strates

Les haies de cépées à 2 strates sont composées d'arbres de cépées sur plus d'un tiers de la longueur, et d'arbustes qui s'intercalent entre les cépées. Les jeunes plantations de haie à 2 strates, composées d'espèces de la liste G1 n'entrent pas dans ce type. Seul le traitement futur appliqué à cette jeune plantation permettra dans l'avenir de déterminer son appartenance ou non à ce type.



Haies de cépées à 2 strates

➤ Les haies de cépées à 1 strate

Les haies de cépées à 1 strate sont uniquement composées d'arbres de cépées, sur plus d'un tiers de la longueur. Les cépées peuvent dominer des espèces buissonnantes ou herbacées, sans valeur pour la biomasse énergétique.

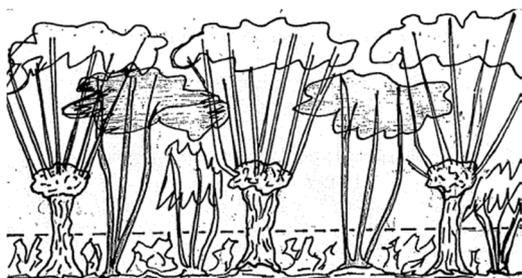


Haies de cépées à 1 strate

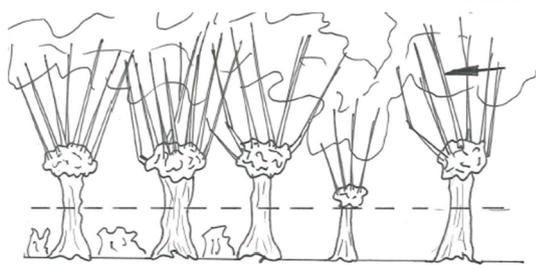
c - Les haies de têtards

Les arbres (traités en) têtards sont des arbres de franc pied issus de semis, de plantation ou de balivage, étêtés artificiellement pour constituer un fût court surmonté d'une prolifération de rejets (cépées perchées). Ils sont étêtés à une hauteur comprise entre 2 et 4 mètres. Les arbres d'émonde, à ne pas confondre avec les arbres têtards, sont considérés comme des arbres de hauts jets. Les arbres de têtards appartiennent aux espèces feuillues de la liste G1 et aux espèces feuillues de la liste G2 rencontrées dans la strate des arbres de cépées, noisetier non compris.

Les haies de têtards sont composées d'arbres (traités en) têtards sur plus d'un tiers de la longueur, avec ou sans strate d'arbres de cépées ou arbustes qui s'intercalent entre les têtards.



Haies de têtards à 2 strates



Haies de têtards à 1 strate

d - Les autres haies (haies arbustives et haies basses)

Les autres haies sont soit des haies arbustives à 1 strate, soit des haies taillées inférieures à 2 mètres de hauteur. Les haies arbustives à 1 strate sont constituées d'espèces ligneuses des listes G2 ou G3 sur plus d'un tiers de la longueur de la formation linéaire. Les haies taillées de moins de 2 mètres sont caractérisées par une végétation basse. Les haies taillées peuvent être composées de hêtre, de charme (charmille), d'aubépine, de prunellier, de noisetier et accessoirement de bourdaine, de fusain, de cornouiller et autres espèces locales ou indigènes.



Haie arbustive à 1 strate



Haie taillée inférieure à 2 mètres de haut

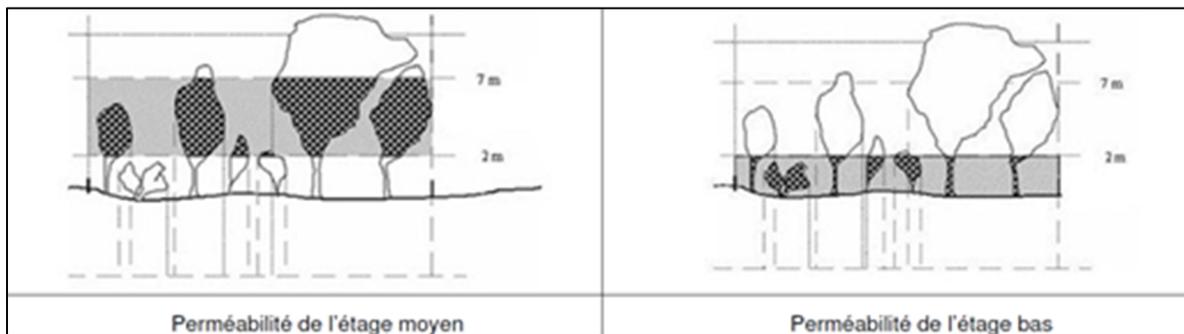
III -4 Evaluation du linéaire de haies potentiellement exploitables

Cette phase de l'étude permet d'estimer le linéaire de haies qui compte réellement dans le capital d'exploitation. Le but est d'identifier les haies non exploitables et/ou non valorisées en Normandie.

Au départ, les professionnels locaux ont proposé le critère « longueur minimale de la haie » pour identifier les haies non exploitables. Le but était de renseigner la longueur de haie en-dessous de laquelle le chantier ne serait pas jugé économiquement rentable. Après avoir enquêté les exploitants du bocage normand, nous n'avons pas pu obtenir de seuil exploitable par type de haies car il y avait trop de divergence au sein d'un même type de haies. De plus, il était difficile de faire le lien avec les classes de longueur de la donnée IGN « longueur de la haie ». Par conséquent ce critère n'a pas été retenu.

L'IGN a renseigné entre 2009 et 2013 le taux de perméabilité de chaque haie. Cela correspond au taux de discontinuité ou de dégradation des strates végétales dans l'étage bas (0-2 mètres) et dans l'étage moyen (2-7 mètres) de la haie. Les opérateurs terrain de l'IGN visualisent une zone rectangulaire comprise entre l'assise de la formation linéaire et 7 mètres de haut puis réalisent une estimation des « vides » dans la haie.

Figure 6 : Définition de la variable perméabilité des haies estimée sur le terrain par l'IGN entre 2009 et 2013



Conformément à la décision du comité technique, la perméabilité s'avère être l'approche la plus objective pour identifier la part des haies qui sera réellement exploitable, plus que les signes de coupe ou d'entretien car la logique de coupe peut être indépendante des schémas économiques.

Il a été défini, en concertation avec les membres du comité technique, que si le taux de perméabilité dans l'étage moyen (2-7 mètres) de la haie est supérieur à 60%, alors la haie n'est pas incluse dans le capital d'exploitation. À partir de ce principe, un coefficient correcteur a été appliqué au linéaire de chaque type de haie. Les résultats sont présentés dans le chapitre III-3.

A noter qu'il serait intéressant, dans le futur, de s'intéresser au critère « proximité des haies » qui pourrait être un indice d'exploitabilité des haies dans le bocage. Cependant, les données IFN disponibles ne nous permettent pas aujourd'hui d'apporter les éléments nécessaires pour intégrer ce critère. On peut néanmoins supposer que plus les haies sont proches, plus cela sera économiquement rentable de lancer un chantier. Certains professionnels ont également mis en évidence, lors de la restitution de l'étude, qu'il faudrait s'intéresser au critère « pente » qui traduit l'accessibilité aux haies et donc qui permettrait de qualifier une partie des haies exploitables dans le respect de l'équilibre des sols. Cependant, l'utilisation de ce critère nécessiterait d'être étudiée au préalable. Certaines haies en pente peu accessibles de façon mécanique pourraient l'être dans le cadre d'une exploitation bois bûche.

III -5 Productivité par type de haies

Avec l'émergence de la problématique énergétique, l'évaluation de la productivité des haies selon des protocoles robustes et standardisés est un élément important souligné par l'ensemble des organismes impliqués dans la gestion du bocage normand. La principale difficulté de cette évaluation réside dans la multitude des facteurs qui conditionnent la production de biomasse, notamment le type de haie, la gestion (passée et actuelle) et les caractéristiques pédoclimatiques locales.

Les **productivités** sont définies comme étant les **volumes récoltés dans la haie par unité de temps et par unité de longueur**. A ce jour, les chiffres de productivités des haies les plus récents et disponibles par type de haies à l'échelle régionale ont 10 ans (Bouvier, 2008). Ils sont issus de mesures de chantiers de broyage effectués dans le grand Ouest, coordonnées par la chambre régionale d'agriculture de Bretagne.

Les partenaires locaux ont souhaité que les hypothèses de productivité soient basées sur des données d'acteurs proches du terrain et actuelles. Nous avons donc cherché à obtenir un retour sur les modes de valorisation qui sont pratiqués dans le bocage normand.

Un questionnaire a été élaboré avec les membres du COPIL, pour renseigner les volumes moyens récoltés par type de haies et les fréquences de coupes des différents types de haies rencontrés sur le territoire. Des relais techniques régionaux ont été identifiés (Parc naturel régional, Chambre d'agriculture, DRAAF) afin de récolter, dans la mesure du possible, des données de chantiers récents auprès des exploitants du bocage normand. Le modèle du questionnaire est disponible en Annexe 7.

L'enquête a duré un peu plus d'un mois et nous avons pu obtenir des retours pour environ 30 chantiers, ce qui est satisfaisant pour calculer des productivités dans les haies. Les chantiers concernés sont essentiellement situés dans la Manche (50), là où le bocage est majoritairement présent et concernent principalement les haies de hauts jets à deux ou trois strates et les haies de cépées. Aucun chantier n'a été renseigné dans l'Eure (27) ni en Seine- Maritime (76). Une partie des chantiers étaient gérés selon un plan de gestion.

A noter, que les gros bois des arbres de hauts jets ont été exclus d'une partie des données de chantiers car ils ont plutôt une fonction d'entretien du paysage et sont souvent laissés sur place.

III -6 Volumes récoltables par type de haies

III-6.1 Définition et méthode de calculs

Les **volumes récoltables** dans les haies (ou **disponibilités** en bois) s'apparentent à un potentiel de récolte permis par la ressource bocagère en Normandie à une date donnée, compte tenu des données de chantier et par type de haies.

Les volumes récoltables sont donc calculés en croisant les productivités (ou volumes prélevés par km et par an) avec le linéaire de haies.

Il a été décidé, en accord avec les membres du COPIL, de répartir le linéaire correspondant aux **cordons boisés** dans les haies de hauts jets à 2 ou 3 strates. En effet, les cordons boisés ne sont pas associables à un type de la typologie IGN ou nationale et il est difficile d'estimer une productivité et une production biologique pour ce type d'élément bocager. Il n'était pas envisagé d'exclure les cordons boisés de l'étude puisque ces derniers représentent 6% du bocage normand (8 800 km) ce qui n'est pas négligeable. Pour rappel, les cordons boisés correspondent à des entités linéaires de moins de 20 mètres de largeur. La concentration de la biomasse estimée dans les tiges implantées sur une bande de 2 mètres de large centrée sur l'axe du segment, doit être inférieure à 80% de la biomasse totale. **Cela signifie que la particularité des cordons boisés réside dans le fait que la répartition de la biomasse n'est pas concentrée sur l'axe de la haie mais plutôt répartie sur la largeur.**

Les acteurs locaux enquêtés n'ayant pas pu renseigner la part de bois dans les haies normandes valorisés en bois bûche, bois plaquettes ou autres usages, les résultats des volumes récoltables par type de haies ne sont pas ventilés par usages.

Les volumes récoltables par type de haies sont présentés dans la partie III-5 pour les cinq types de haies les plus représentatifs du bocage normand.

III-6.2 Hypothèses concernant les coefficients de conversion d'unités de volume

Une discussion a eu lieu concernant le tableau de conversion d'unités de volume à utiliser. En effet, les exploitants ont rempli le tableau d'enquête en donnant parfois des volumes récoltés en MAP humides ou bien en tonnes.

Dans l'étude d'évaluation de la biomasse bocagère en Bretagne (IGN, 2018), la référence qui avait été utilisée était le tableau de conversion issu du rapport de Bouvier (Bouvier, 2008). Or, les professionnels du bocage normand n'étaient pas tout à fait d'accord avec ce tableau. Les points de discordance portaient principalement sur les coefficients pour passer des MAP humides aux MAP secs ou des mètres cubes aux MAP humides. La FD CUMA et la chambre d'agriculture de Normandie ont donc proposé un nouveau tableau. Lorsqu'il manquait certains coefficients, nous nous sommes appuyés sur le tableau de conversion d'unités de volume utilisé en Bourgogne-Franche-Comté. Les différents tableaux de conversion sont disponibles en Annexe 8.

Finalement, en comparant le tableau utilisé pour l'étude bocagère de Bretagne et le tableau validé par les professionnels du bocage normand (Tableau 2), on constate que les coefficients sont plus faibles en Bretagne. Cela signifie que les volumes récoltés dans les haies en Normandie, issus des retours d'enquête, sont plus élevés lorsque l'on utilise le tableau de conversion validé par les normands (Tableau 2) plutôt que le tableau issu de l'étude de Bouvier.

Par conséquent il n'est pas rigoureux de comparer les productivités et les volumes récoltables par type de haies en Bretagne (IGN, 2018) et en Normandie (IGN, 2018).

Tableau 2 : Tableau de conversion d'unités de volume validé par les professionnels normands

Unité	Équivalent bois humide		Équivalent bois sec	
	MAP humide	Tonne humide	MAP sec	Tonne sèche
1m3 de bois plein	3	1,06	2,7	0,645
1 MAP humide	1	0,35	0,89	
1 MAP bois sec	1,12	0,39	1	0,25
1 tonne humide	2,86		2,55	
1 tonne sèche			4	

L'objectif à venir est de mettre en place un groupe de travail national pour identifier un tableau de conversion commun entre les régions afin de pouvoir comparer les études régionales.

III -7 Approximation du taux de prélèvement dans les haies normandes

III-7.1 Méthode d'estimation de l'accroissement biologique moyen dans les haies normandes

a - Croissance biologique dans les haies normandes

Les opérateurs de terrain IGN ont prélevé, à l'aide d'une tarière de Pressler, des carottes sur les arbres vifs des haies entre 2005 et 2007, à une hauteur de 1,30 mètres. À partir de ces résultats, un accroissement radial équivalent à l'épaisseur des 5 derniers cernes annuels entièrement formés, a été calculé pour chaque arbre des haies visitées sur le terrain. Cependant, comme cette donnée n'était pas valorisée par la suite, l'IGN a décidé d'arrêter de prélever des carottes dans les haies après 2007. De plus, les types de haies définis dans cette étude n'étaient pas renseignés sur le terrain avant 2009. Par conséquent, il n'est pas possible d'utiliser les données dendrométriques de l'IGN, mesurées sur le terrain, pour estimer un accroissement biologique actuel dans les haies en Normandie.

Cependant, une étude d'évaluation de la biomasse bocagère en Basse-Normandie (HBBN) a été menée 2010 par l'inventaire forestier national (IFN). Cette étude résulte d'un partenariat entre la direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de Basse-Normandie, du conseil régional de Basse-Normandie et de l'ADEME, au travers des fonds Défi'NeRgie. L'objectif était d'estimer le linéaire régional des haies, le capital sur pied et l'accroissement en volume des haies. Les opérateurs de terrain sont allés visiter 478 haies. Cela a permis d'obtenir un échantillon d'arbres assez robuste d'un point de vue statistique pour estimer un accroissement moyen par type de haies.

Les types de haies étant comparables entre l'étude actuelle et celle de HBBN, il a donc été décidé de comparer les densités d'arbres (c'est-à-dire l'effectif par linéaire de haies : nombre d'arbres/km) dans chaque type de haies en Normandie, tous départements confondus, avec celles de l'étude Basse-Normandie. Un ratio de ces densités d'arbres a ensuite été déduit et appliqué à l'accroissement moyen calculé en Basse-Normandie pour obtenir un accroissement moyen des haies en Normandie. Les accroissements moyens par type de haies en Normandie sont présentés dans le chapitre III-6-1.

b - Comparaison entre l'accroissement biologique dans les haies et celui dans les forêts en Normandie

Comme cela a été précisé, l'accroissement radial des arbres n'est plus mesuré dans les haies depuis 2008. Par conséquent si l'on souhaite comparer les accroissements par arbre en forêt et dans les haies, on pourra uniquement se baser sur des relevés entre 2005 et 2007. À partir de ces données, on observe que l'accroissement en diamètre dans les haies est en moyenne 1,6 fois plus fort que dans les forêts feuillues.

Cela s'explique principalement par le fait que les arbres sont plus espacés entre eux dans les haies que dans les forêts, ce qui favorise la croissance en diamètre. De plus les haies sont localisées dans les terrains agricoles où les sols sont plus riches car ils bénéficient des amendements, des fertilisants et du drainage, lesquels favorisent également la croissance des arbres.

III-7.2 Calcul de la production biologique dans les haies en Normandie

La production biologique est estimée en croisant les accroissements moyens avec le linéaire de haies. L'étude HBBN ayant exclu les cordons boisés, il s'agit de multiplier les accroissements par le linéaire de haies hors cordon boisé. Les résultats sont présentés dans le chapitre III-6-2.

III-7.3 Comparaison entre les volumes récoltés et l'accroissement biologique dans les haies

Le ratio des volumes récoltés (productivités calculées à partir des retours d'enquête) par rapport à l'accroissement biologique permet de comparer les pratiques de terrain (niveaux annuels de prélèvements issus des données de chantiers) avec l'accroissement biologique des arbres du bocage (mesures dendrométriques). Les résultats sont présentés dans le chapitre III-6-3.

IV- Résultats de l'étude

IV -1 Evaluation du linéaire de haies en Normandie

IV-1.1 Evaluation du linéaire et de la densité du bocage normand par photo-interprétation

Les haies boisées constituent l'essentiel du linéaire correspondant aux éléments bocagers normands (89%).

Tableau 3 : Estimation de la densité et du linéaire bocager normand photo-interprété (phase 1)

Type d'éléments bocagers	Linéaire bocager en Normandie (km)
Haies boisées (haies arborées + haies arbustives) + cordons boisés	148 600
Alignements	2 500
TOTAL haies boisées + cordons boisés + alignements	151 100
Haies limites terrain artificialisés	15 000
TOTAL	166 100

L'essentiel du linéaire de haies boisées régional est situé dans le département de la Manche (40%). L'Eure est, par opposition, le département de Normandie avec le moins de haies boisées (7% du linéaire régional).

Tableau 4 : Estimation du linéaire de haies boisées et de cordons boisés par département (phase 1)

Département	Nombre de transects	Nombre d'intersections	Densité (mL/ha)	Surface du département (ha)	Linéaire de haies arborées + haies arbustives + cordons boisés (km)
14	6 279	23 484	58,7	561 290	32 950
50	6 637	41 963	99,3	601 640	59 740
61	6 871	24 320	55,6	615 120	34 200
27	6 713	7 118	16,7	604 170	10 090
76	7 017	8 214	18,4	633 570	11 660
Région	33 500	105 100	49,3	3 015 800	148 600

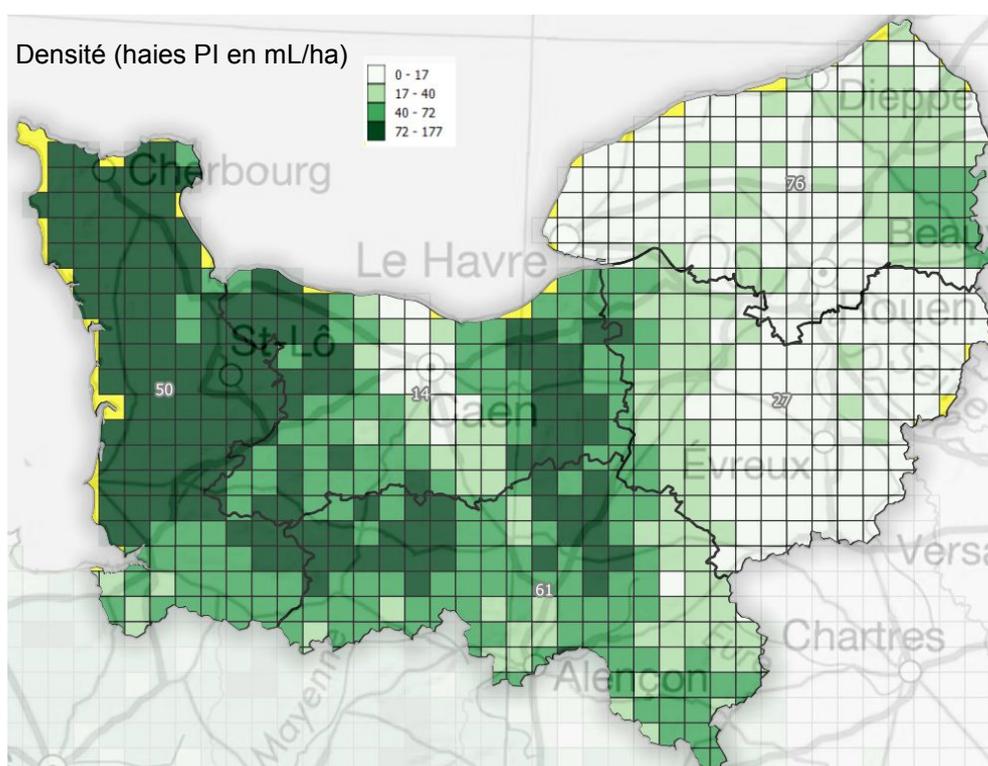
Le linéaire de haies situées en limites de terrains artificialisés est globalement réparti de manière équitable entre les différents départements normands.

Tableau 5 : Estimation du linéaire des haies en limites de terrains artificialisés par département

Département	Densité (mL/ha)	Surface du département (ha)	Linéaire de haies en limites de terrains artificialisés (km)
14	5,6	561 290	3 140
50	6,0	601 640	3 610
61	3,8	615 120	2 340
27	4,8	604 170	2 900
76	4,8	633 570	3 040
Région	5,0	3 015 800	15 030

La présence d'intersections du bocage avec les transects et leur cumul selon une grille carrée de 7 km de côté permet d'avoir une première représentation de la densité bocagère sur la région. Cette densité est calculée **en excluant** les types photo-interprétés « alignements » et « haies limites terrains artificialisés ». Cette densité est issue de la photo-interprétation à partir de photos d'une année moyenne 2007-2008 sur la région (emprise temporelle 2000-2015).

Figure 7 : Densité bocagère en Normandie après la première phase de photo-interprétation (grille 7km)



Les mailles identifiées en jaune sont celles où le nombre de points IFN est trop faible pour calculer une densité.

IV-1.2 Correction du linéaire photo-interprété après vérification sur le terrain

Après vérification sur le terrain des éléments bocagers qui avaient été préalablement identifiées par PI comme étant des haies bocagères (échantillon de 439 haies visitées entre 2009 et 2017), il s'avère que 7% étaient en réalité des alignements, murets ou talus.

Tableau 6 : Estimation du linéaire de haies après confirmation sur le terrain (phase 2)

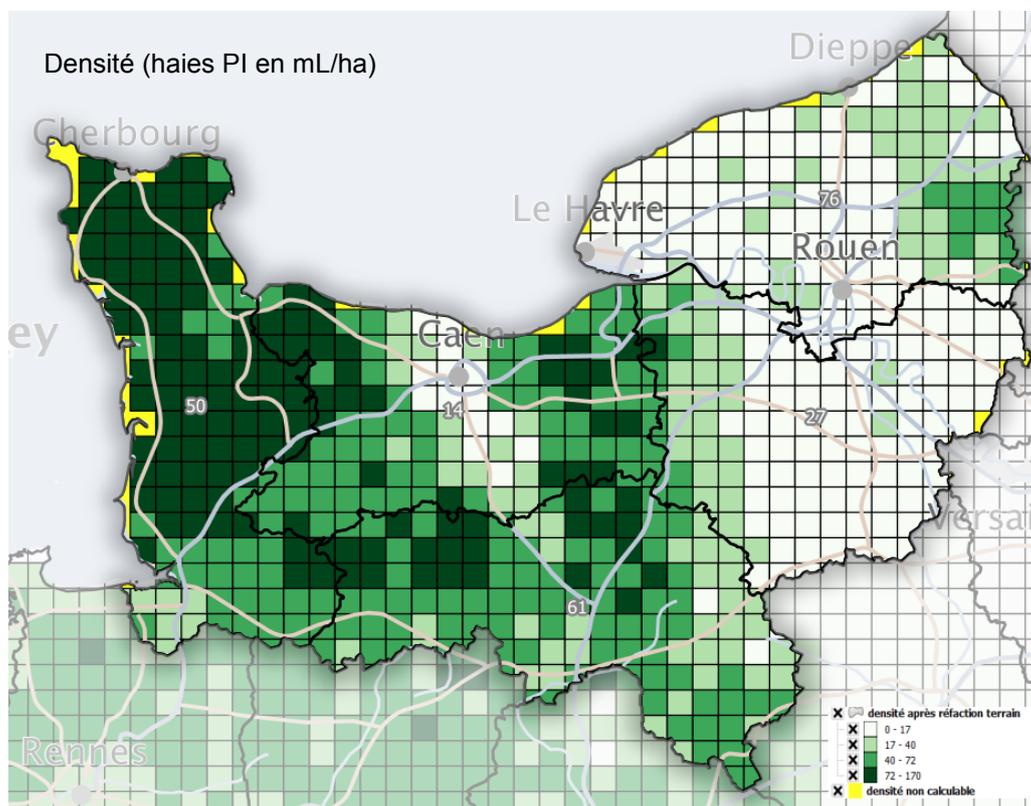
Type de haies	Linéaire bocager en Normandie (km)
Haies arborées	120 100
Haies arbustives	8 800
TOTAL Haies boisées	128 900
Cordons boisés	8 800
TOTAL Haies bocagères (haies boisées + cordons boisés)	137 700

Tableau 7: Estimation du linéaire de haies boisées et de cordons boisés par département (phase 2)

Département	PHASE 1 Linéaire de haies arborées + haies arbustives + cordons boisés (km)	Taux de réfraction après confirmation sur le terrain (%)	PHASE 2 Linéaire de haies arborées + haies arbustives + cordons boisés (km)	PHASE 2 Densité (mL/ha) recalculée après la phase 2
14	32 950	4,7%	31 400	55,9
50	59 740	9,4%	54 200	90,0
61	34 200	3,5%	33 000	53,7
27	10 090	13,8%	8 700	14,4
76	11 660	10,5%	10 400	16,5
Région	148 600		137 700	45,7

La figure 8 présente la densité régionale par grille, après vérification terrain, avec le taux de réfraction départemental calculé pour les haies boisées (et cordons) en fonction de la position de la cellule par rapport au département. Cette carte de densité correspond donc au linéaire total de 137 700 km. Sur les territoires représentés en jaune, le nombre de points IFN était trop faible pour estimer une densité de haies.

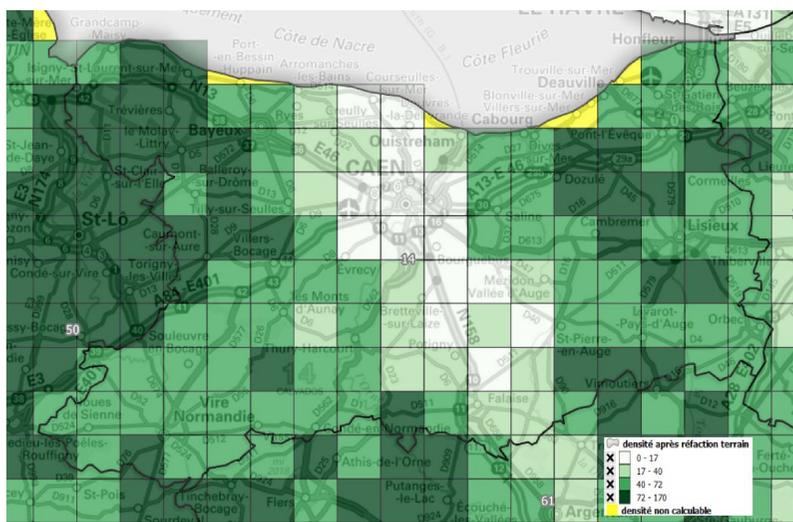
Figure 8 : Densité bocagère en Normandie après confirmation sur le terrain



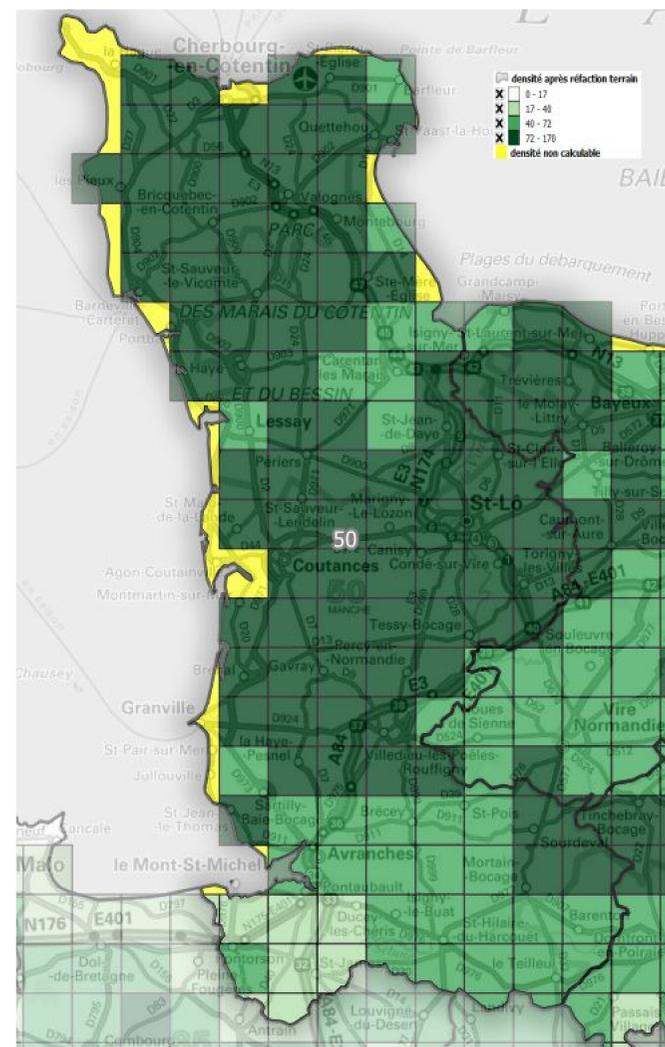
Lorsqu'une maille carrée appartient à deux départements, la densité bocagère après la phase 2 a été calculée à partir du taux de réfraction du département dans lequel le centre de la maille carrée est inclus.

Figure 9 : Densité bocagère par département normand

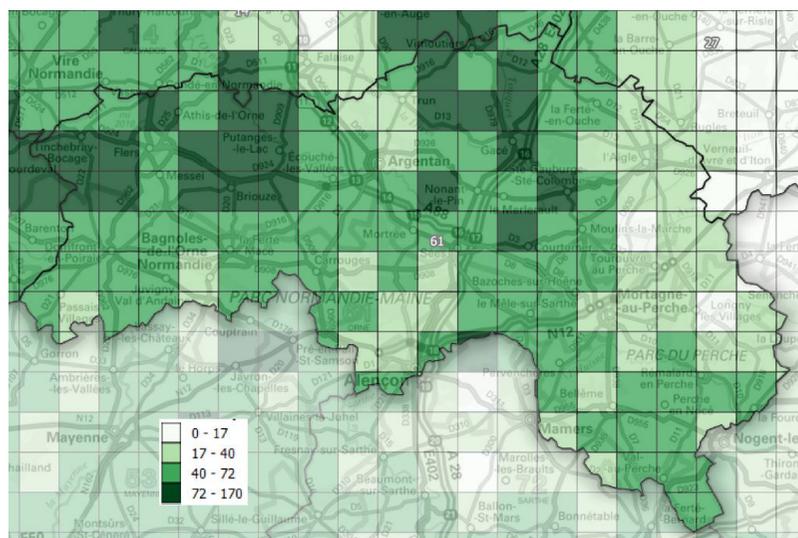
8-a Département du CALVADOS (14)



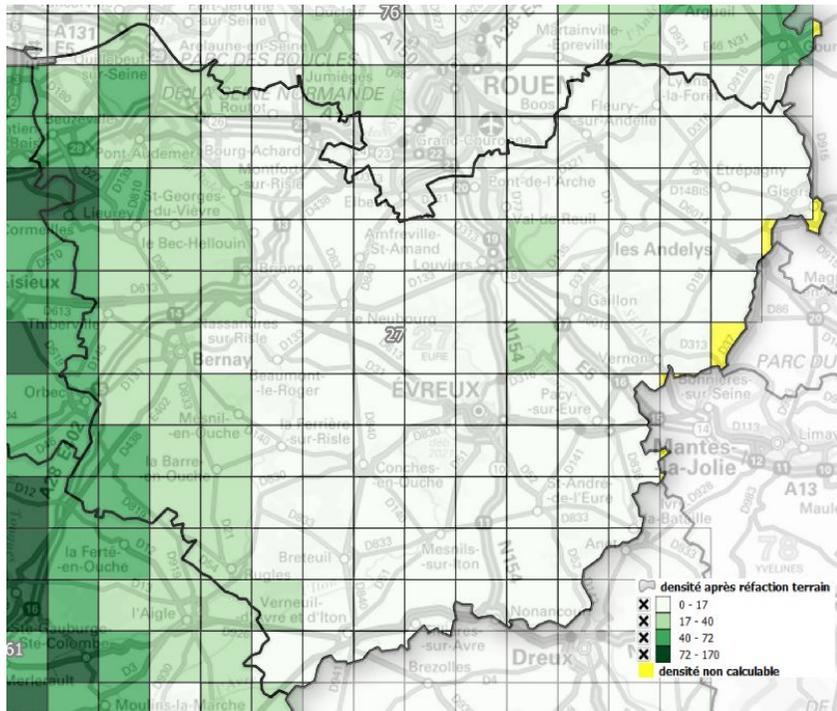
8-b Département de la MANCHE (50)



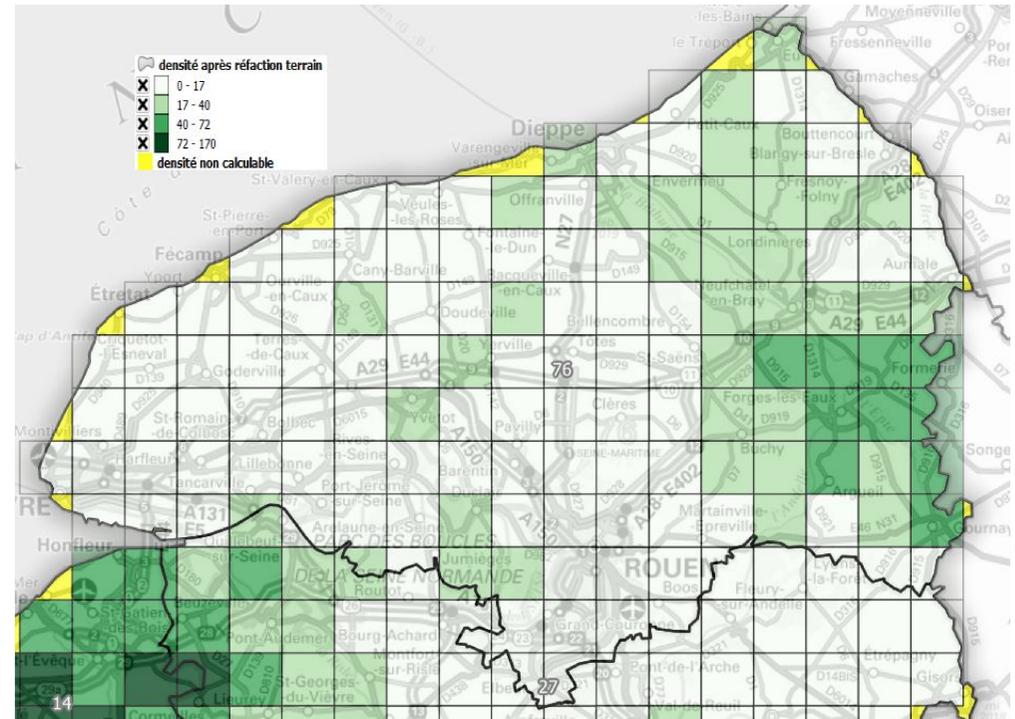
8-c Département de l'ORNE (61)



8-d Département de l'EURE (27)



8-e Département de la SEINE-MARITIME (76)



IV -2 Evaluation du linéaire par types de haies

La typologie IGN a été définie en concertation avec les membres du comité de pilotage (chapitre II-3). L'essentiel du linéaire de haies boisées est localisé dans les **haies de cépées** (43% du linéaire régional).

Tableau 8 : Estimation du linéaire bocager maximal en Normandie (avec cordons boisés)

Type d'éléments bocagers		Linéaire bocager maximal (km)
1	Haies d'arbres de hauts jets à 1 strate	6 000
2	Haies d'arbres de hauts jets à 2 ou 3 strates + cordons boisés	53 000
3	Haies de cépées	59 300
4	Haies constituées d'arbres têtards	10 600
5	Autres haies (haies arbustives + haies basses)	8 800
Total haies arborées + haies arbustives		137 700
6	Alignements	3 800
Total bocage normand		141 500

Le tableau 9 présenté ci-dessous ne tient pas compte des cordons boisés. Il sera utilisé dans la partie III-6-3, dans l'estimation du taux de prélèvement dans les haies.

Tableau 9 : Estimation du linéaire bocager maximal en Normandie (hors cordon boisé)

Type d'éléments bocagers		Linéaire bocager maximal (km)
1	Haies d'arbres de hauts jets à 1 strate	6 000
2	Haies d'arbres de hauts jets à 2 ou 3 strates	44 200
3	Haies de cépées	59 300
4	Haies constituées d'arbres têtards	10 600
5	Autres haies (haies arbustives + haies basses)	8 800
Total haies arborées + haies arbustives		128 900
6	Alignements	3 800
Total bocage normand		132 700

IV -3 Evaluation du linéaire de haies potentiellement exploitables

Le tableau 10 ci-dessous compare :

- un linéaire bocager maximal, c'est-à-dire un linéaire de haies maximal que l'on pourrait récolter en tenant compte de toutes les haies

- un linéaire bocager potentiellement mobilisable : c'est-à-dire le linéaire de haies considérées comme faisant réellement parties du capital d'exploitation (haies jugées trop perméables exclues : taux de perméabilité supérieur à 60%).

Tableau 10 : Estimation du linéaire bocager (haies arborées + haies arbustives + cordons boisés) potentiellement mobilisable en Normandie

Type d'éléments bocagers		Linéaire bocager maximal (km)	Linéaire bocager potentiellement mobilisable (km)
1	Haies d'arbres de hauts jets à 1 strate	6 000	3 500
2	Haies d'arbres de hauts jets à 2 ou 3 strates + cordons boisés	53 000	50 000
3	Haies de cépées	59 300	46 200
4	Haies constituées d'arbres têtards	10 600	10 100
5	Autres haies (haies arbustives + haies basses)	8 800	7 900
Total haies arborées + haies arbustives		137 700	117 700
6	Alignements	3 800	3 800
Total bocage normand		141 500	121 500

Parmi les 3 800 km d'alignements : 1 300 étaient identifiés par photo-interprétation comme étant des haies mais une fois visitées sur le terrain les opérateurs se sont rendus compte qu'il s'agissait en fait d'alignements. D'autre part, 2 500 km ont été identifiés uniquement sur photos comme étant des alignements mais n'ont pas été visités sur le terrain. Il n'y a pas de mesures faites sur le terrain pour les alignements (pas de perméabilité relevée). Par conséquent, pour les alignements, le linéaire maximal est égal au linéaire effectivement mobilisable.

Tableau 11 : Estimation du linéaire bocager potentiellement mobilisable par type de haies en Normandie (hors cordon boisé)

Type d'éléments bocagers		Linéaire bocager maximal (km)	Linéaire bocager potentiellement mobilisable (km)
1	Haies d'arbres de hauts jets à 1 strate	6 000	3 500
2	Haies d'arbres de hauts jets à 2 ou 3 strates	44 200	41 700
3	Haies de cépées	59 300	46 200
4	Haies constituées d'arbres têtards	10 600	10 100
5	Autres haies (haies arbustives + haies basses)	8 800	7 900
Total haies arborées + haies arbustives		128 900	109 400
6	Alignements	3 800	3 800
Total bocage normand		132 700	113 200

IV -4 Productivité par types de haies

Les productivités par type de haies en Normandie ont été estimées à partir des résultats de chantiers issus d'une enquête auprès des exploitants du bocage normand, lancée en septembre 2018.

Tableau 12 : Estimation des productivités des cinq types de haies les plus représentés en Normandie, à partir des données de chantiers (enquête 2018)

Typologie IGN 2018	Productivité (MAP sec/km/an)	Productivité (m3 bois plein/km/an)
Haies de hauts jets à 1 strate	7	2,6
Haies de hauts jets à 2 ou 3 strates	14	5,2
Haies de cépées	20	7,4
Haies de têtards	11	4,1
Autres haies (haies arbustives à 1 strate + haies taillées inférieures à 2 mètres)	9	3,3

IV -5 Volumes récoltables de bois dans les haies

Le tableau ci-dessous présente les volumes récoltables par types de haies en Normandie. Si tout le linéaire de haies régional était récoltable, on pourrait s'attendre à prélever un peu plus de 800 000 m³ de bois par an. En tenant compte des haies potentiellement exploitables, ces volumes seraient plutôt aux alentours de 678 000 m³/an. L'essentiel des volumes récoltables du linéaire bocager normand est localisé dans les haies de cépées (50% des volumes récoltables régionaux dans les haies), puis dans les haies de hauts jets à deux ou trois strates (38% des volumes récoltables à l'échelle régionale).

Tableau 13 : Estimation des disponibilités en bois dans les cinq types de haies les plus représentés en Normandie (**avec cordons boisés**)

Type de haies		Linéaire bocager maximal (km)	Linéaire bocager potentiellement mobilisable* (km)	Productivité (MAP sec/km/an)	Productivité (m3/km/an)	Volumes récoltables maximaux (m3 bois plein/an)	Volumes récoltables potentiels* (m3 bois plein/an)
1	Haies de hauts jets à 1 strate	6 000	3 500	7	2,6	15 600	9 100
2	Haies de hauts jets à 2 ou 3 strates + cordons boisés	53 000	50 000	14	5,2	275 600	260 000
3	Haies de cépées	59 300	46 200	20	7,4	438 800	341 900
4	Haies de têtards	10 600	10 100	11	4,1	43 500	41 400
5	Autres haies (haies arbustives + haies basses)	8 800	7 900	9	3,3	29 000	26 100
TOTAL		137 700	117 700			802 500	678 500

Le tableau 14 présenté ci-dessous ne tient pas compte des cordons boisés. Il sera utilisé dans la partie III-6-3, dans l'estimation du taux de prélèvement dans les haies.

Tableau 14 : Estimation des disponibilités en bois dans les cinq types de haies les plus représentés en Normandie (**hors cordon boisé**)

Type de haies		Linéaire bocager maximal (km)	Linéaire bocager potentiellement mobilisable* (km)	Productivité (MAP sec/km/an)	Productivité (m3/km/an)	Volumes récoltables maximaux (m3 bois plein/an)	Volumes récoltables potentiels* (m3 bois plein/an)
1	Haies de hauts jets à 1 strate	6 000	3 500	7	2,6	15 600	9 100
2	Haies de hauts jets à 2 ou 3 strates	44 200	41 700	14	5,2	229 800	216 800
3	Haies de cépées	59 300	46 200	20	7,4	438 800	341 900
4	Haies de têtards	10 600	10 100	11	4,1	43 500	41 400
5	Autres haies (haies arbustives + haies basses)	8 800	7 900	9	3,3	29 000	26 100
TOTAL		128 900	109 400			756 700	635 300

* ces volumes sont calculés à partir d'un linéaire de haies potentiellement mobilisables (haies jugées trop perméables exclues : taux de perméabilité supérieur à 60%).

Tableau 15 : Estimation des disponibilités en bois par département (avec cordons boisés)

Département		Volumes récoltables maximaux (m3 bois plein/an) avec cordons boisés	Volumes récoltables potentiels (m3 bois plein/an) avec cordons
14	Calvados	188 700	160 900
50	Manche	310 700	261 500
61	Orne	195 100	165 100
Sous total Basse-Normandie		694 500	587 500
27	Eure	n.s	n.s
76	Seine-Maritime	n.s	n.s
Sous total Haute-Normandie		108 000	91 000
TOTAL		802 500	678 500

Tableau 16 : Estimation des disponibilités en bois par département (hors cordon boisé)

Département		Volumes récoltables maximaux (m3 bois plein/an) hors cordon boisé	Volumes récoltables potentiels (m3 bois plein/an) hors cordon boisé
14	Calvados	172 100	145 200
50	Manche	296 800	248 400
61	Orne	189 000	159 300
Sous total Basse-Normandie		657 900	552 900
27	Eure	n.s	n.s
76	Seine-Maritime	n.s	n.s
Sous total Haute-Normandie		98 800	82 400
TOTAL		756 700	635 300

L'essentiel des volumes récoltables est situé dans la Manche (2/5ème du linéaire régional).

Dans l'Eure et en Seine-Maritime, le nombre de haies par type de haie est parfois trop faible pour obtenir des résultats significatifs (n.s = non significatif).

A noter que les haies de hauts jets ont surtout une fonction de paysage en Normandie. Cela signifie que la plupart du temps, les arbres de hauts jets constituant les haies de hauts jets à 1, 2 ou bien 3 strates sont souvent laissés sur place pour entretenir le paysage. Les volumes récoltables dans ce type de haies sont donc à prendre avec précaution.

IV -6 Accroissement et production biologiques dans les haies

IV-6.1 Estimation d'un accroissement moyen dans les haies en Normandie

L'accroissement a été mesuré sur des arbres de diamètre > 2,5 cm. Les volumes sont exprimés ici en m³ bois aérien total. La densité dans les haies est calculée à partir des campagnes d'inventaire 2009-2017. **L'accroissement moyen régional dans les haies de Normandie est de 9,5 m³/km/an** avec une variation entre 3,4 et 11,8 m³/km/an selon le type de haie. Seulement une haie de 100 arbres, appartenant au type « autres haies », a été levée sur le terrain en Haute-Normandie. Par conséquent la densité moyenne dans les haies en Normandie (BN + HN) pour ce type n'est pas significative. On fait alors l'hypothèse d'avoir un ratio densité de 1 pour ce type de haies, vu que l'essentiel des « autres haies » levées se situent en Basse-Normandie.

Tableau 17 : Calcul d'un accroissement moyen dans les haies en Normandie (hors cordon boisé)

Type de haies		Densité moyenne dans les haies (nombre d'arbres/km)		Ratio densité Normandie/Basse Normandie	Accroissement biologique moyen (m3/km/an)	
		Basse Normandie	Normandie		Basse Normandie	Normandie
1	Haies de hauts jets à 1 strate	109	118	1,09	8,6	9,3
2	Haies de hauts jets à 2 ou 3 strates	170	169	1,00	11,8	11,8
3	Haies de cépées	272	276	1,01	9,2	9,3
4	Haies de têtards	143	128	0,90	7,5	6,7
5	Autres haies (haies arbustives + haies basses)	155	non significatif	1,00	3,4	3,4

IV-6.2 Estimation d'une production biologique dans les haies en Normandie

La production biologique est calculée en multipliant l'accroissement biologique par le linéaire de haies. Les volumes sont exprimés ici en m³ bois aérien total. Pour rappel, le linéaire de cordons boisés en Normandie n'est pas comptabilisé dans le calcul de la production biologique car ce type d'élément bocager n'était pas pris en compte dans l'étude de 2010 en Basse-Normandie. La production biologique est la plus élevée dans les haies de hauts jets à deux ou trois strates (46% de la production biologique régionale).

Tableau 18 : Calcul d'une production biologique dans les haies en Normandie

Type de haies		Accroissement biologique moyen en Normandie	Linéaire bocager maximal (km)	Linéaire bocager potentiellement mobilisable (km)	Production biologique maximale des haies	Production biologique potentielle des
1	Haies de hauts jets à 1 strate	9,3	6 000	3 500	55 800	32 600
2	Haies de hauts jets à 2 ou 3 strates	11,8	44 200	41 700	521 600	492 100
3	Haies de cépées	9,3	59 300	46 200	551 500	429 700
4	Haies de têtards	6,7	10 600	10 100	71 000	67 700
5	Autres haies (haies arbustives + haies basses)	3,4	8 800	7 900	29 900	26 900
Total			128 900	109 400	1 229 800	1 049 000

Tableau 19 : Estimation de la production biologique dans les haies par département

Département		Production biologique des arbres identifiés pour une récolte maximale (m3/an)	Production biologique des arbres identifiés pour une récolte potentielle (m3/an)
14	Calvados	280 800	241 500
50	Manche	476 600	406 000
61	Orne	314 600	269 100
Sous total Basse-Normandie		1 072 000	916 600
27	Eure	n.s	n.s
76	Seine-Maritime	n.s	n.s
Sous total Haute-Normandie		157 800	132 400
TOTAL		1 229 800	1 049 000

La production biologique dans les haies normandes est 6,8 fois plus importante en Basse-Normandie qu'en Haute-Normandie.

Dans l'Eure et en Seine-Maritime, le nombre de haies par type de haie est parfois trop faible pour obtenir des résultats significatifs (n.s = non significatif).

IV-6.3 Comparaison entre les volumes récoltés (productivités) et l'accroissement biologique moyen dans les haies

Tableau 20 : Rapport entre les productivités (hors cordon boisé) et l'accroissement biologique moyen dans les haies en Normandie (hors cordon boisé)

Type de haies		Productivités/accroissement biologique moyen (%)
1	Haies de hauts jets à 1 strate	28%
2	Haies de hauts jets à 2 ou 3 strates	44%
3	Haies de cépées	80%
4	Haies de têtards	61%
5	Autres haies (haies arbustives + haies basses)	97%
Total		61%

Cela signifie qu'actuellement, dans le cadre d'un plan de gestion appliquant les prélèvements moyens définis suite à l'enquête des acteurs terrain en Normandie, on prélèverait l'équivalent de 61% de la production ligneuse annuelle des haies.

En effet, les données de chantiers récoltées ne reflètent pas nécessairement la réalité d'exploitation de l'ensemble des haies de Normandie. Le pourcentage de prélèvement de l'accroissement biologique varie selon les pratiques de gestion. Il y a notamment une part importante du bois qui est exploité en bois buche, dont les pratiques et la productivité ne sont pas connues.

Cependant, ce pourcentage de prélèvement pourrait être considéré comme un objectif à ne pas dépasser, puisque les chantiers correspondent à un idéal de production (gestion durable). Partir sur cet objectif maximal, dans le cadre des politiques d'investissement liées aux chaufferies bois, permettrait de conserver une part d'accroissement biologique des haies, le bois de bocage étant une ressource en régression.

V- Conclusion, limites et perspectives de l'évaluation de la biomasse bocagère en Normandie

Au cours de cette étude, toutes les données disponibles pour évaluer la biomasse bocagère en Normandie ont été valorisées au maximum de leur potentiel (données terrain IFN, données photos interprétées...). Cela a permis de réaliser un état des lieux de ce qu'il est possible de faire aujourd'hui avec les données et les connaissances actuelles.

Le tableau 18 ci-dessous récapitule les principaux résultats chiffrés associés au bocage normand. Ce tableau ne présente que les résultats hors cordon boisé afin de pouvoir comparer les volumes récoltables aux productions biologiques (cf parties III-6-2 et III-6-3). **Si l'on souhaite connaître le linéaire total de haies bocagères (cordons boisés inclus), il s'agira de se référer à la partie III-3.**

Tableau 21 : Résultats régionaux de l'évaluation de la biomasse bocagère dans les haies normandes (hors cordon boisé)

Linéaire maximal régional, hors alignement	128 900 km
Linéaire régional de haies exploitables*, hors alignement	109 400 km
Productivité moyenne régionale dans les haies récoltées (données de chantier)	5,8 m3/km/an
Volumes récoltables régionaux (maximaux)	756 700 m3/an
Volumes récoltables régionaux de haies exploitables*	635 300 m3/an
Accroissement moyen régional dans les haies	9,5 m3/km/an
Production biologique maximale régionale	1 229 800 m3/an
Production biologique régionale dans les haies exploitables*	1 049 000 m3/an
Rapport entre la productivité issue des données de chantiers et l'accroissement biologique	61%

* haies potentiellement mobilisables : haies jugées trop perméables exclues (taux de perméabilité supérieur à 60%)

La précision des résultats n'est pas estimable dans la mesure où la méthode de calcul fait intervenir un grand nombre d'hypothèses et de coefficients techniques. La précision est satisfaisante à l'échelle régionale et pour les principaux types de haies, mais pour les plus marginaux les résultats ne doivent être interprétés que comme des ordres de grandeur.

Afin d'améliorer la précision des résultats et de permettre un suivi dans le temps du linéaire et de la biomasse bocagère, plusieurs pistes peuvent être envisagées.

V -1 Améliorer les connaissances de pratiques de coupe et les usages des bois dans les haies

Pour évaluer de manière plus robuste la biomasse bocagère et les prélèvements actuels, il serait nécessaire de disposer d'une base de données sur la diversité des chantiers comme par exemple un observatoire.

Les acteurs locaux n'ont pas non plus réussi à estimer la part des haies rencontrées sur leur territoire valorisées en bois bûche, bois plaquettes ou autres usages. Il a simplement été mis en évidence que dans certains territoires du bocage normand il y avait une demande de nouveaux usages liés aux plaquettes, en plus de l'usage actuel comme l'utilisation de plaquettes comme paillage de qualité qui limiterait le nombre de mammites.

De plus, il est important d'utiliser un vocabulaire commun entre les différents professionnels du bocage car cette étude a permis de mettre en évidence la divergence de référence de données, notamment concernant les tableaux de conversion d'unités de volume. Par conséquent il n'est pas rigoureux de comparer les résultats de cette étude avec ceux de l'étude de l'évaluation de la biomasse bocagère en Bretagne (IGN, 2018). De plus, les hypothèses effectuées par les professionnels normands ne sont pas forcément les mêmes que celles faites en Bretagne (seuil de perméabilité, répartition du linéaire de cordons boisés...).

V -2 Appuyer les plans d'actions sur des états des lieux partagés

La définition des plans d'actions opérationnels doit reposer sur un diagnostic partagé entre les acteurs et statistiquement fiable de l'état de la ressource du bocage normand. Ainsi, il faudra mener des études complémentaires si l'on souhaite avoir un état de la ressource bocagère complet et plus précis dans le cadre d'un projet d'installation de chaufferie sur un territoire par exemple.

L'identification des types de haies rencontrées sur le territoire selon une typologie validée par les acteurs est une première étape dans la construction d'un vocabulaire commun. La typologie nationale élaborée par l'AFAC-A en 2017 pourrait servir de référence aux professionnels du bocage.

Afin de réaliser un suivi quantitatif de la ressource bocagère qui soit spécifiquement adapté aux besoins régionaux et qui donne des résultats précis par type de haie (cf. typologie citée précédemment), l'IGN peut accompagner les acteurs régionaux dans la définition de leurs besoins d'informations (biomasse par essence, production biologique, degré de perméabilité des haies, échelle à laquelle les résultats doivent être disponibles, etc.), puis dans la définition d'un dispositif d'inventaire bocager (protocole, taux d'échantillonnage) qui pourrait être un enrichissement de l'actuel IFN ou alors un inventaire particulier. A noter en effet que les protocoles IGN associés aux haies ont subi des remaniements qui ne permettent plus l'utilisation de certaines données aujourd'hui. Il s'agira de discuter, entre autre, des données qui nécessitent d'être à nouveau relevées sur le terrain et, par opposition, de celles qui ne sont pas nécessaires à l'évaluation de la biomasse bocagère.

Ces réflexions devront être articulées avec le dispositif national du suivi du bocage, qui est en train d'être mis en place par le MAA et l'ONCFS avec l'appui technique de l'IGN.

Une démarche qualité garantissant la gestion durable des haies est également en train d'être mise en place à travers une labélisation des bois.

VI- Références bibliographiques

ADEME-IFN-SOLAGRO-AFOCEL, 2009. Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020, 105 pages.

AFAC-A, 2017. Référentiel national sur la typologie des haies, modalités pour une gestion durable, 90 pages

Bouvier D., 2008. Estimation de la productivité des haies de l'Ouest de la France, Recherche de références pour l'amélioration de la valorisation énergétique des haies, 85 pages

IFN, 2010. L'estimation du bois de haie mobilisable en « bois énergie » en Basse-Normandie, 24 pages

IGN, 2018. Evaluation de la biomasse bocagère en Bretagne, 62 pages

VII- Annexes

ANNEXE 1 : Définitions

- **Accroissement biologique** : accroissement radial mesuré par arbre et équivalent à l'épaisseur des 5 derniers cernes annuels entièrement formé
- **Production biologique** : augmentation moyenne du volume de bois sur écorce en un an. Elle est calculée sur la période de cinq ans précédant l'année du sondage. Une production biologique s'obtient en croisant l'accroissement biologique ($m^3/km/an$) avec le linéaire de haies. Elle s'exprime en m^3/an .
- **Productivité des haies** : les productivités sont définies comme étant les volumes récoltés dans la haie par unité de temps et par unité de longueur (m^3 bois plein/ km/an ou MAP secs/ km/an en général). Ce sont les niveaux d'exploitation habituellement intégrés dans les plans de gestion.
- **Volumes récoltables dans les haies** : potentiel de récolte permis par la ressource bocagère à une date donnée, compte tenu des données de récolte mesurées sur des chantiers pour les différents types de haies. Les volumes récoltables sont donc calculés en croisant les productivités (ou volumes prélevés par km et par an) avec le linéaire de haies et sont estimés en m^3/an . On utilise le terme « disponibilités » en forêt.

ANNEXE 2 : Données levées* sur le terrain par l'IGN dans les haies arborées et cordons boisés

*Attention toutes ces variables ne sont pas levées sur l'ensemble des campagnes 2005-2017. Le protocole a été, entre autre, remanié en 2008 et 2011.

Code de la donnée	Intitulé de la donnée
LONGL	Classes de longueur du segment de la formation linéaire (4 classes)
LARGS	Classes de largeur au sol de la formation linéaire (3 classes)
TOPOL	Position topographique de la formation linéaire (fond de vallée, versant...)
PTLONG	Pente longitudinale moyenne (%)
PTLARGS	Pente transversale moyenne en % (moyenne du terrain du côté amont de la formation linéaire)
EXTR1, EXTR2	Type d'extrémité de la formation linéaire (libre, forêt...)
ETAGSUP	Étage le plus haut de la haie
TLHF2	Type de la haie
FOSL	Fossé ou ruisseau
MURL	Talus ou muret
ESPARSUP	Essence principale de l'étage supérieur
CODESP	Relevé botanique (flore forestière)
ABOND	Abondance de l'espèce (flore forestière)
TCASUP	Taux de couvert de l'étage supérieur (en 1/10)
TCAINF	Taux de couvert linéaire absolu de l'étage immédiatement inférieur à l'étage supérieur (en 1/10)
HMLSUP	Hauteur moyenne en crête de l'étage supérieur
PERMOY10	Perméabilité de l'étage moyen de la haie (2-7m)
PERMBAS10	Perméabilité de l'étage bas de la haie (0-2m)
PBMORT	Nombre de petits bois morts dans la haie
MBMORT	Nombre de bois moyens morts dans la haie
GBMORT	Nombre de gros bois morts dans la haie
ENTLM	Entretien de la formation linéaire
ENTLCH	Entretien chimique de la formation linéaire
EXPLOIT	Signes d'exploitabilité de la formation linéaire

➤ **Mesure des arbres**

Sur la placette linéaire d'observation (50 m de long, au maximum), on mesure un arbre vivant sur pied le plus proche du piquet repère dans chacune des 5 classes de dimension suivantes (si ces arbres existent dans chacune de ces classes de dimension). Par conséquent, sur chaque formation linéaire, 5 arbres (au maximum) sont à décrire et mesurer :

- Très petit bois : circonférence comprise entre 23,5 cm (incluse) et 39,5 cm (exclue)
- Petit bois : circonférence comprise entre 39,5 cm (incluse) et 70,5 cm (exclue)
- Moyen bois : circonférence comprise entre 70,5 cm (incluse) et 117,5 cm (exclue)
- Gros bois : circonférence comprise entre 117,5 cm (incluse) et 164,5 cm (exclue)
- Très gros bois : circonférence supérieure ou égale à 164,5 cm

Les données mesurées sur les arbres de la haie sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Code de la donnée	Intitulé de la donnée
ESPAR	Essence de l'arbre
MORTB	Mortalité des branches
C13	Circonférence à 1,30 m du sol
HTOT	Hauteur totale, c'est-à-dire la « longueur » mesurée en décimètres depuis le niveau de base jusqu'à l'extrémité du bourgeon terminal vivant ou mort, en suivant la fibre axiale. Pour un arbre têtard, HTOT est mesurée au niveau du bourgeon terminal du plus haut rejet du taillis perché. HTOT est mesurée et saisie en décimètres ; précision attendue de +/- 1 dm.
DECOUP	Type de découpe, caractérise la première découpe de la bille de pied, et donc la seule découpe en cas de découpe bois fort (2 modalités)
HDEC	Type de découpe, caractérise la première découpe de la bille de pied, et donc la seule découpe en cas de découpe bois fort
ORIL	Origine principale des arbres forestiers de l'étage. L'origine caractérise le mode de reproduction ayant donné naissance à l'arbre.
FORMEL	Forme principale du houppier des arbres vifs forestiers recensables de l'étage. Ceci est un indicateur simple (mais subjectif) caractérisant l'importance du houppier des arbres de haut jet et têtards.

ANNEXE 3 : Parallèle effectué par les professionnels bretons en novembre 2017 entre les typologies des haies AFAC et IGN

Un travail de comparaison a été réalisé au cours de l'étude de l'évaluation de la biomasse bocagère en Bretagne (IGN, 2018) afin de convenir d'une typologie du bocage à la fois cohérente avec celle de la typologie AFAC et compatible avec les données mesurées par les agents de l'IGN sur le terrain.

Typologie IGN	Typologie AFAC
Haies de hauts jets à 1 strate	Haies d'arbres de hauts jets du même âge Haies de hauts jets avec têtards Haies de hauts jets avec cépées d'arbustes taillés Haies de hauts jets avec arbres d'émondés Alignements de têtards (saule, frêne, chêne, platane, charme, peuplier noir) Alignements d'arbres d'émonde (chêne, frêne)
Haies de hauts jets à 2 ou 3 strates	Haies d'arbres de hauts jets d'âges différents Haies de hauts jets avec cépées d'arbres Haies de hauts jets avec cépées d'arbres et d'arbustes Haies de hauts jets avec têtards et cépées d'arbres/arbustes intercalés
Haies de cépées à 1 strate	Cépées d'arbres.
Haies de cépées à 2 strates	Taillis fureté de hêtre Cépées d'arbres et d'arbustes
Haies de têtards	Têtards avec cépées d'arbustes taillés Cépées d'arbustes et de têtards Cépées d'arbres et de têtards
Haies arbustives et haies basses	Cépées d'arbustes non taillés Cépées d'arbres et arbustes taillés.

ANNEXE 4 : Essences de la liste G1

Essences G1.1 : arbres dépassant 10 mètres de haut à maturité in situ pratiquement partout en France

Essences G1.2 : arbres dépassant 5 mètres de haut à maturité in situ pratiquement partout en France, mais ne dépassant pas toujours 10 mètres de haut.

G	Espèce latin	genre latin	Nom français
G1.1	Quercus	pedunculata	Chêne pédonculé
G1.1	Quercus	sessiliflora	Chêne sessile
G1.1	Quercus	rubra	Chêne rouge
G1.1	Fagus	sylvatica	Hêtre
G1.1	Castanea	sativa	Châtaignier
G1.1	Carpinus	betulus	Charme
G1.1	Robinia	pseudacacia	Robinier faux acacia
G1.1	Populus		Peuplier issu d'amélioration génétique
G1.1	Populus	tremula	Tremble
G1.1	Quercus	cerris	Chêne cheveleu
G1.1	Eucalyptus	Eucalyptus	(Genre)
G1.1	Liriodendron	tulipifera	Tulipier de Virginie
G1.1	Pinus	pinaster	Pin maritime
G1.1	Pinus	sylvestris	Pin sylvestre
G1.1	Pinus	nigricans	Pin noir d'Autriche
G1.1	Pinus	pinea	Pin parasol
G1.1	Pinus	strobus	Pin Weymouth
G1.1	Pinus	montana race uncinata	Pin à crochets
G1.1	Pinus	cembra	Pin cembro
G1.1	Abies	alba	Sapin pectiné
G1.1	Picea	excelsa	Épicéa commun
G1.1	Larix	decidua	Mélèze d'Europe
G1.1	Pseudotsuga	douglasii	Douglas
G1.1	Cedrus	atlantica	Cèdre de l'Atlas
G1.1	Cupressus	sempervirens	Cyprès de Provence
G1.1	Abies	nordmanniana	Sapin de Nordmann
G1.1	Picea	sitchensis	Épicéa de Sitka
G1.1	Cedrus	libani	Cèdre du Liban
G1.1	Pinus	taeda	Pin à l'encens et hybrides
G1.1	Betula	pubescens	Bouleau pubescent
G1.1	Betula	verrucosa	Bouleau verruqueux
G1.1	Alnus	glutinosa	Aulne glutineux
G1.1	Acer	platanoides	Érable plane
G1.1	Acer	pseudoplatanus	Érable sycomore
G1.1	Fraxinus	excelsior	Frêne commun
G1.1	Fraxinus	oxyphylla	Frêne oxyphylle
G1.1	Ulmus	campestris	Orme champêtre
G1.1	Ulmus	levis	Orme lisse
G1.1	Ulmus	scabra	Orme de montagne
G1.1	Tilia	platyphyllos	Tilleul à grandes feuilles
G1.1	Tilia	cordata	Tilleul à petites feuilles
G1.1	Tilia	x-vulgaris	Tilleul de Hollande
G1.1	Prunus	avium	Merisier
G1.1	Salix	alba	Saule blanc
G1.1	Platanus	acerifolia	Platane à feuilles d'érable
G1.1	Platanus	occidentalis	Platane d'Occident
G1.1	Platanus	orientalis	Platane d'Orient
G1.1	Juglans	regia	Noyer commun
G1.1	Juglans	nigra	Noyer noir
G1.1	Ailantus	glandulosa	Ailante
G1.1	Quercus	coccinea	Chêne écarlate
G1.1	Quercus	palustris	Chêne des marais
G1.1	Fraxinus	americana	Frêne d'Amérique
G1.1	Casuarina	equisetifolia	Filao
G1.1	Liquidambar	styraciflua	Liquidambar
G1.1	Aesculus	hippocastanum	Marronnier d'Inde
G1.1	Paulownia	tomentosa	Paulownia
G1.1	Tilia	americana	Tilleul d'Amérique du Nord
G1.1	Tilia	tomentosa	Tilleul argenté
G1.1	Tilia	x-euchlora	Tilleul vert
G1.1	Populus	alba	Peuplier blanc
G1.1	Populus	x-canescens	Peuplier grisard
G1.1	Populus	nigra	Peuplier noir
G1.1	Pinus	nig. laricio calabrica	Pin laricio de Calabre
G1.1	Pinus	nig. Laricio corsicana	Pin laricio de Corse
G1.1	Pinus	nig. Laricio salzmanni	Pin de Salzmann
G1.1	Pinus	halepensis	Pin d'Alep
G1.1	Pinus	brutia (ou) eldarica	Pin brutia (ou) eldarica
G1.1	Cupressus	arizonica	Cyprès de l'Arizona

G1.1	Cedrus	brevifolia	Cèdre de chypre
G1.1	Taxodium	distichum	Cyprès chauve
G1.1	Cedrus	deodara	Cèdre de l'Himalaya
G1.1	Cryptomeria	japonica	Cryptoméridia du Japon
G1.1	Chamaecyparis	lawsoniana	Cyprès de Lawson
G1.1	Cupressus	macrocarpa	Cyprès de Lambert
G1.1	Picea	omorica	Épicéa omorica
G1.1	Pinus	contorta	Pin de Murray
G1.1	Pinus	radiata	Pin de Monterey
G1.1	Abies	concolor	Sapin du Colorado
G1.1	Sequoiadendron	giganteum	Séquoia géant
G1.1	Abies	cilicica	Sapin de Cilicie
G1.1	Sequoia	sempervirens	Séquoia toujours vert
G1.1	Thuja	occidentalis	Thuja du Canada
G1.1	Thuja	plicata	Thuja géant
G1.1	Tsuga	heterophylla	Tsuga hétérophylle
G1.1	Tsuga	canadensis	Tsuga du Canada
G1.1	Abies	bornmuelleriana	Sapin de Turquie
G1.1	Abies	cephalonica	Sapin de Céphalonie
G1.1	Abies	pinsapo	Sapin d'Andouliise
G1.1	Abies	procera	Sapin noble
G1.1	Abies	grandis	Sapin de Vancouver
G1.1	Larix	eurolepis	Mélèze hybride
G1.1	Larix	leptolepis	Mélèze du Japon
G1.2	Quercus	lanuginosa	Chêne pubescent
G1.2	Quercus	toza	Chêne tauzin
G1.2	Celtis	australis	Micocoulier
G1.2	Ostrya	carpinifolia	Charme houblon
G1.2	Sorbus	torminalis	Alisier torminal
G1.2	Taxus	baccata	If
G1.2	Alnus	incana	Aulne blanc
G1.2	Alnus	cordata	Aulne de Corse
G1.2	Acer	campestre	Érable champêtre
G1.2	Acer	monspessulanum	Érable de Montpellier
G1.2	Acer	opalus	Érable à feuilles d'opier
G1.2	Prunus	cerasus	Cerisier
G1.2	Sorbus	aria	Alisier blanc
G1.2	Sorbus	latifolia	Alisier de Fontainebleau
G1.2	Sorbus	mougeoti	Alisier Mougeot
G1.2	Sorbus	domestica	Cormier
G1.2	Pirus	communis	Poirier commun
G1.2	Pirus	malus	Pommier sauvage
G1.2	Sorbus	fennica	Sorbier de Finlande
G1.2	Sorbus	aucuparia	Sorbier des oiseleurs
G1.2	Sorbus	suecica	Sorbier de Suède
G1.2	Salix	fragilis	Saule cassant
G1.2	Ceratonia	siliqua	Caroubier
G1.2	Catalpa	bignonioides	Catalpa
G1.2	Acer	negundo	Érable negundo
G1.2	Acacia	farnesiana	Mimosa
G1.2	Diospyros	lotus	Plaqueminier
G1.2	Ilex	aquifolium	Houx
G1.2	Morus	alba	Murier blanc
G1.2	Broussonetia	papyrifera	Murier de Chine
G1.2	Morus	nigra	Murier noir
G1.2	Maclura	aurantiaca	Oranger des Osages
G1.2	Rhus	vernificera	Vernis
G1.2	Sorbus	mougeoti	Alisier de Mougeot
G1.1	Quercus	cerris	Chêne chevelu
G1.2	Acer	campestre	champêtre
G1.2	Acer	monspessulanum	Érable de Montpellier
G1.2	Acer	negundo	negundo
G1.1	Eucalyptus		Eucalyptus
G1.2	Celtis	australis	
G1.1	Populus	Peuplier	Peuplier issu d'amélioration génétique

ANNEXE 5 : Essences de la liste G2

Essences G2 : arbres ou arbustes ne dépassant pas toujours 5 mètres de haut à maturité in situ

G	Espèce latin	genre latin	Nom français
G2	Quercus	ilex	Chêne vert
G2	Olea	europaea	Olivier d'Europe
G2	Corylus	avellana	Noisetier coudrier
G2	Cornus	mas	Cornouiller mâle
G2	Arbutus	unedo	Arbousier
G2	Juniperus	thurifera	Genévrier thurifère
G2	Quercus	pseudo-suber	Chêne faux-liège
G2	Quercus	suber	Chêne-liège
G2	Fraxinus	ornus	Frêne à fleurs
G2	Prunus	padus	Cerisier à grappes
G2	Prunus	serotina	Cerisier tardif
G2	Prunus	amygdalus	Amandier
G2	Ficus	carica	Figuier de Carie
G2	Pyrus	amygdaliformis	Poirier à feuilles d'amandier
G2	Prunus	domestica	Prunier domestique
G2	Pirus	communis subsp. Cordata	Poirier à feuilles en cœur
G2	Salix	cinerea	Saule cendré
G2	Salix	daphnoides	Saule daphné
G2	Salix	caprea	Saule marsault
G2	Salix	viminalis	Saule des vanniers
G2	Pistacia	vera	Pistachier
G2	Laburnum	alpinum	Cytise des Alpes
G2	Laburnum	anagyroides	Cytise aubour
G2	Crataegus	azarolus	Aubépine azerolier
G2	Crataegus	oxyacantha	Aubépine épineuse
G2	Crataegus	monogyna	Aubépine monogyne
G2	Rhamnus	frangula	Bourdaine
G2	Buxus	sempervirens	Buis
G2	Cydonia	oblonga	Cognassier
G2	Citrus	aurantium	Oranger
G2	Citrus	medica	
G2	Cercis	siliquastrum	Arbre de Judée
G2	Erica	arborea	Bruyère arborescente
G2	Evonymus	vulgaris	Fusain d'Europe
G2	Phillyrea	angustifolia	Filaire à feuilles étroites
G2	Phillyrea	latifolia	Filaire à feuilles larges
G2	Diospyros	kaki	Kaki
G2	Laurus	nobilis	Laurier noble
G2	Elaeagnus	angustifolia	Olivier de Bohême
G2	Prunus	armeniaca	Abricotier

G2	Prunus	brigantiaca	Prunier de Briançon
G2	Prunus	cerasifera	Prune-cerise
G2	Pistacia	lentiscus	Pistachier lentisque
G2	Prunus	mahaleb	Cerisier de Sainte-Lucie
G2	Pirus	nivalis	Poirier neigeux
G2	Prunus	spinosa	Prunellier
G2	Pistacia	terebinthus	Pistachier térébinthe
G2	Rhamnus	alaternus	Nerprun alaterne
G2	Rhamnus	cathartica	Nerprun purgatif
G2	Rhamnus	alpina	Nerprun des Alpes
G2	Rhus	typhina	Sumac de Virginie
G2	Sambucus	nigra	Sureau noir
G2	Sambucus	racemosa	Sureau à grappes
G2	Tamarix	anglica	Tamaris anglais
G2	Tamarix	africana	Tamaris d'Afrique
G2	Tamarix	gallica	Tamaris de France
G2	Juniperus	communis	Genévrier commun
G2	Juniperus	oxycedrus	Genévrier oxycède
G2	Cercis	siliquastrum	Arbres de Judée

ANNEXE 6 : Essences de la liste G3

Essences G3 : ligneux ne dépassant pas 5 mètres de haut à maturité in situ pratiquement partout en France.

G	Espèce latin	genre latin	Nom français
G3	Salix	triandra	Saule à trois étamines
G3	Salix	pentandra	Saule à cinq étamines
G3	Salix	incana	Saule drapé
G3	Salix	pedicellata	Saule pédicellé
G3	Salix	cinerea var, atrocinerea	Saule roux
G3	Salix	x-rubens	Saule rouge
G3	Alnus	viridis	Aulne vert
G3	Pinus	montana mughus	Pin mugo

ANNEXE 7 : Tableau d'enquête pour récolter des données de chantier dans le bocage normand

Remplir uniquement les lignes correspondant aux types de haies que vous rencontrez sur votre territoire.

Typologie des haies	Définition *	Rencontrez-vous ce type de haies ?	Numéro de chantiers	Volumes récoltés en moyenne par type de haies				Fréquence de coupes en moyenne : exemple = tous les 15 ans	Longueur minimale de la haie en-dessous de laquelle il n'est pas rentable économiquement de lancer un chantier	Dépérissements d'essences observés ? Quelles actions pour y remédier ?	Observations
				Volumes récoltés par mètres linéaires de haies	Unités (MAP humides, MAP secs, tonnes ...)	Ces volumes sont-ils donnés par an ?	Volumes issues de données de chantier ou d'un plan de gestion > 15 ans ?				
Haies de hauts jets à 1 strate											
Haies de hauts jets à 2 ou 3 strates											
Haies de cépées											
Haies de têtards											
Autres haies											

*les définitions qui ont été données sont celles de la partie II-3 du rapport.

ANNEXE 8 : Tableaux de conversion entre les unités

Tableau de conversion utilisé pour l'étude d'évaluation de la biomasse bocagère en Normandie (2018)

Unité	Équivalent bois humide		Équivalent bois sec	
	MAP humide	Tonne humide	MAP sec	Tonne sèche
1m3 de bois plein	3	1,06	2,7	0,645
1 MAP humide	1	0,35	0,89	
1 MAP bois sec	1,12	0,39	1	0,25
1 tonne humide	2,86		2,55	
1 tonne sèche			4	

Tableau de conversion utilisé en Normandie

Unité	Équivalent bois humide		Équivalent bois sec	
	MAP humide	Tonne humide	MAP sec	Tonne sèche
1m3 de bois plein				
1 MAP humide	1	0,35		
1 MAP bois sec			1	0,25
1 tonne humide	2,86	1		
1 tonne sèche			4	1

Tableau de conversion issu du rapport Bouvier de 2008 (Grand-Ouest)

Unité	Équivalent bois humide		Équivalent bois sec	
	MAP humide	Tonne humide	MAP sec	Tonne sèche
1m3 de bois plein	3,2		2,7	
1 MAP humide	1	0,3	0,85	
1 MAP bois sec			1	
1 tonne humide	3,3		2,85	
1 tonne sèche				

Tableau de conversion utilisé en Bourgogne/Franche-Comté

Unité	Équivalent bois humide		Équivalent bois sec	
	MAP humide	Tonne humide	MAP sec	Tonne sèche
1m3 de bois plein	3	1	2,6	0,645
1 MAP humide	1	0,33	0,86	
1 MAP bois sec			1	0,25
1 tonne humide				
1 tonne sèche			4	1