

ESTIMATION DES STOCKS ET DES PRÉLÈVEMENTS ACTUELS DE BOIS, BIOMASSE ET CARBONE DANS LES HAIES BOCAGÈRES DE FRANCE

Une première évaluation pour 31 départements bocagers français

Numéro de contrat : 2020MA000404

Mathieu DASSOT - IGN DTNE
Loïc COMMAGNAC - IGN DTSO
Frédéric LETOUZÉ - IGN DTGO
Antoine COLIN - IGN DTNE

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

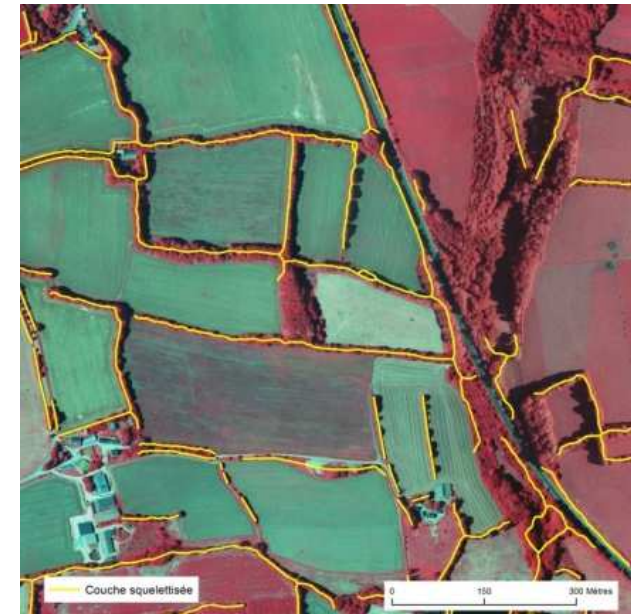
Contexte lié au bocage

- Disparition importante des haies depuis les années 50
- Intérêt grandissant pour le bocage (production de bois-énergie, stockage de carbone, lutte contre l'érosion, régulation du régime hydrique, maintien de la biodiversité, protection des cultures)
- Demande croissante des politiques publiques (MAA, MTE, ADEME)
- Programme « Plantons des haies ! » du plan de relance : plantation de 7 000 km de haie
- Faible connaissance du bocage français (études locales non comparables au plan national, pas de surveillance à large échelle)



Contexte lié au bocage

- Nécessité d'une coordination et d'une harmonisation nationale pour le suivi quantitatif et qualitatif des bocages en France
=> mise en place du **Dispositif de Suivi des Bocages (DSB)**
- Objectifs du DSB : identifier et caractériser les territoires bocagers et mettre en place un protocole de suivi qualitatif
=> génération d'une couche géographique nationale de référence des haies linéaires (disponible en open-data)
- DSB + données IFN dans les haies : base solide pour la réalisation d'une étude dédiée à l'évaluation de la ressource bocagère
=> **étude pour l'ADEME**



Linéaire des haies du DSB

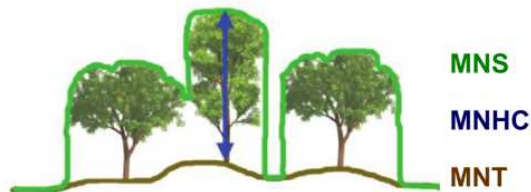
Objectifs de l'étude

- Réaliser une première estimation quantitative des stocks actuels de bois, de biomasse et de carbone dans les haies des principaux départements bocagers français, ainsi que leurs prélèvements récents
- Développer une méthodologie générique capable de produire des estimations cohérentes et comparables aux échelles nationales et régionales

2. MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DE LA RESSOURCE BOCAGÈRE ACTUELLE ET PRÉLEVÉE

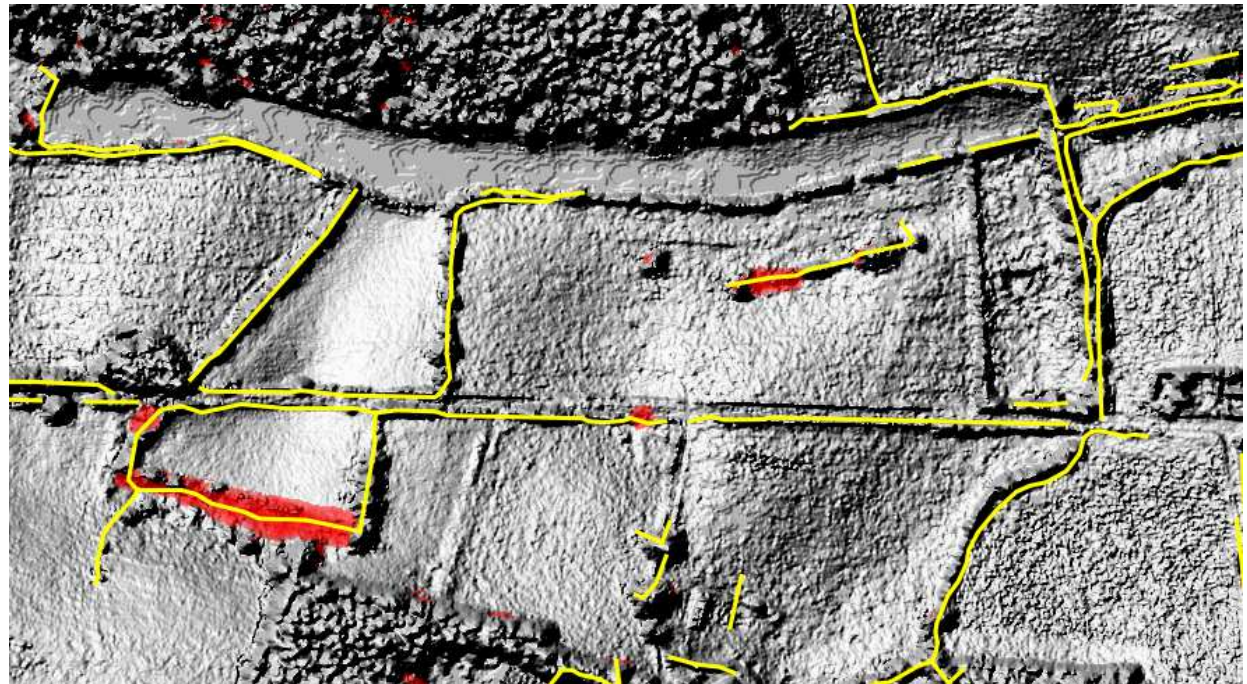
Enrichissement du DSB avec des métriques de hauteur et de largeur de haie

- Calcul d'un Modèle Numérique de Hauteur de Canopée (MNHC) sur les haies à partir des Modèles Numériques de Surface (MNS) et de Terrain (MNT) de l'IGN
- Génération de perpendiculaires de 20 m de longueur le long du linéaire DSB
- Sélection des pixels du MNHC par les perpendiculaires et calcul des métriques de hauteur et de largeur de haie

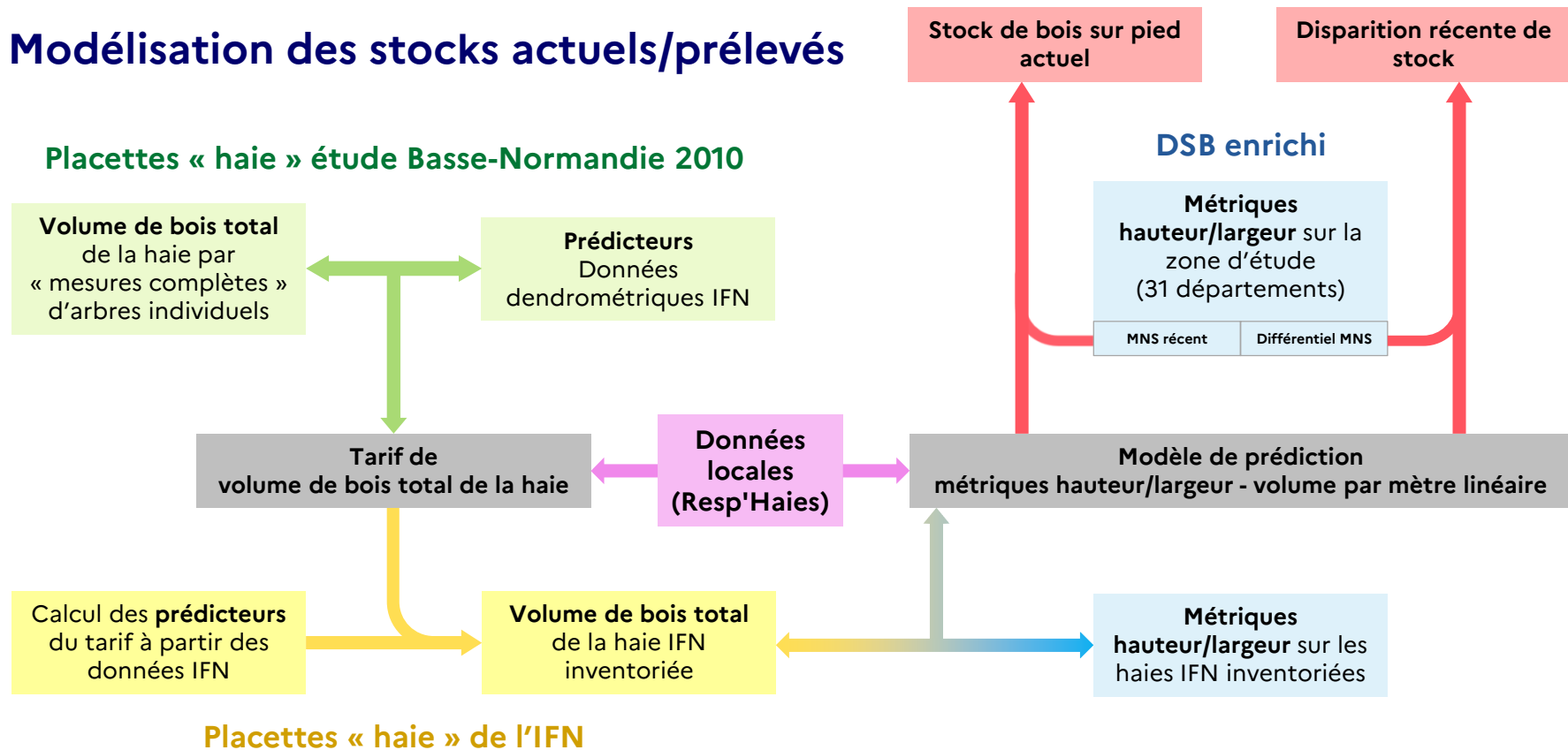


Identification du linéaire bocager ayant subi des prélèvements

- Différentiel pixel à pixel entre deux millésimes MNS (année 1 et année 2)
=> les pixels en rouge sont ceux dont la valeur de hauteur a baissé d'au moins 5 m entre les deux dates
- Croisement des pixels rouges et du linéaire DSB (en jaune) : extraction des portions du linéaire ayant subi un prélèvement et calcul du linéaire cumulé correspondant par département



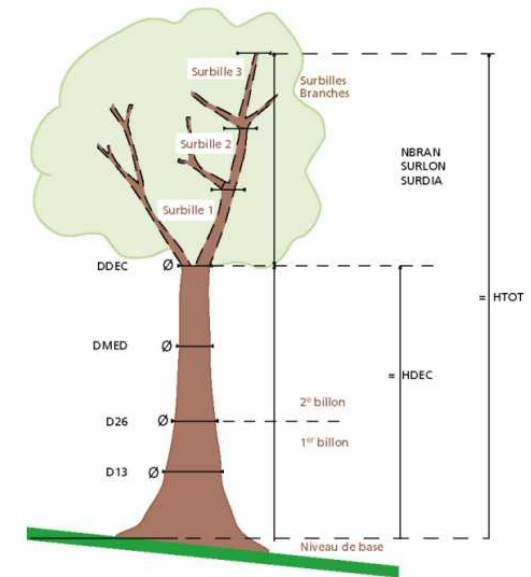
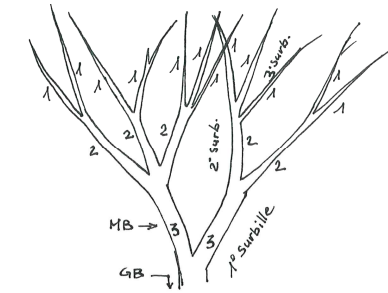
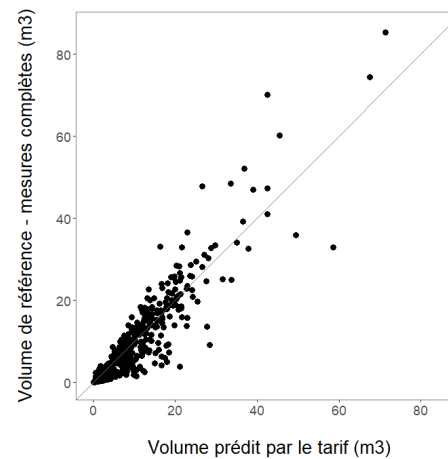
Modélisation des stocks actuels/prélevés



Modélisation des stocks actuels/prélevés

Tarif de volume de bois total d'un segment de haie

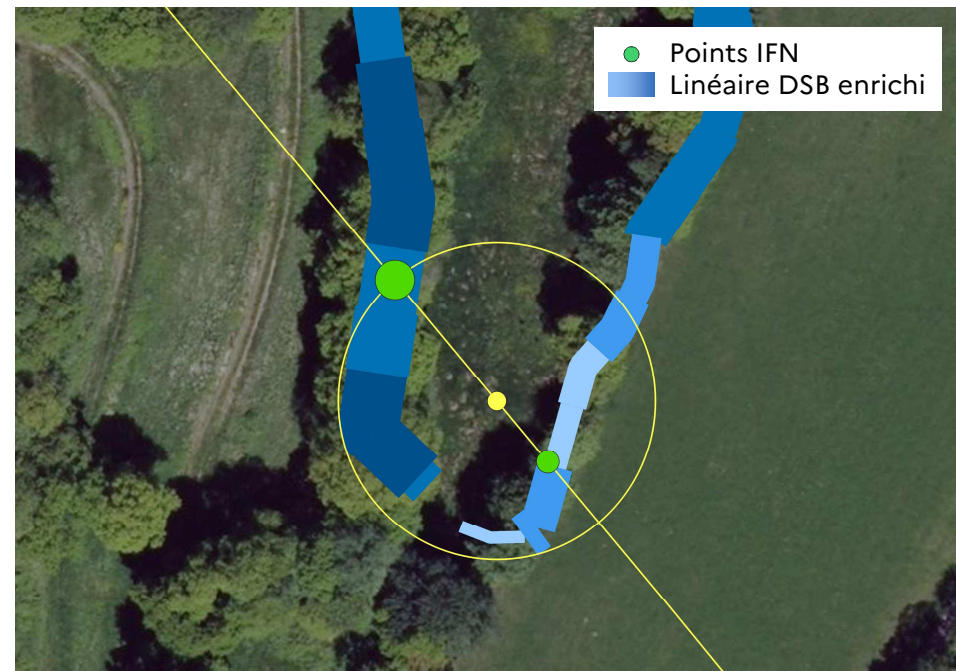
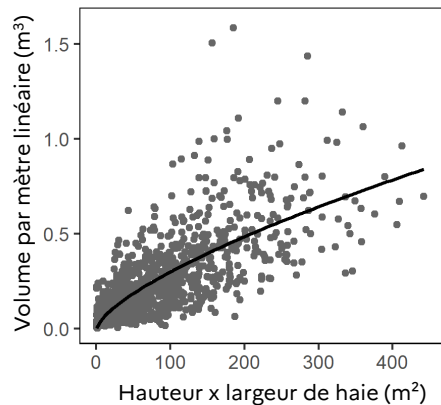
- Étude IFN spécifique menée en 2010 en Basse-Normandie
- Réalisation de mesures détaillées (tige et branches), dites « mesures complètes » sur les arbres de haie
=> **volume de bois total de référence d'un segment de haie de 50 m**
- Élaboration d'un **tarif** permettant de prédire ce volume de référence à partir de prédicteurs dendrométriques simples (surface terrière et hauteur) et applicable aux points « haie » des campagnes IFN
=> **attribution d'un volume aux segments de haie de l'IFN**



Modélisation des stocks actuels/prélevés

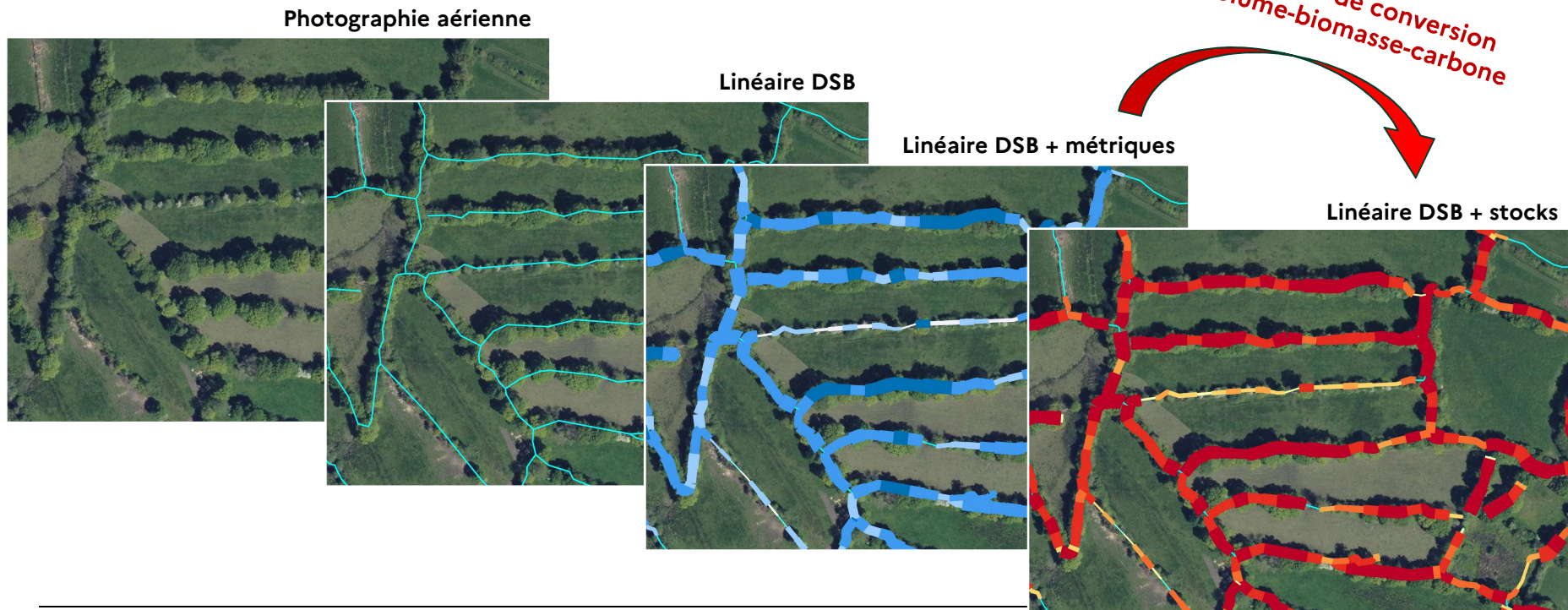
Modèle de prédiction métriques-volume

- Mise en relation des données des points IFN (incluant le volume de bois tarifé) et le linéaire DSB (enrichi des métriques de hauteur et de largeur de haie) situé à proximité du point IFN
- Élaboration d'un modèle de prédiction du volume de bois de haie au mètre linéaire par la hauteur et la largeur de la haie



Modélisation des stocks actuels/prélevés

Application du modèle de prédiction métriques-volume au linéaire DSB

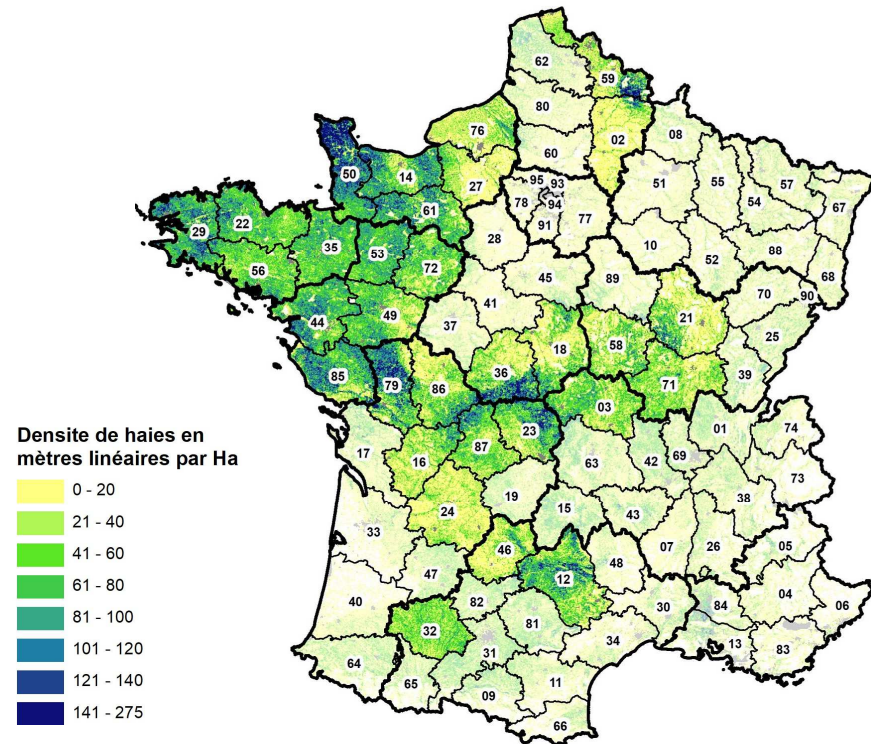


3. RÉSULTATS SUR LA RESSOURCE ACTUELLE ET RÉCEMMENT PRÉLEVÉE

Résultats sur la ressource actuelle et récemment prélevée

Zone d'étude

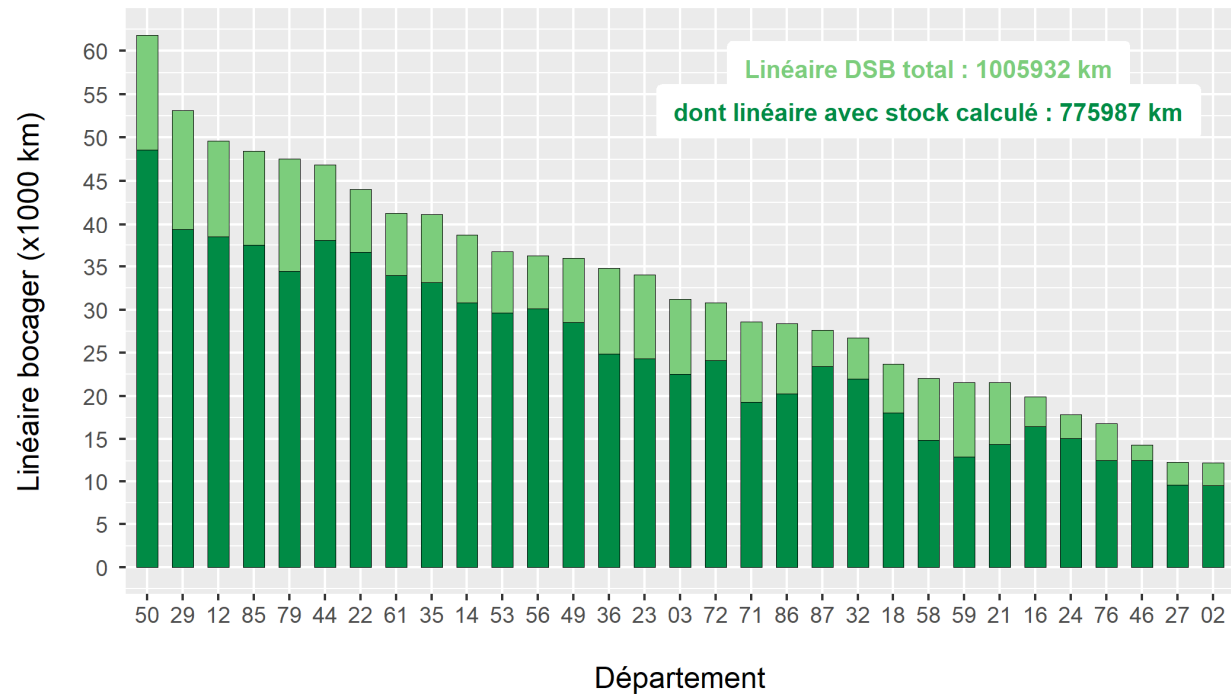
- 31 départements bocagers
- 38 % de la surface métropolitaine
- 2/3 du linéaire de haie de la France



Résultats sur la ressource actuelle et récemment prélevée

Ressource actuelle (linéaire)

- Linéaire total (DSB) de la zone d'étude : **1 Mkm**
- Linéaire possédant un volume (MNHC > 3 m) : **800 000 km**
- Classement :
 - 1^{er} : Manche (50)
 - 2^e : Finistère (29)
 - 3^e : Aveyron (12)
 - ...
 - 30^e : Eure (27)
 - 31^e : Aisne (02)



Résultats sur la ressource actuelle et récemment prélevée

Ressource actuelle (stocks sur pied)

- Stocks totaux zone d'étude :

=> volume aérien : **243 Mm³**
 (proche du volume des forêts
 de Lorraine), soit **314 m³/km**

=> biomasse aérienne : **128 MtMS**,
 soit **165 tMS/km**

=> carbone (aérien + racinaire) :
78 MtC, soit **100 tC/km**

- Classement :

1^{er} : Manche (50)

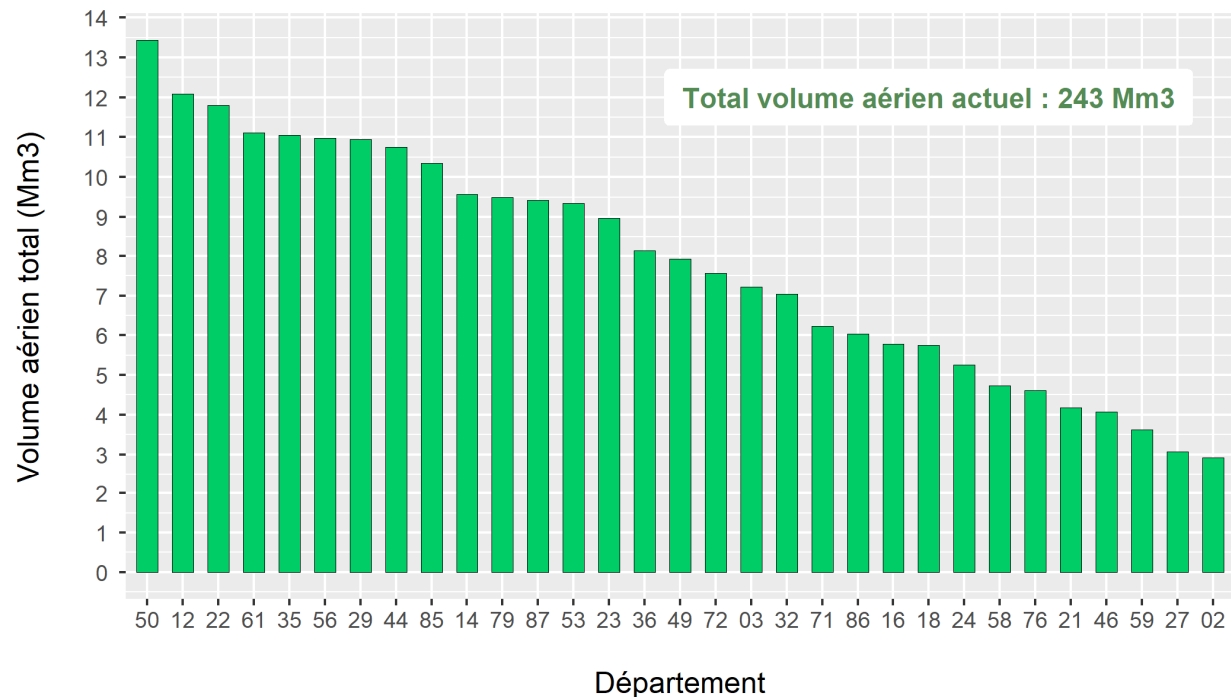
2^e : Aveyron (12)

3^e : Côtes-d'Armor (22)

...

30^e : Eure (27)

31^e : Aisne (02)



Résultats sur la ressource actuelle et récemment prélevée

Ressource actuelle (stocks sur pied)

- Stocks totaux zone d'étude :

=> volume aérien : **243 Mm³**
(proche du volume des forêts
de Lorraine), soit **314 m³/km**

=> biomasse aérienne : **128 MtMS**,
soit **165 tMS/km**

=> carbone (aérien + racinaire) :
78 MtC, soit **100 tC/km**

- Classement :

1^{er} : Manche (50)

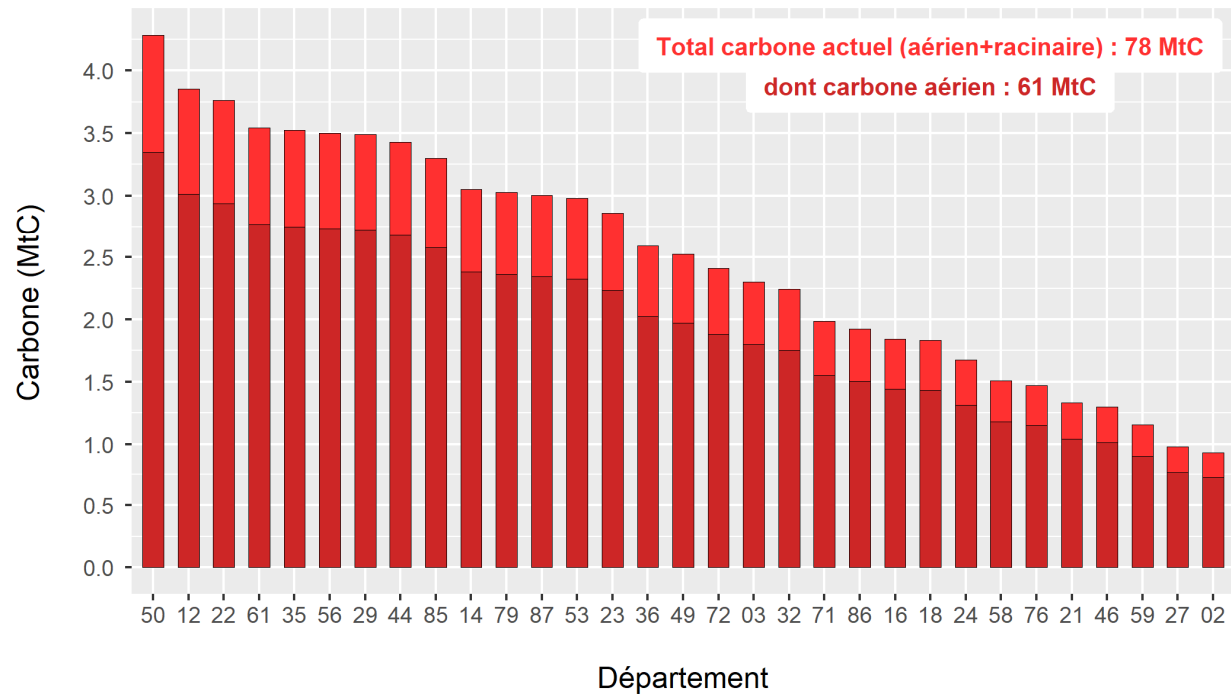
2^e : Aveyron (12)

3^e : Côtes-d'Armor (22)

...

30^e : Eure (27)

31^e : Aisne (02)



Résultats sur la ressource actuelle et récemment prélevée

Ressource actuelle (stocks sur pied par km et par classe de dimension des haies)

- Stocks moyens par km :

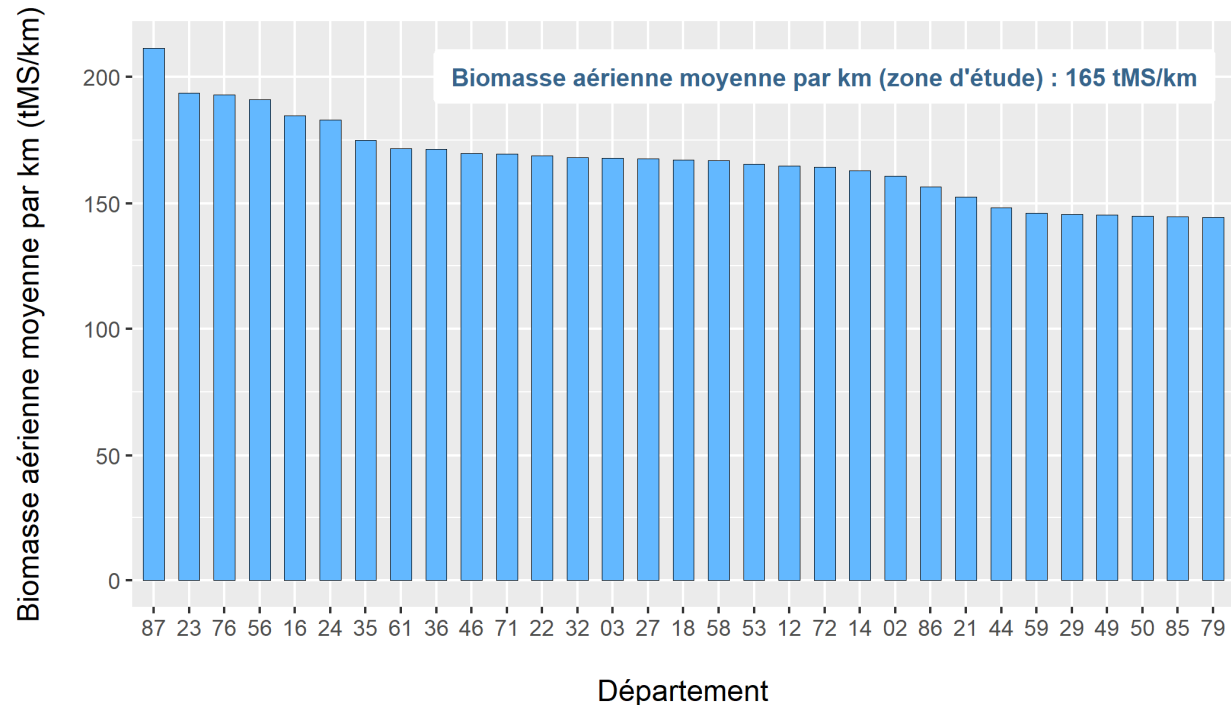
=> haies de 3 à 12 m de hauteur :
202 m³/km, 106 tMS/km, 64 tC/km

=> haies de 12 à 20 m de hauteur :
512 m³/km, 269 tMS/km, 164 tC/km

=> haies > 20 m de hauteur :
768 m³/km, 403 tMS/km, 245 tC/km

=> haies < 10 m de largeur :
163 m³/km, 85 tMS/km, 52 tC/km

=> haies > 10 m de largeur :
491 m³/km, 258 tMS/km, 157 tC/km



Résultats sur la ressource actuelle et récemment prélevée

Ressource actuelle (stocks sur pied par km et par classe de dimension des haies)

- Stocks moyens par km :

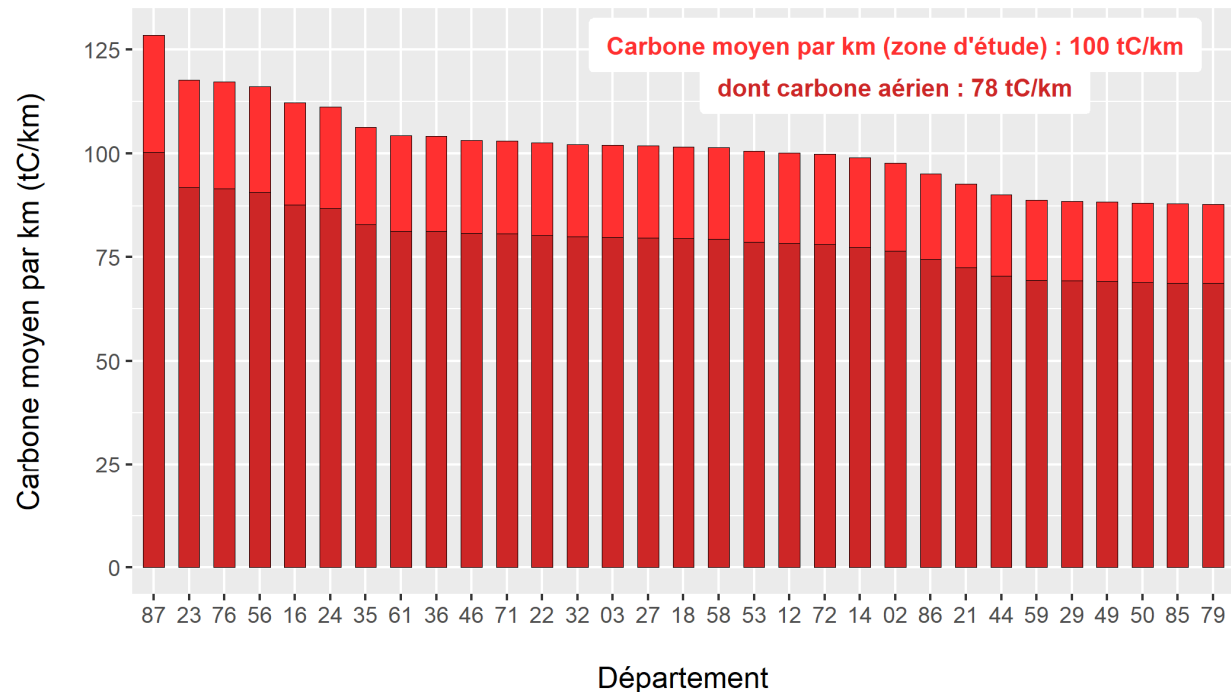
=> haies de 3 à 12 m de hauteur :
202 m³/km, 106 tMS/km, 64 tC/km

=> haies de 12 à 20 m de hauteur :
512 m³/km, 269 tMS/km, 164 tC/km

=> haies > 20 m de hauteur :
768 m³/km, 403 tMS/km, 245 tC/km

=> haies < 10 m de largeur :
163 m³/km, 85 tMS/km, 52 tC/km

=> haies > 10 m de largeur :
491 m³/km, 258 tMS/km, 157 tC/km



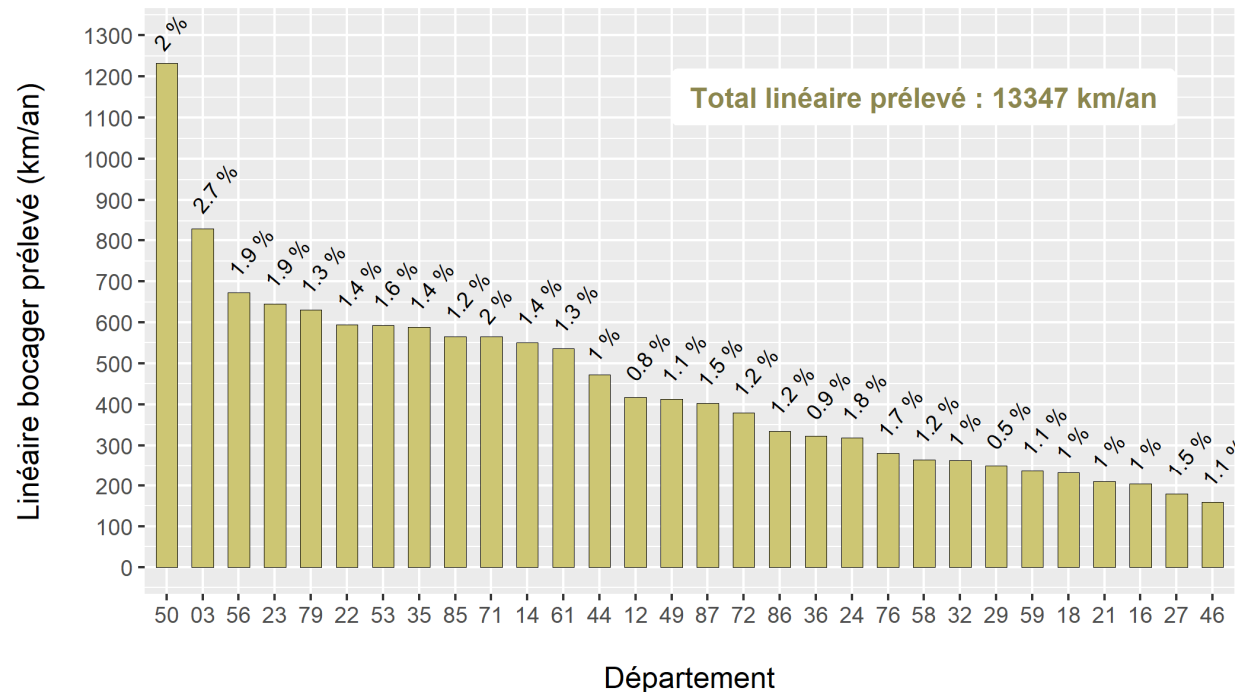
Résultats sur la ressource actuelle et récemment prélevée

Ressource prélevée annuellement (linéaire)

- Linéaire prélevé total zone d'étude :
13 300 km/an (1,3 %)

- Classement :
1^{er} : Manche (50)
2^e : Allier (03)
3^e : Morbihan (56)
...
30^e : Lot (46)

Les pourcentages correspondent à la fraction du linéaire départemental qui est prélevé chaque année

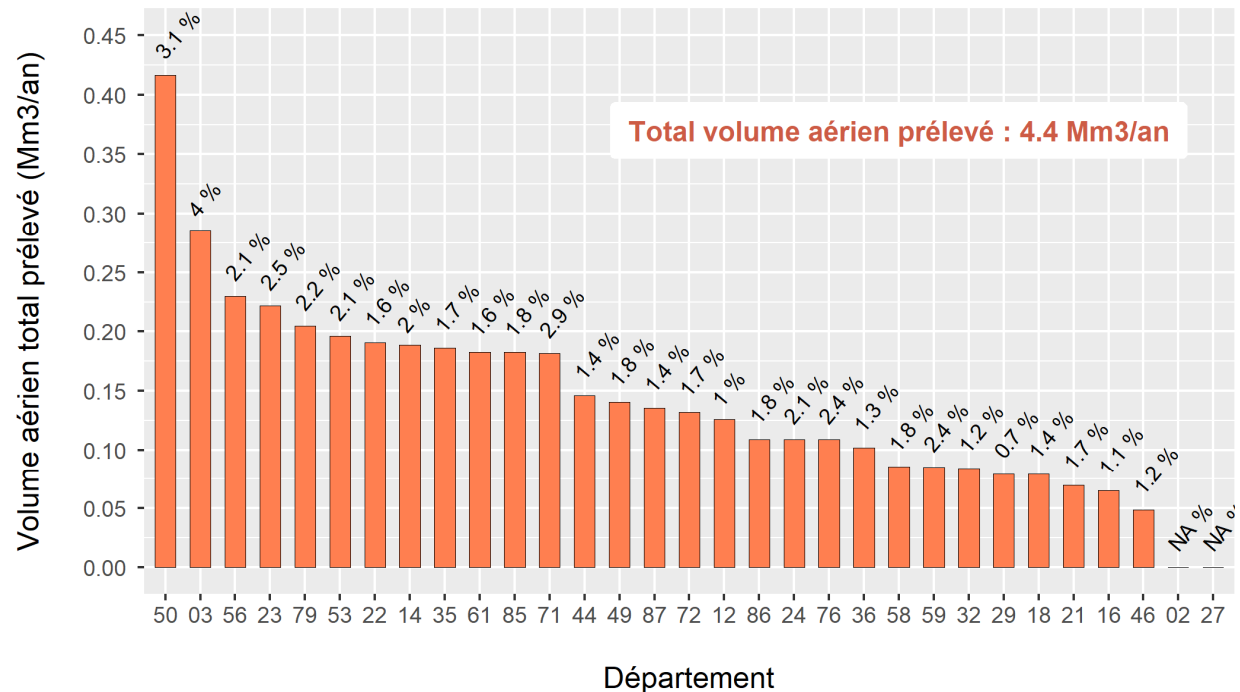


Résultats sur la ressource actuelle et récemment prélevée

Ressource prélevée annuellement (stocks)

- Stocks prélevés zone d'étude :
=> volume aérien : **4,4 Mm³/an**
=> biomasse aérienne : **2,3 MtMS/an**
=> carbone aérien : **1,1 MtC/an**
(soit 1,8 % du stock total)

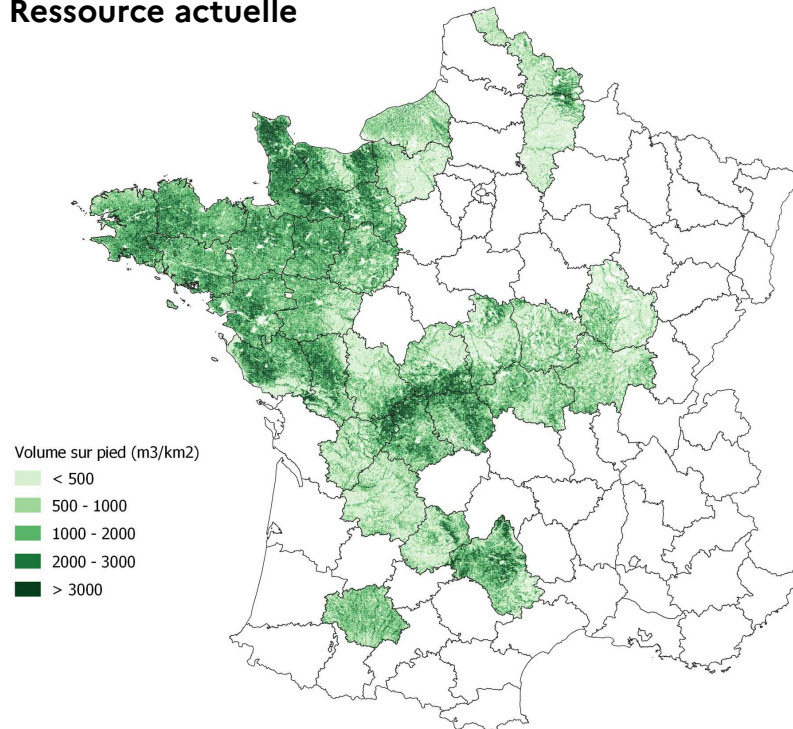
- Classement :
1^{er} : Manche (50)
2^e : Allier (03)
3^e : Morbihan (56)
...
29^e : Lot (46)



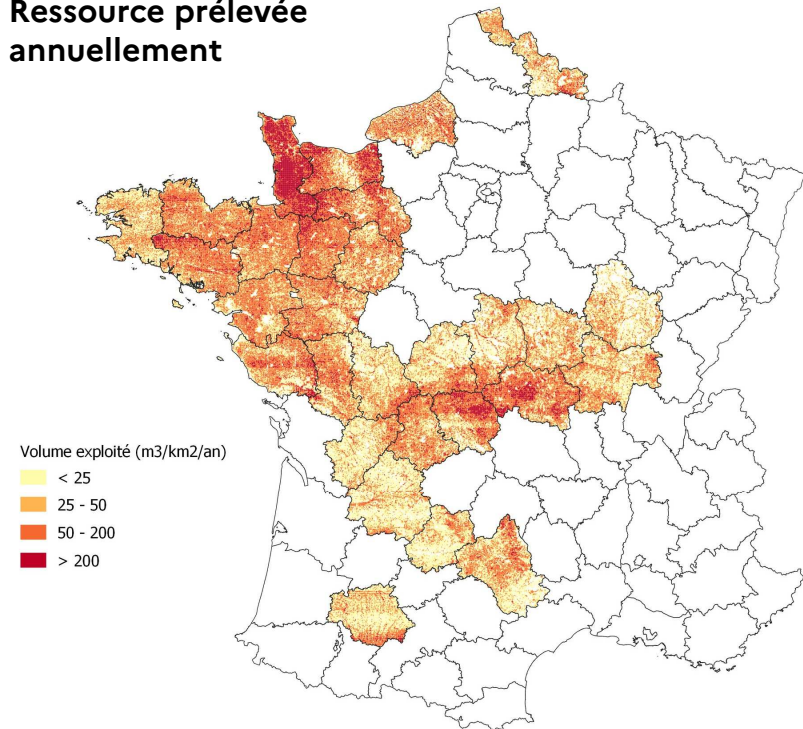
Les pourcentages correspondent à la fraction du stock départemental qui est prélevé chaque année

Résultats sur la ressource actuelle et récemment prélevée

Ressource actuelle



Ressource prélevée
annuellement



Résultats sur la ressource actuelle et récemment prélevée

Bilan par régions (linéaires)

Région (% de couverture et départements concernés)	Linéaire DSB (km)	Linéaire avec un stock calculé (km)	Linéaire avec stock prélevé (km/an)
Bretagne (100 %) (dep 22, 29, 35, 56)	174 400	139 300	2 110 (1,5 %)
Normandie (100 %) (dep 14, 27, 50, 61, 76)	171 000	135 600	2 780 (2,1 %)
Pays de la Loire (100 %) (dep 44, 49, 53, 72, 85)	198 800	157 800	2 420 (1,5 %)
Auvergne-Rhône-Alpes (10 %) (dep 03)	31 200	22 600	830 (3,7 %)
Bourgogne-Franche-Comté (51 %) (dep 21, 58, 71)	72 100	48 600	1 050 (2,2 %)
Centre-Val de Loire (36 %) (dep 18, 36)	58 500	42 900	550 (1,3 %)
Hauts-de-France (41 %) (dep 02, 59)	33 800	22 500	240 (1,1 %)
Nouvelle-Aquitaine (46 %) (dep 16, 23, 24, 79, 86, 87)	175 500	133 800	2 540 (1,9 %)
Occitanie (28 %) (dep 12, 32, 46)	90 600	73 100	840 (1,2 %)

Résultats sur la ressource actuelle et récemment prélevée

Bilan par régions (stocks)

Région (% de couverture et départements concernés)	Volume aérien actuel (m ³)	Carbone total (aérien + racines) actuel (tC)	Ratio stock prélevé par an /stock actuel (%)
Bretagne (100 %) (dep 22, 29, 35, 56)	44 763 000	14 275 000	1,5
Normandie (100 %) (dep 14, 27, 50, 61, 76)	41 799 000	13 330 000	2,1
Pays de la Loire (100 %) (dep 44, 49, 53, 72, 85)	45 927 000	14 646 000	1,7
Auvergne-Rhône-Alpes (10 %) (dep 03)	7 218 000	2 302 000	4
Bourgogne-Franche-Comté (51 %) (dep 21, 58, 71)	15 141 000	4 829 000	2,2
Centre-Val de Loire (36 %) (dep 18, 36)	13 875 000	4 425 000	1,3
Hauts-de-France (41 %) (dep 02, 59)	6 531 000	2 083 000	1,3
Nouvelle-Aquitaine (46 %) (dep 16, 23, 24, 79, 86, 87)	44 956 000	14 336 000	1,9
Occitanie (28 %) (dep 12, 32, 46)	23 196 000	7 397 000	1,1

4. APPORTS DE L'ÉTUDE, PISTES D'AMÉLIORATION ET PERSPECTIVES

Apports majeurs de l'étude

- Première évaluation large échelle de la ressource bocagère actuelle et récemment prélevée
- Identification de tendances régionales
- Méthodologie multisource (couche géographique du DSB, données de télédétection, données d'inventaire *in-situ* de l'IFN)
- Méthodologie générique, documentée et reproductible
- Lancement des échanges avec les acteurs des territoires impliqués dans la gestion et la valorisation des haies (AFAC-Agroforesteries, Solagro, SCIC Bois Bocage Energie)

Limites méthodologiques

Calcul des métriques de hauteur/largeur des haies

- Taux de sondage des pixels du MNHC par l'approche des perpendiculaires limité
- Possibilité de « double-comptes » en cas de virage serré de la haie
- Etat de végétation de la haie pouvant influencer les métriques calculées (notamment sur les photographies aériennes réalisées en début et fin de saison de végétation)

Identification des haies ayant subi des prélèvements

- Basée uniquement sur la baisse forte de la hauteur de la haie (baisse faible de hauteur, élagages et taille latérale non pris en compte) => sous-estimation probable des prélèvements
- Pas de distinction entre les haies exploitées durablement et les prélèvements définitifs

Modélisation des stocks

- Tarif de cubage élaboré uniquement en Basse-Normandie et qui ne distingue pas les essences
- Facteurs de conversion volume-biomasse-carbone obtenus sur des arbres de forêt et uniquement sur le tronc à 1,30 m (pas de valeurs pour les branches)

Pistes d'amélioration et perspectives

- Amélioration de la précision des métriques de haie grâce à la couverture LiDAR HD de l'IGN et l'utilisation de nouveaux algorithmes de traitement des MNHC
- Production de nouveaux tarifs de cubage et facteurs de conversion volume-biomasse-carbone spécifiques aux haies : poursuite des échanges avec les partenaires du projet Resp'Haies
- Extension de la méthode à la France entière en 2022
- Évaluation des disponibilités futures en ressource bocagère selon différents scénarios de gestion, à partir :
 1. de la quantification de l'accroissement annuel des haies (différentiel de métriques entre deux millésimes MNS sur l'ensemble du territoire, et pas seulement sur le linéaire identifié comme « prélevé »)
 2. de la distinction du type de prélèvement (arasements, autres coupes) grâce à l'utilisation de 3 millésimes MNS



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



IGN

INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

MERCI DE VOTRE ATTENTION