



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



LIDAR HD

Présentation des cas d'usages pour la forêt

Fabrice Coq - ONF - Direction forêts et risques naturels -
Frédéric Séjourné - ONF Responsable SIG DT COA – 31 mai 2023



Sommaire

1 - La technologie LIDAR

2 - Les usages des données standards LIDAR à l'ONF :

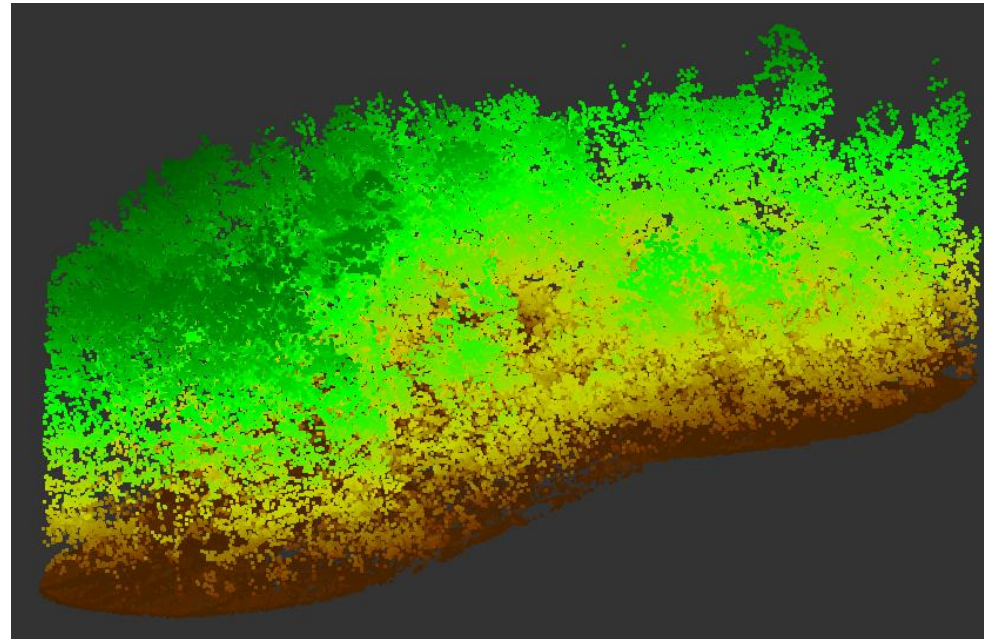
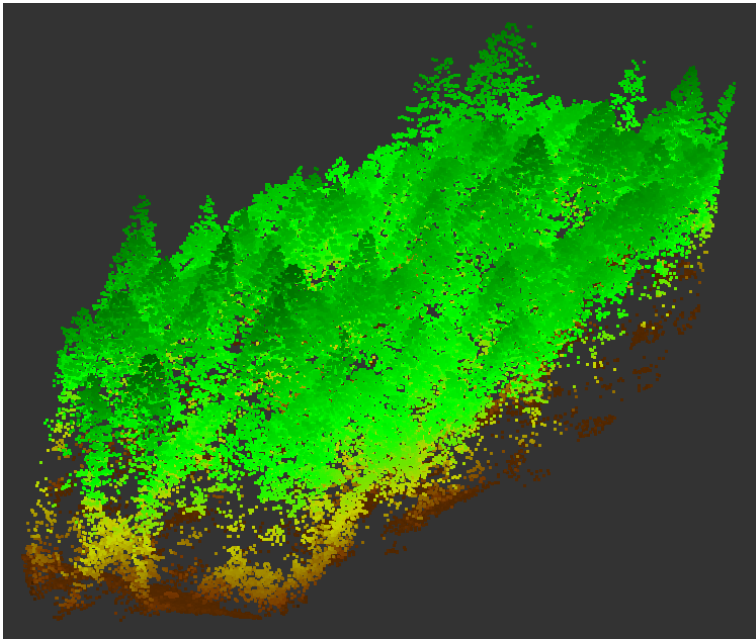
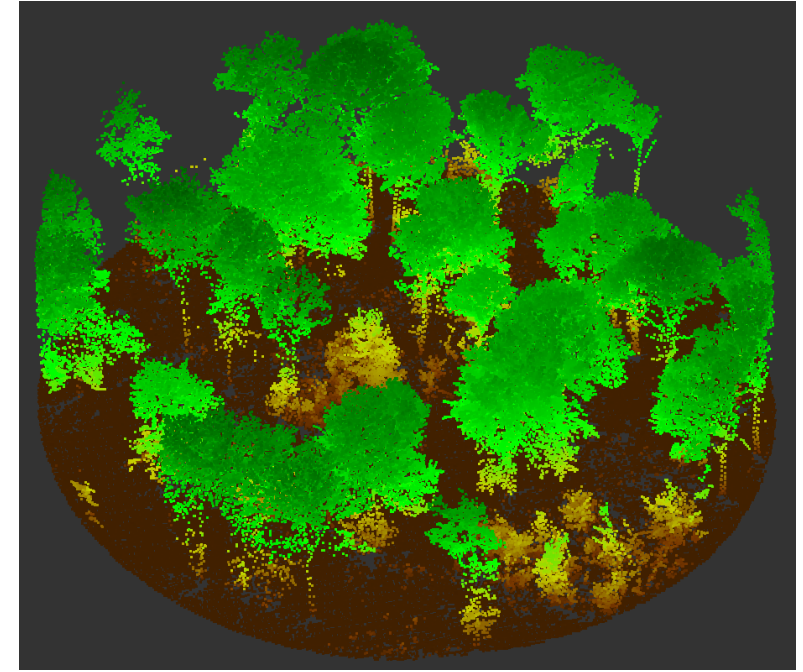
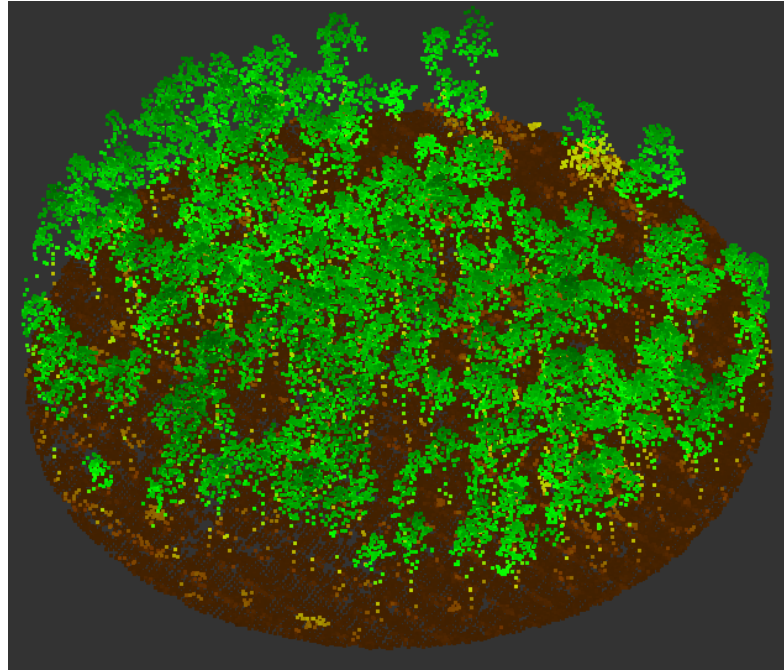
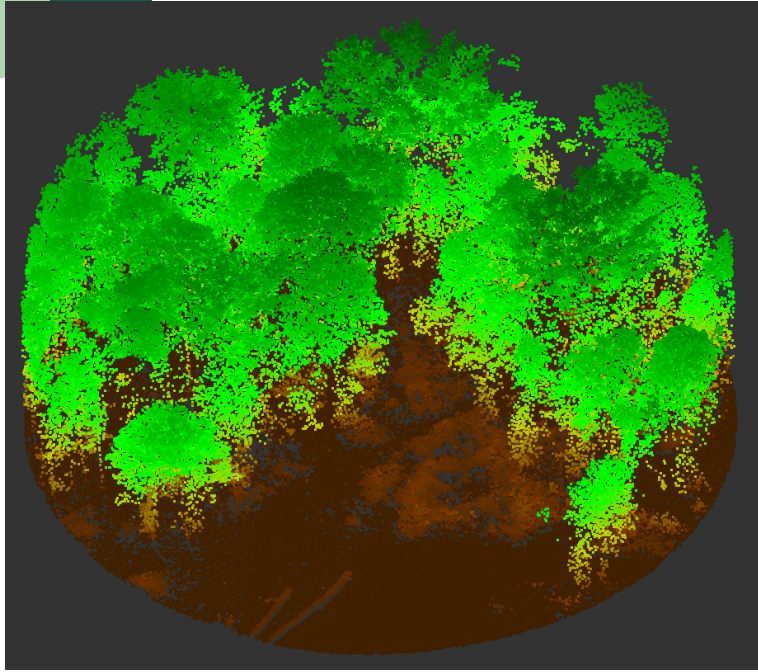
- Modèle numérique de terrain (MNT)
- Modèle numérique de hauteur (MNH)

3 – La modélisation de paramètres forestiers avec le LIDAR et les usages forestiers des paramètres forestiers modélisés

4 – Le LIDAR HD du plan de relance et sa valorisation en forêt



Quelques exemples de nuages de points dans différents contextes



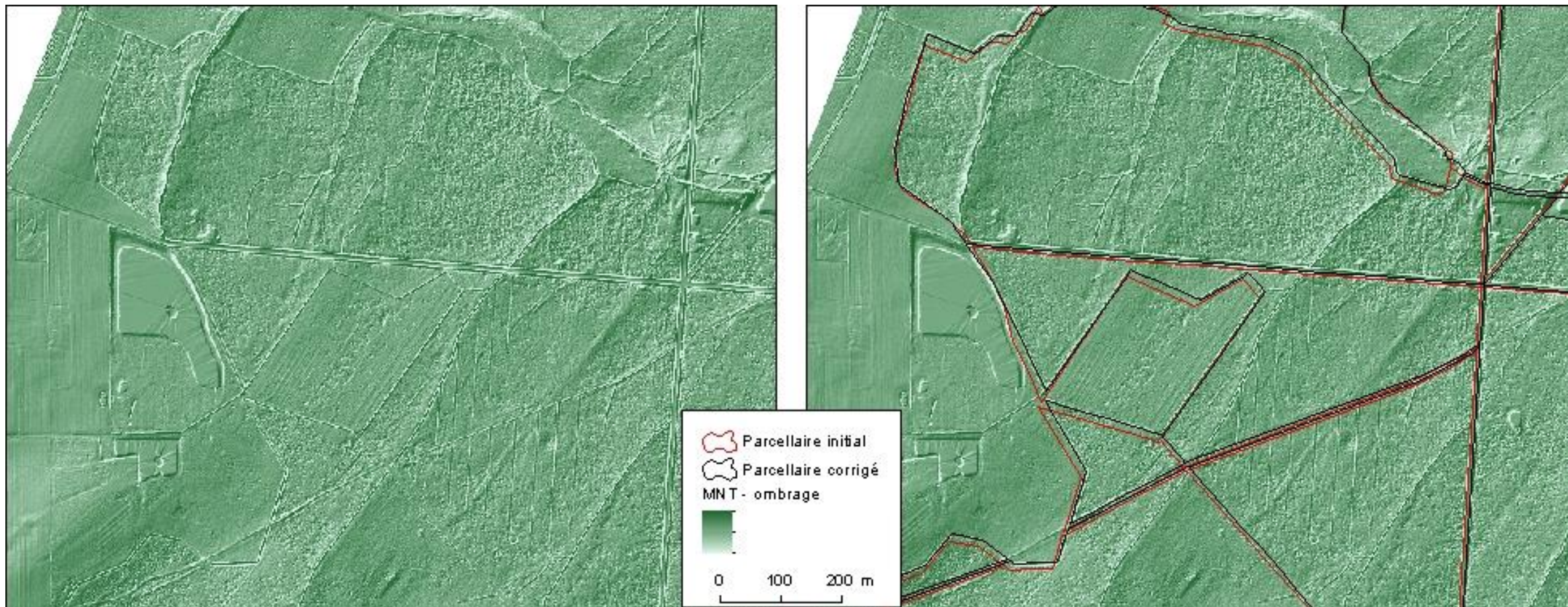
- A partir de ces nuages de points :
 1. On peut obtenir directement un certain nombre de produits standards, dont :
 - Modèle numérique de terrain : décrivant finement la topographie du sol
 - Modèle numérique de hauteur : décrivant finement le modelé de la canopée
 2. En installant des placettes de calibration sur le terrain
 - On peut mettre au point des modèles statistiques données terrain – données LIDAR
 - Permettant d'obtenir des cartes de différentes variables dendrométriques d'intérêt



Les données standards LIDAR

Usages forestiers du Modèle Numérique de Terrain

Aide au recalage précis du foncier de la forêt



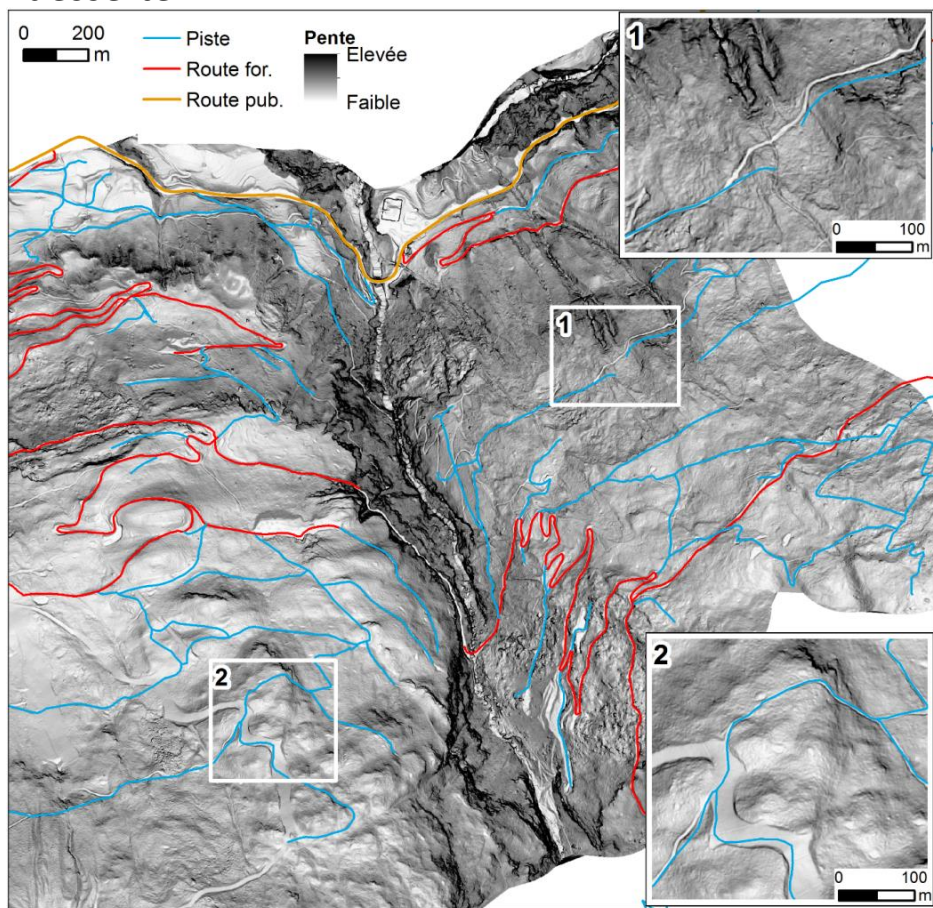
FD d'Orléans - massif des Bordes

Les données standards LIDAR

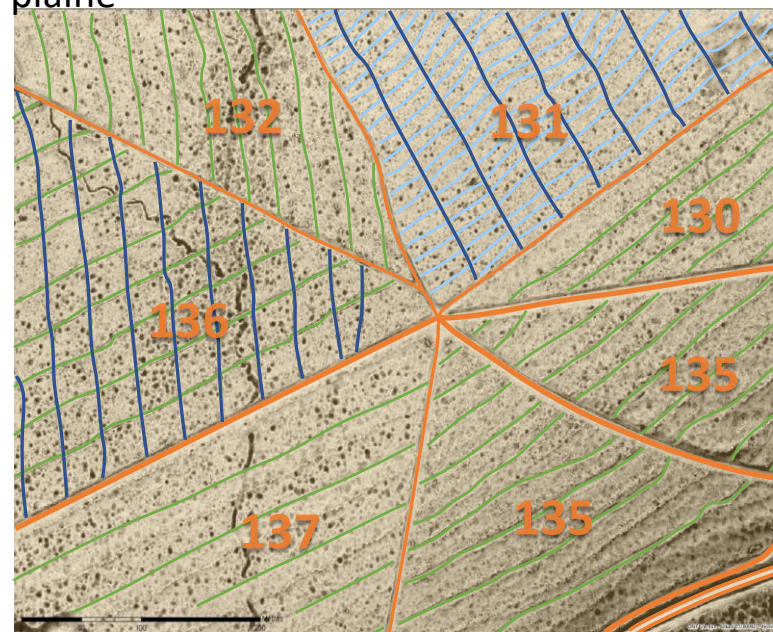
Usages forestiers du Modèle Numérique de Terrain

Localisation précise des infrastructures internes de la forêt

Actualiser et recaler précisément les tracés de la desserte



Cartographier les cloisonnements sylvicoles en plaine



- Route goudronnée
- Route empierrée
- Ligne de parcelle
- Charrière
- Cloisonnement
- Cloisonnement sylvicole



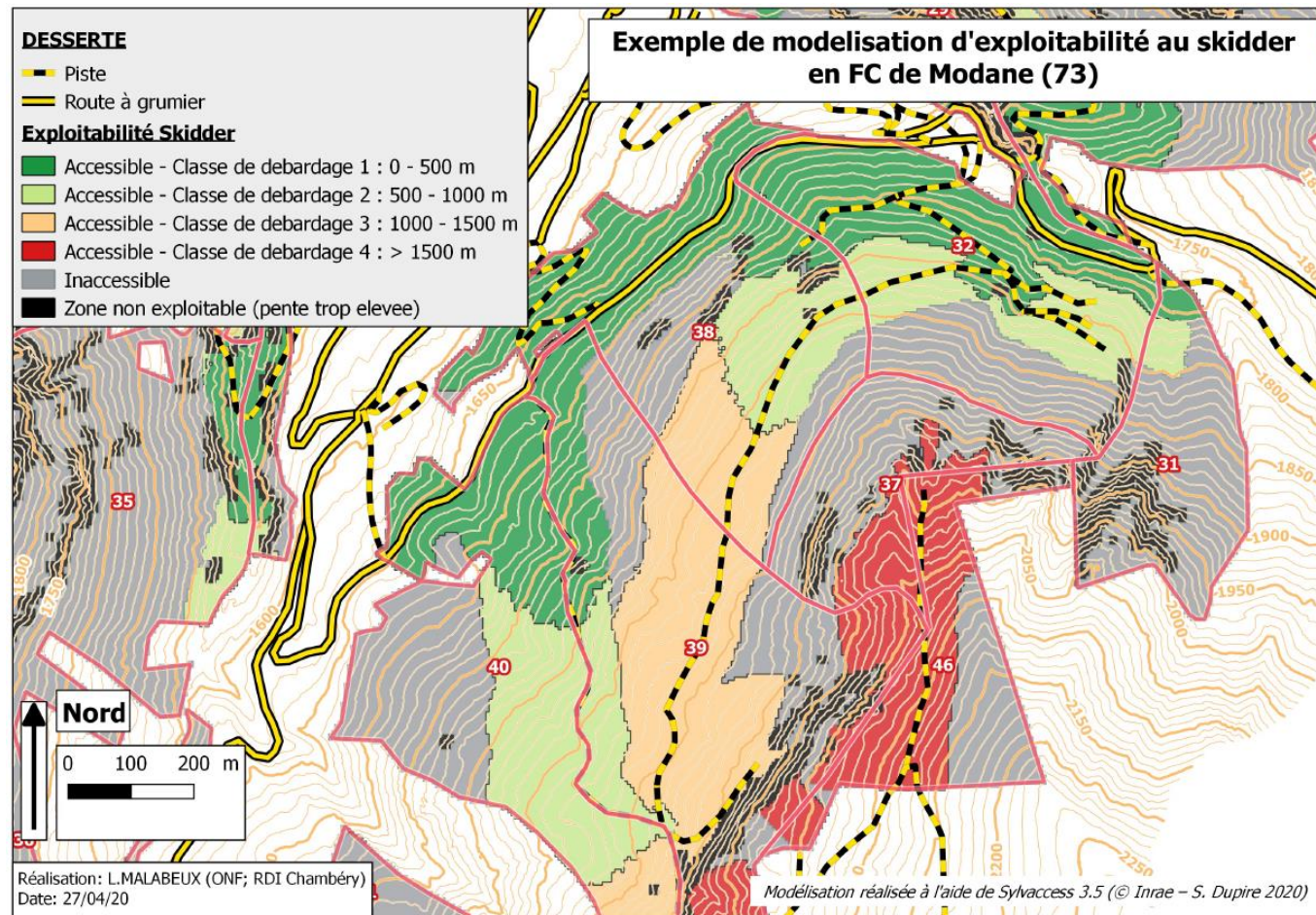
Les données standards LIDAR

Usages forestiers du Modèle Numérique de Terrain

Cartes d'exploitabilité précises s'appuyant sur la topographie et la cartographie de la desserte

Le MNT est utilisé pour créer des cartes d'accessibilités pour différents engins forestiers : tracteurs (skidders), porteurs ou câbles.

Exemple de carte représentant les niveaux d'accessibilité et de distance de débardage par skidder.

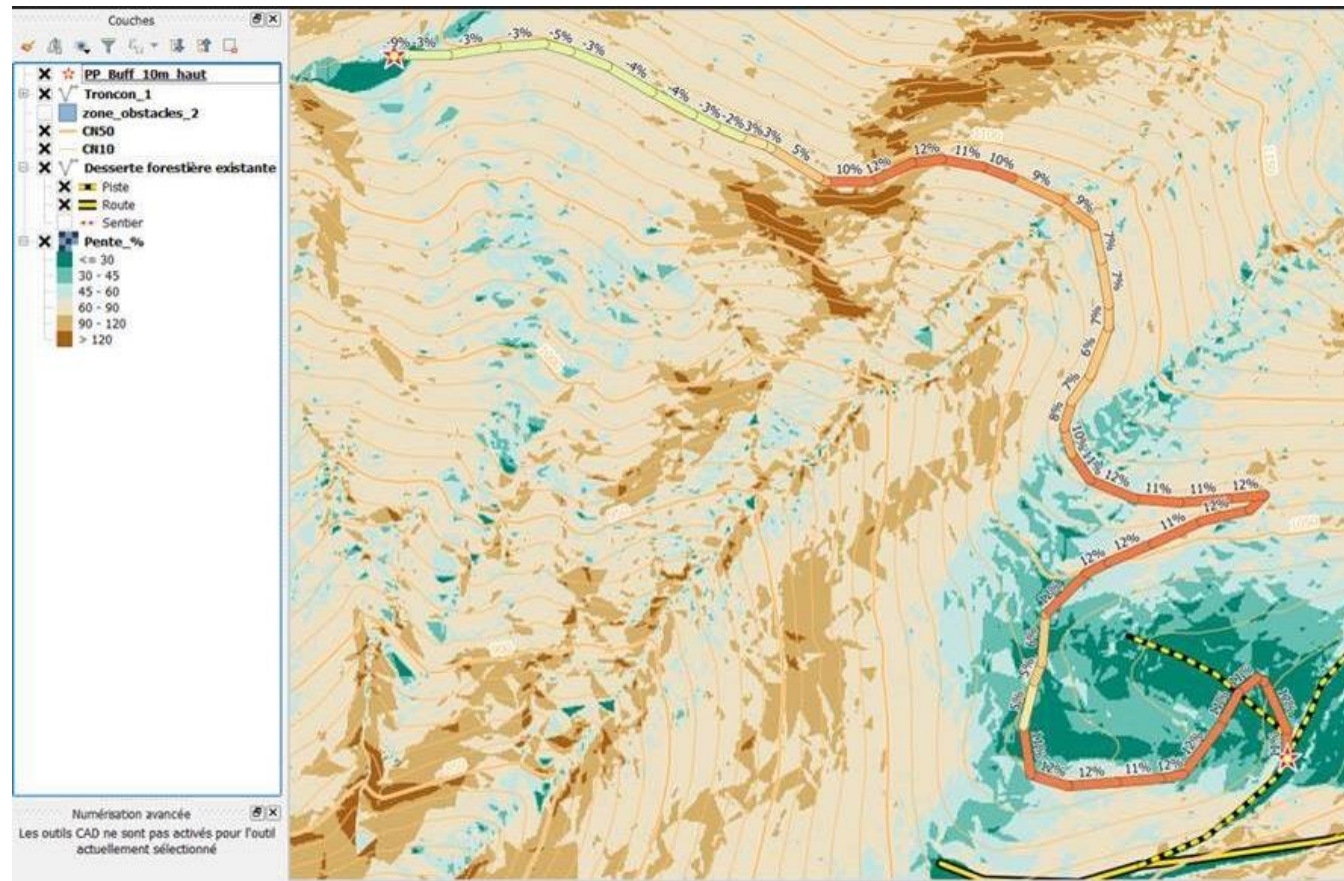


Les données standards LIDAR

Usages forestiers du Modèle Numérique de Terrain

Outil d'optimisation des tracés et des cubatures pour la création de desserte, basé sur le MNT

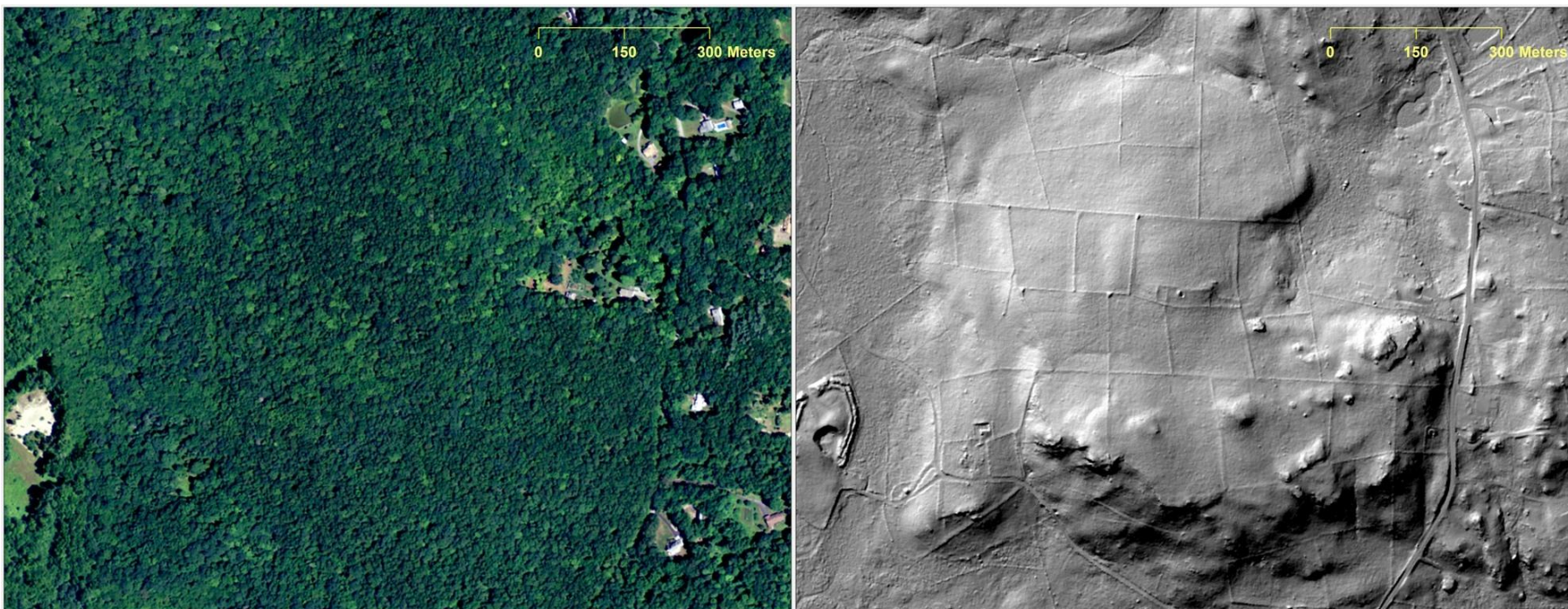
Exemple de scénario de tracé de desserte forestière entre un point A et un point B, qui optimise la pente (< 12 %) et le volume de déblais-remblais



Les données standards LIDAR

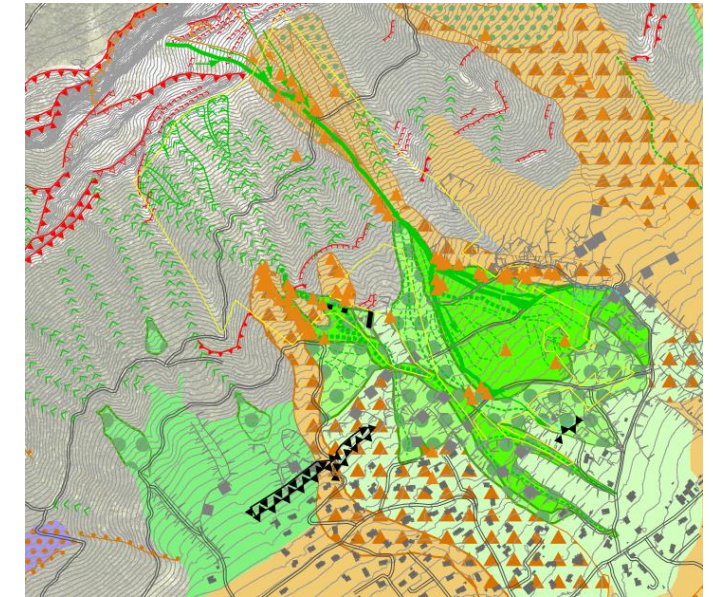
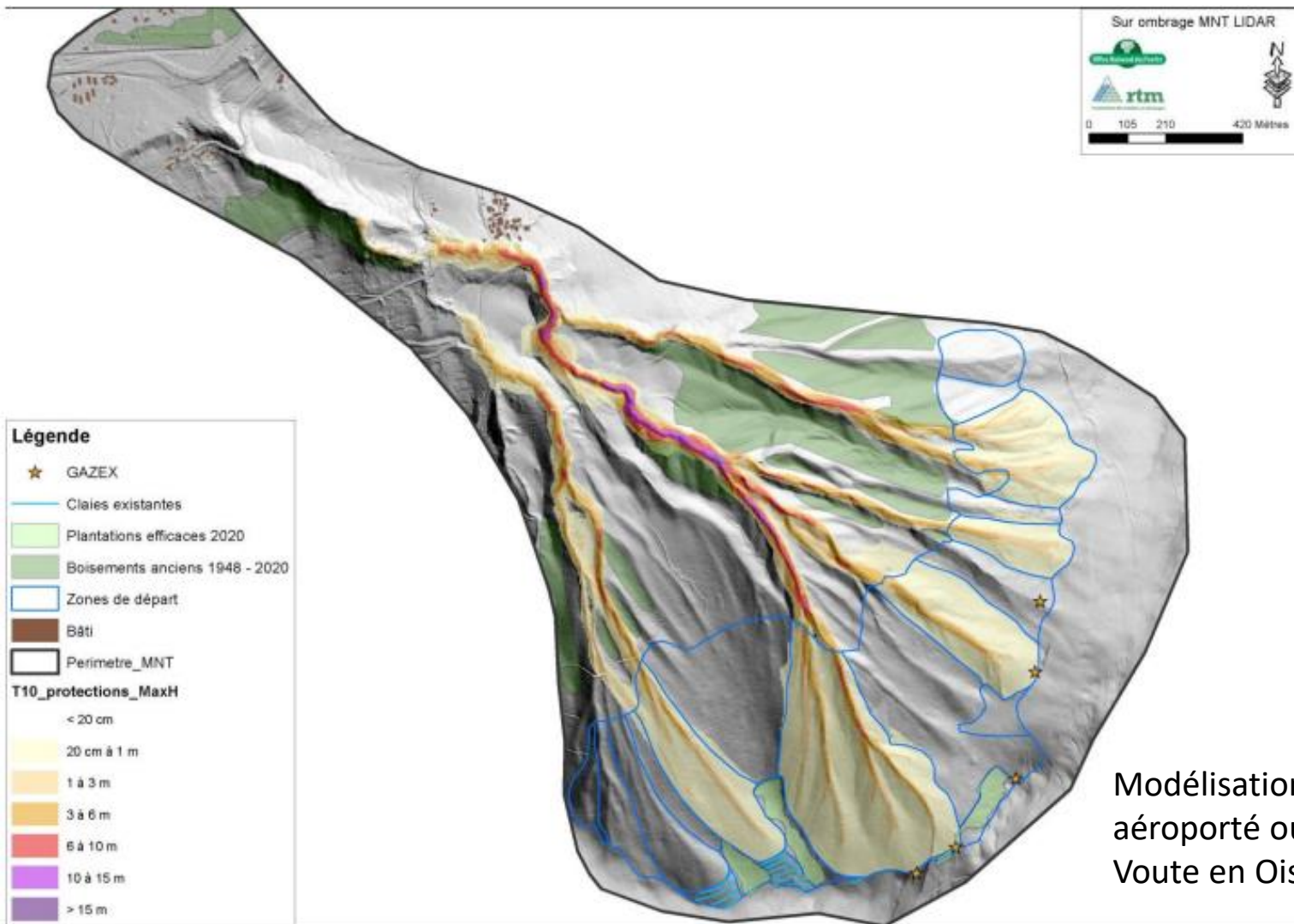
Usages forestiers du Modèle Numérique de Terrain

Archéologie : mise en évidence de parcellaire très ancien sous un massif forestier



Données modélisées à partir du LIDAR aérien

En montagne, grâce au MNT, des applications opérationnelles, des gains apportés dans la gestion des risques



Carte géomorphologique dire d'expert terrain sur MNT Lidar Aéroporté

Modélisation d'avalanche sur MNT LIDAR aéroporté outils RAMMS. Avalanche de la Voute en Oisans



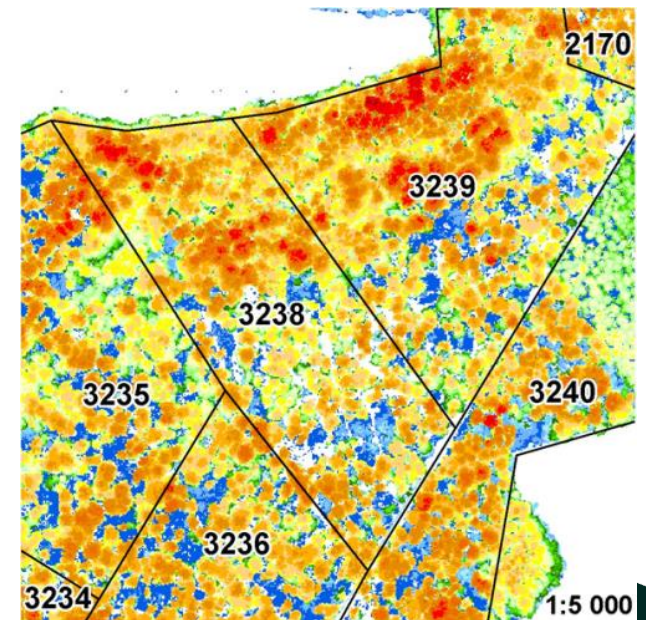
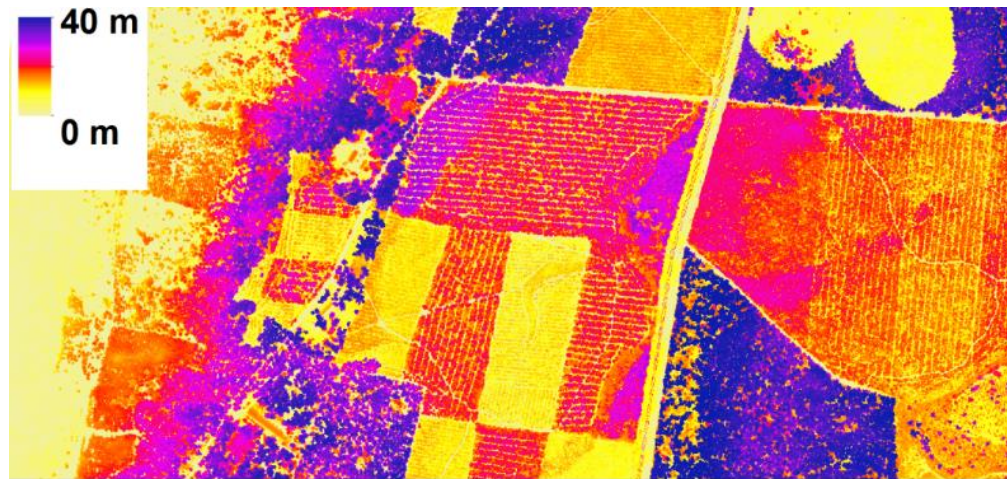
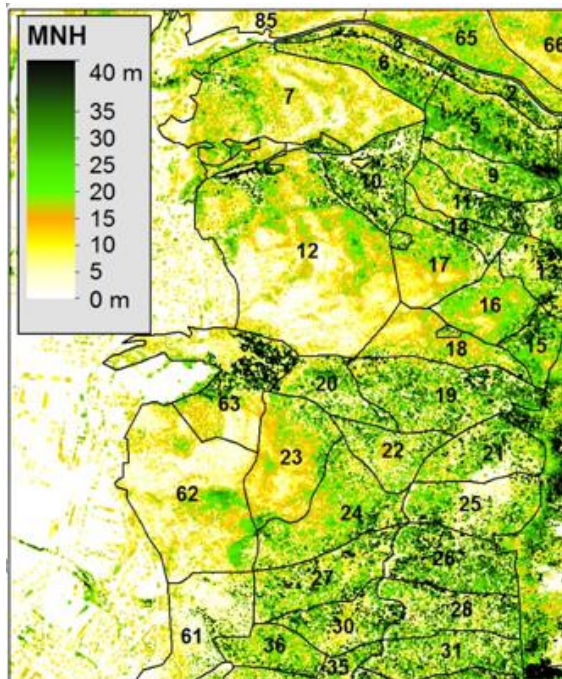
Les données standards LIDAR

Usages forestiers du Modèle Numérique de Hauteur

Le MNH permet de disposer d'une cartographie des hauteurs des arbres avec une précision de 1 à 2 m

La hauteur des arbres est une aide à la décision pour :

- Délimiter des unités de gestion homogène,
- Orienter le choix de déclenchement de coupes,
- Qualifier la fertilité de stations forestière, très liée à la hauteur des arbres (s'ils sont adultes).



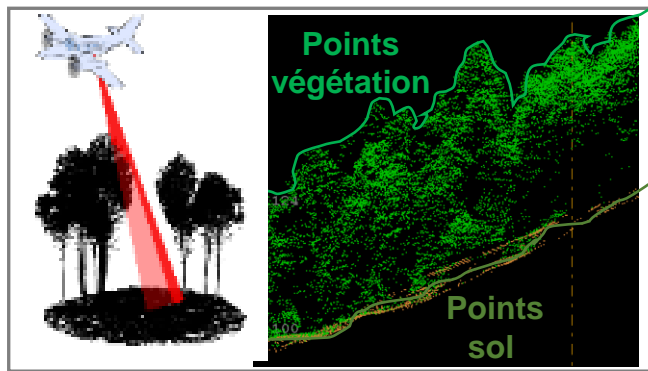
La modélisation de paramètres forestiers avec du LIDAR

Principe général de modélisation à partir de LIDAR aérien

Acquisition de données LiDAR et terrain

Calculs et traitements

Valorisation des données produites



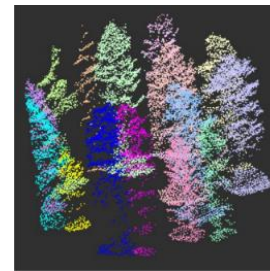
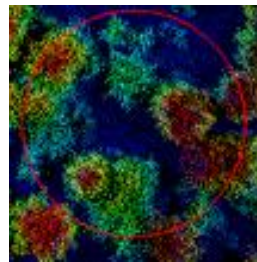
1. Mission LiDAR
(Nuage de points 3D classifié)



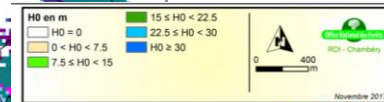
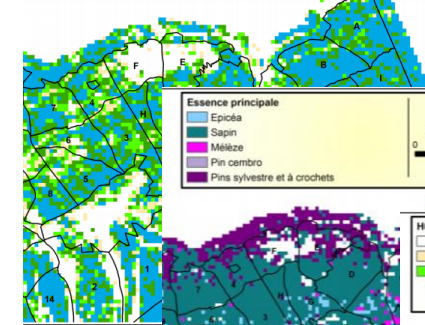
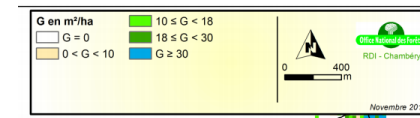
2. Placettes de calibration
(Placettes circulaires)



Référence terrain indispensable



3. Modélisation
Corrélations entre nuage de points et placettes de terrain



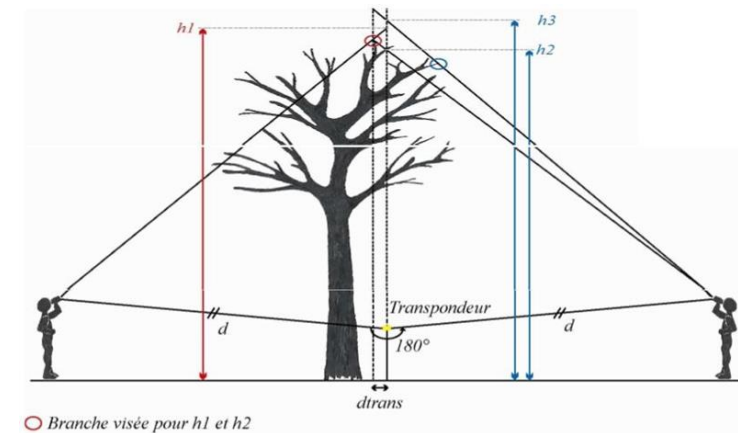
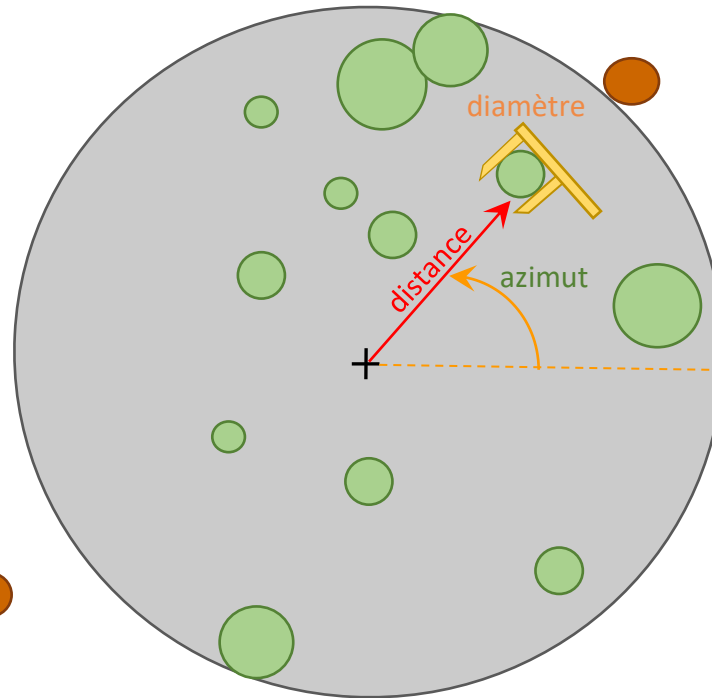
4. Production de cartes dendrométriques et de synthèses

La modélisation de paramètres forestiers avec du LIDAR

Les placettes de calibration : la vérité de terrain

Une placette de prises de données dendrométriques de 15 m de rayon.

Le centre de la placette est précisément géoréférencé (GPS GNSS), et tous les arbres sont mesurés et cartographiés.



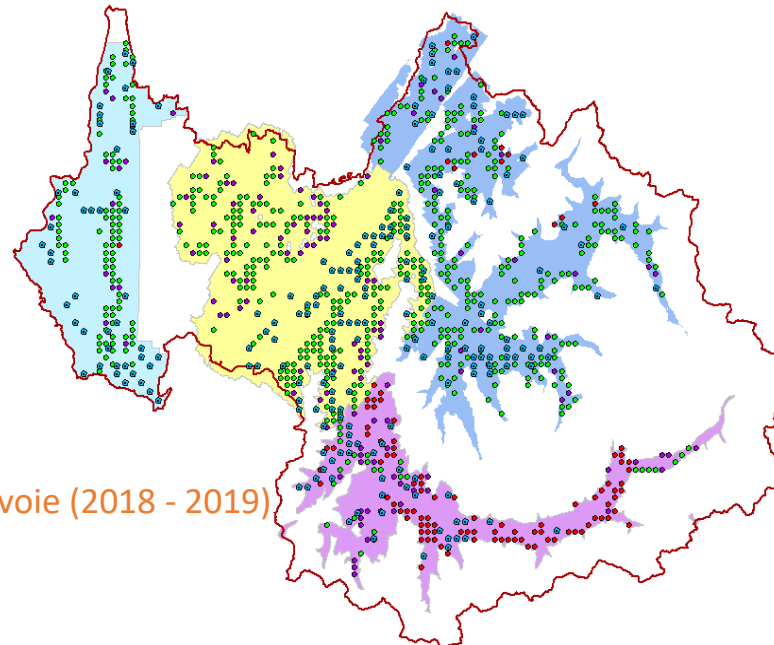
Mesures réalisées suivant un protocole précis et détaillé des caractéristiques à prendre, la qualité est un enjeu majeur.

La modélisation de paramètres forestiers avec du LIDAR

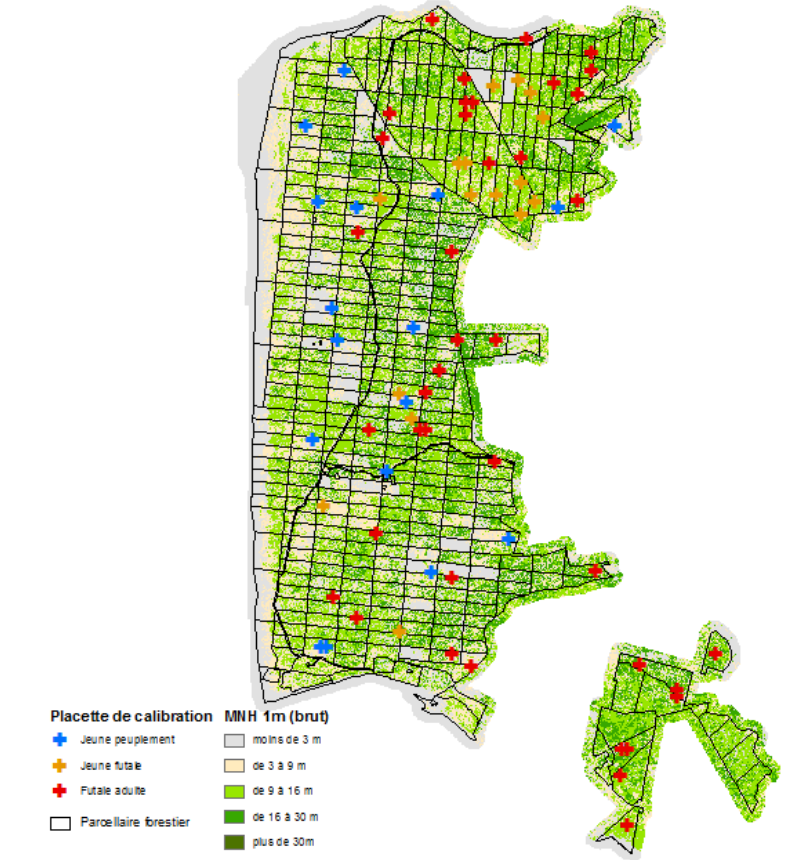
Les placettes de calibration : la vérité de terrain

Des réseaux de placettes qui doivent couvrir la diversité des peuplements forestiers à modéliser

- Des densités de placettes variables selon les dispositifs, qui dépendent de la superficie à traiter et de la diversité des peuplements forestiers :
 - o D'une placette tous les 25 ha (sur une forêt seule), à une tous les 500 ha (massif des Vosges)
 - o Le plus souvent en forêt publique
 - o Un rendement de prise de données qui va de 2 placettes/jours (zone de montagne) à 6 placettes/jours (zone de plaine) pour deux personnes.



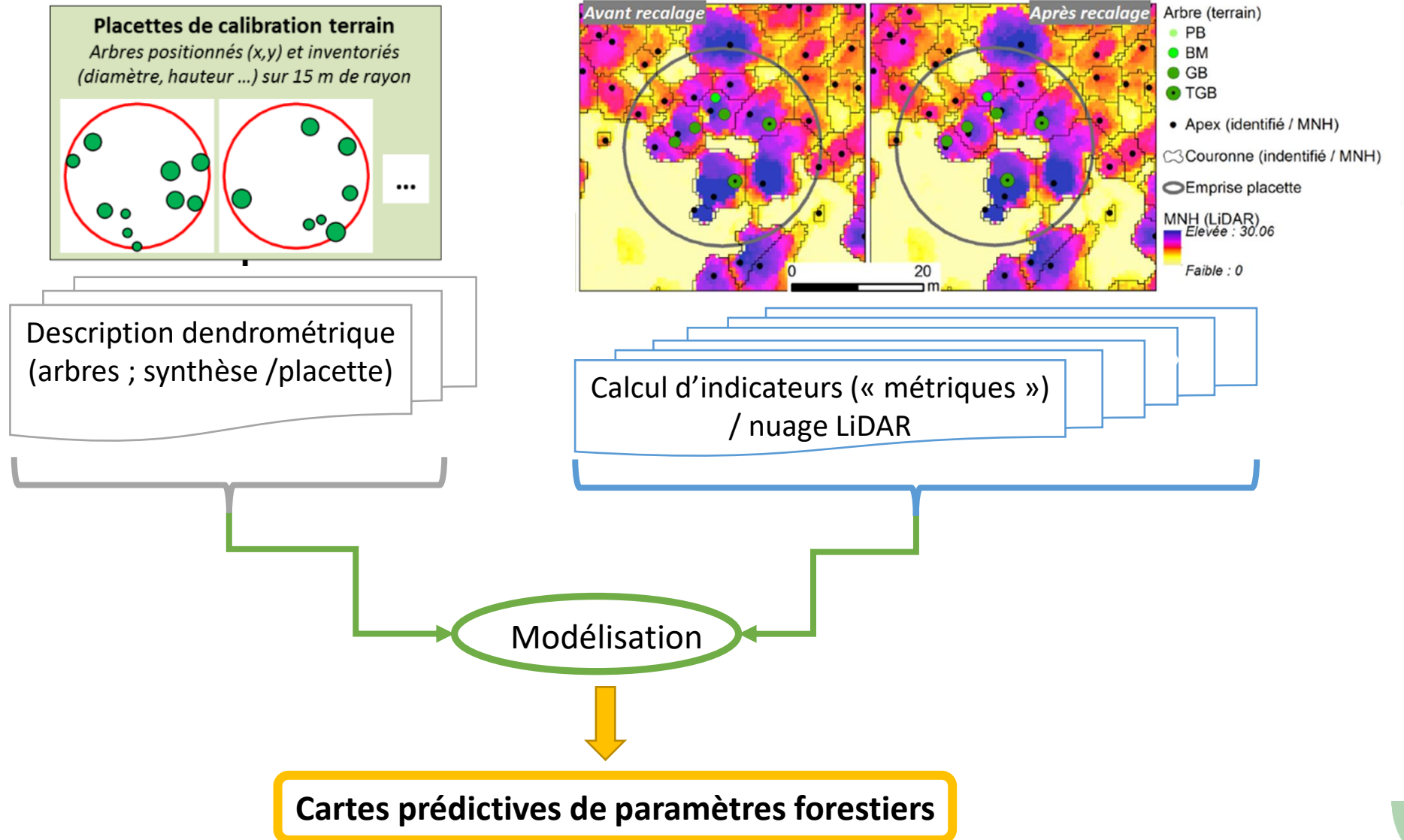
Réseau de placettes de calibration de la Savoie (2018 - 2019)



Réseau de placettes de calibration de la forêt domaniale de la Coubre (2019) ~ 4 842 ha

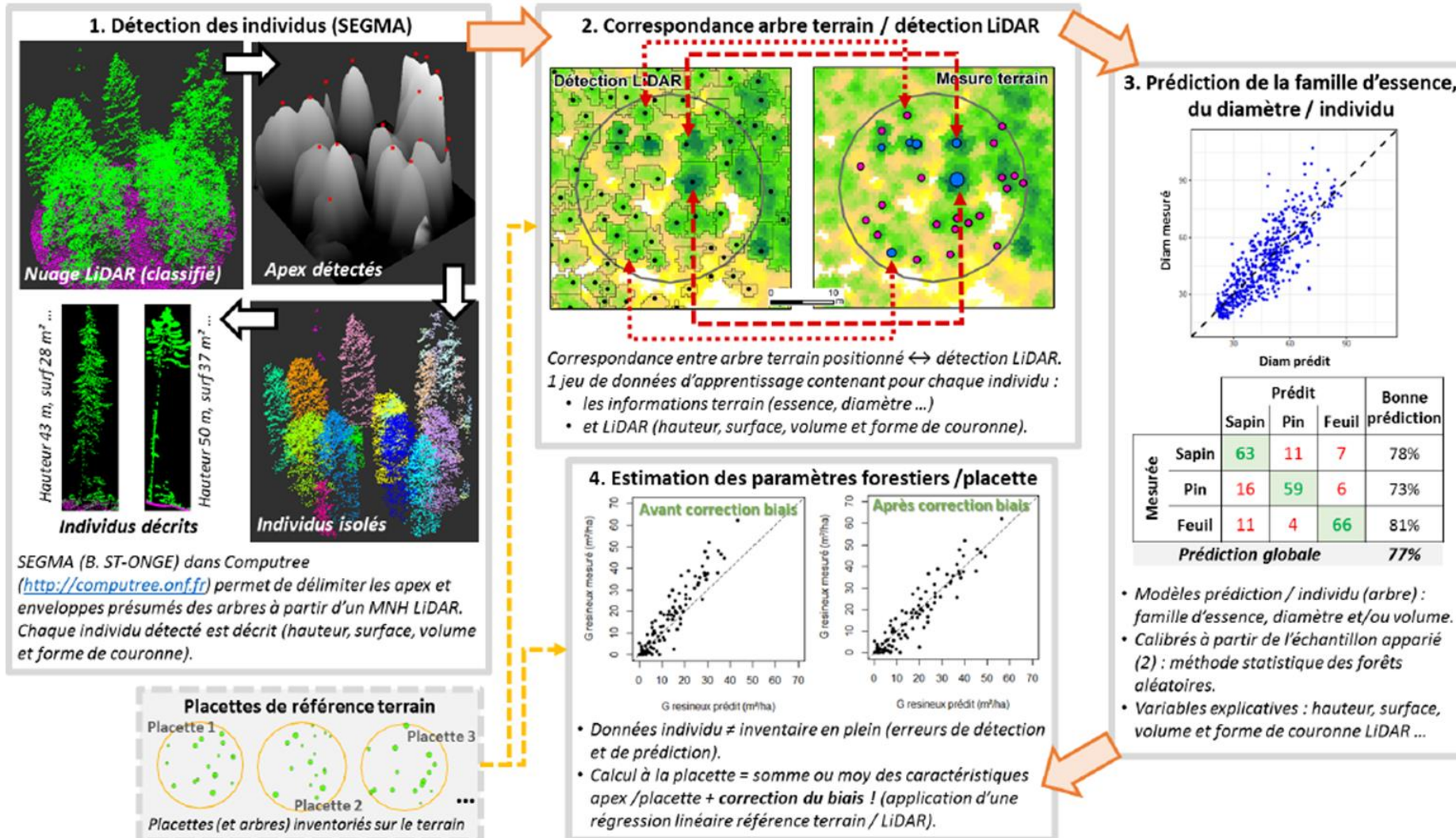
La modélisation de paramètres forestiers avec du LIDAR

Modélisation = Relations statistiques entre informations de terrain et Lidar



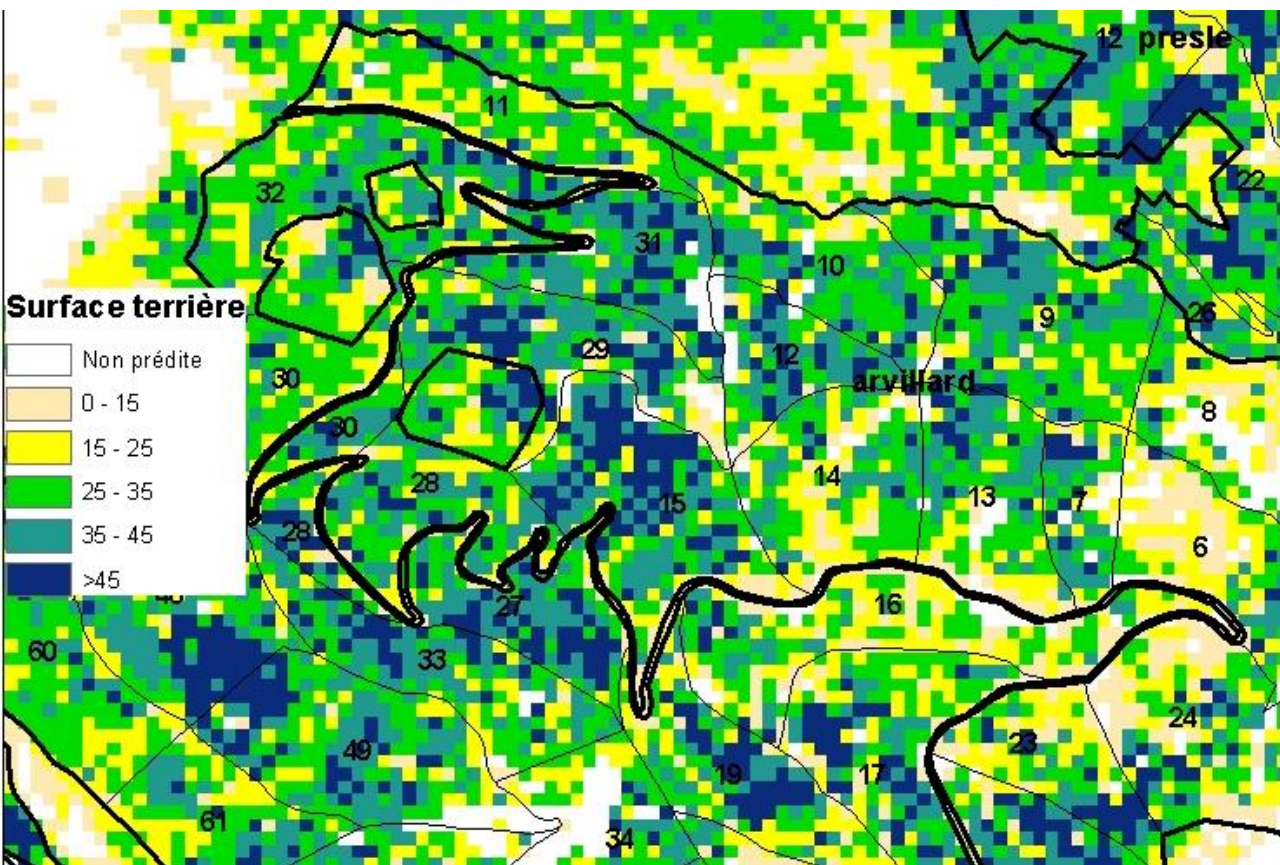
La modélisation de paramètres forestiers avec du LIDAR

Modélisation = Relations statistiques entre informations de terrain et Lidar

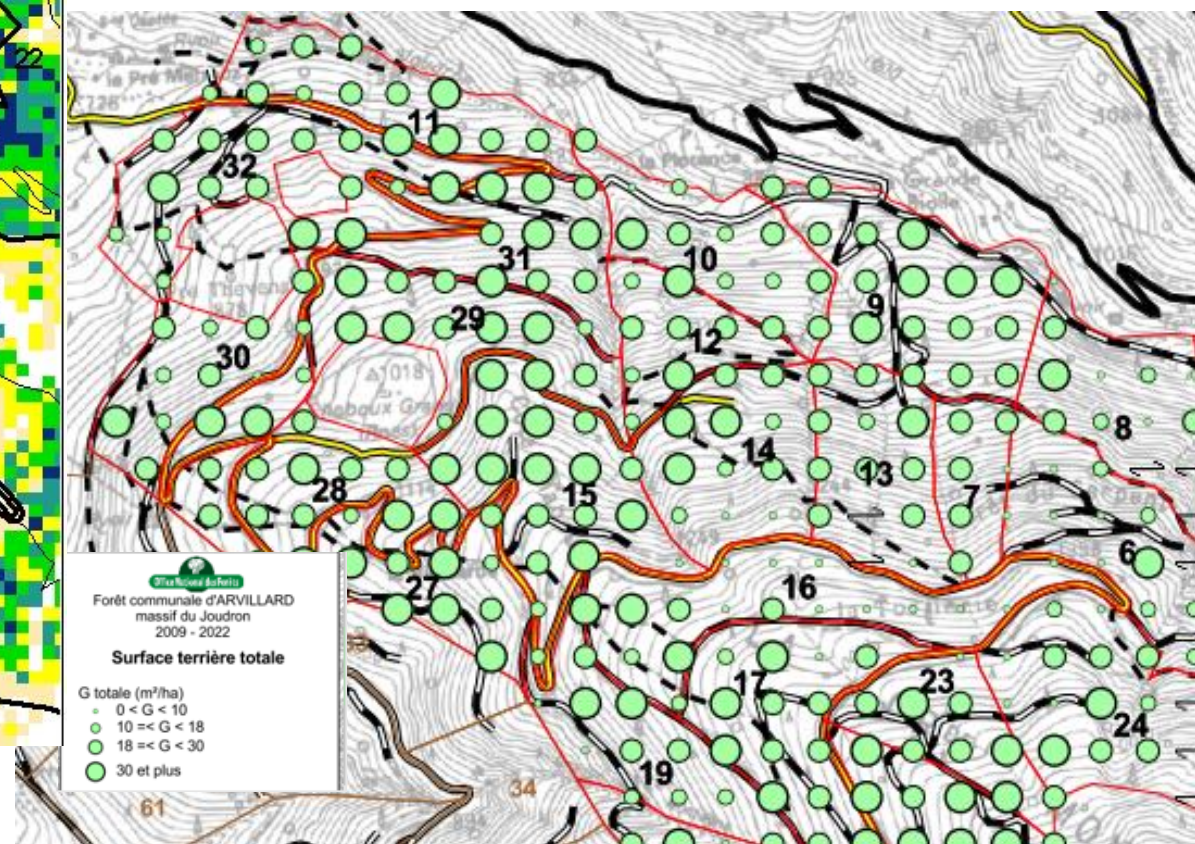


Données modélisées à partir du LIDAR aérien

Des cartes exhaustives de prédiction des paramètres, à la résolution de ~ 25 m, soit l'équivalent de 14 placettes/ha



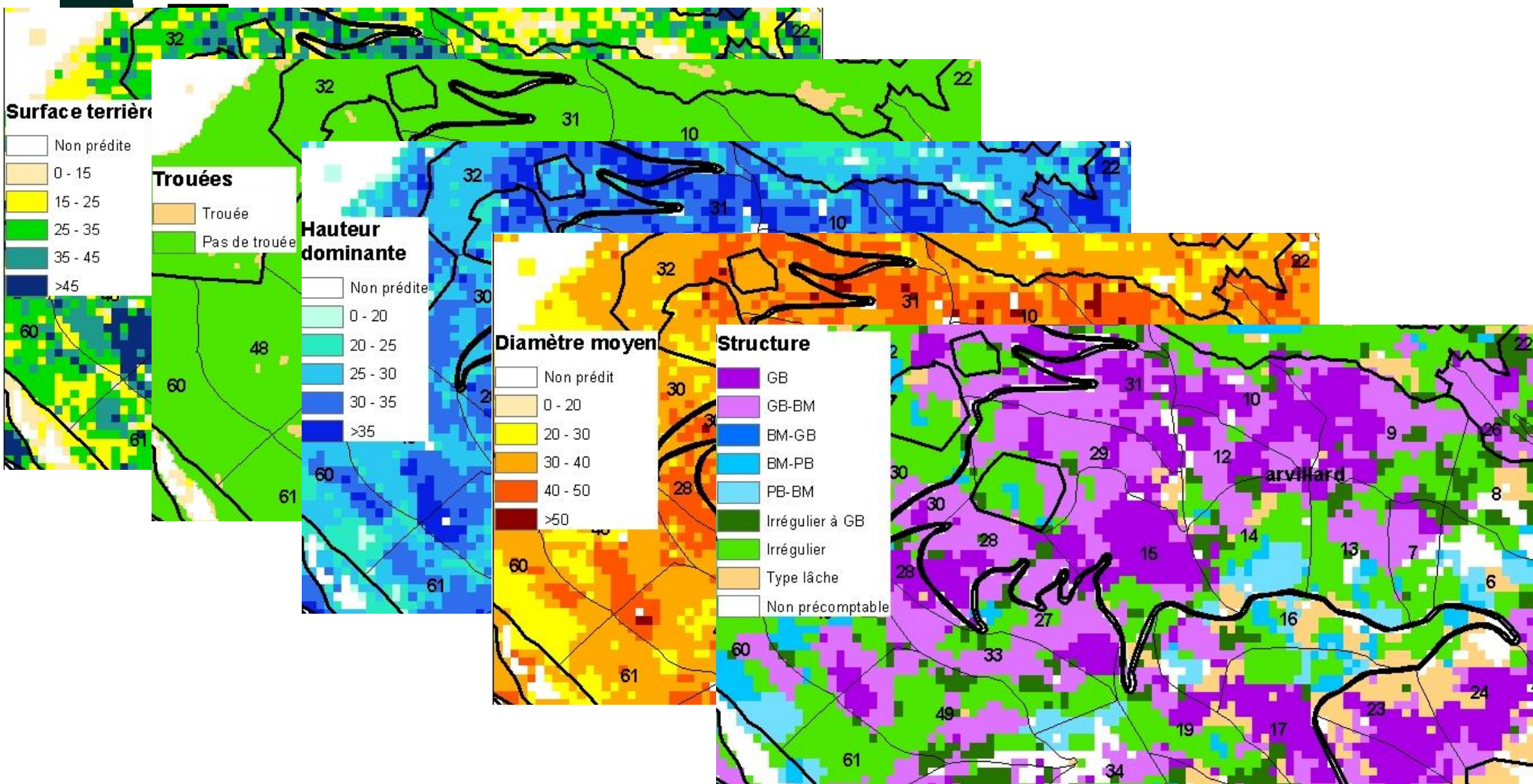
Carte Surface terrière prédite LiDAR FC d'Arvillard
Placettes de l'Observatoire Savoie : 1 placette/130 ha



Carte Surface terrière Aménagement FC d'Arvillard
Placettes de l'aménagement : 1 placette/ ha

Données modélisées à partir du LIDAR aérien

Des cartes de prédiction avec des erreurs connues sur l'ensemble de la zone étudiée





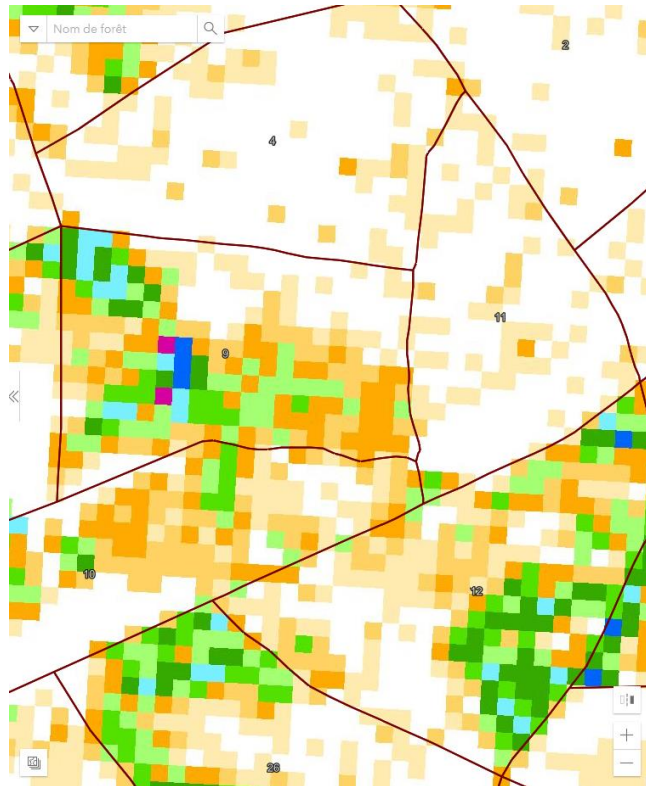
Données modélisées à partir du LIDAR aérien

Une bonne distinction entre feuillus et résineux

Paramètres forestiers

surf. terrière résineux divers

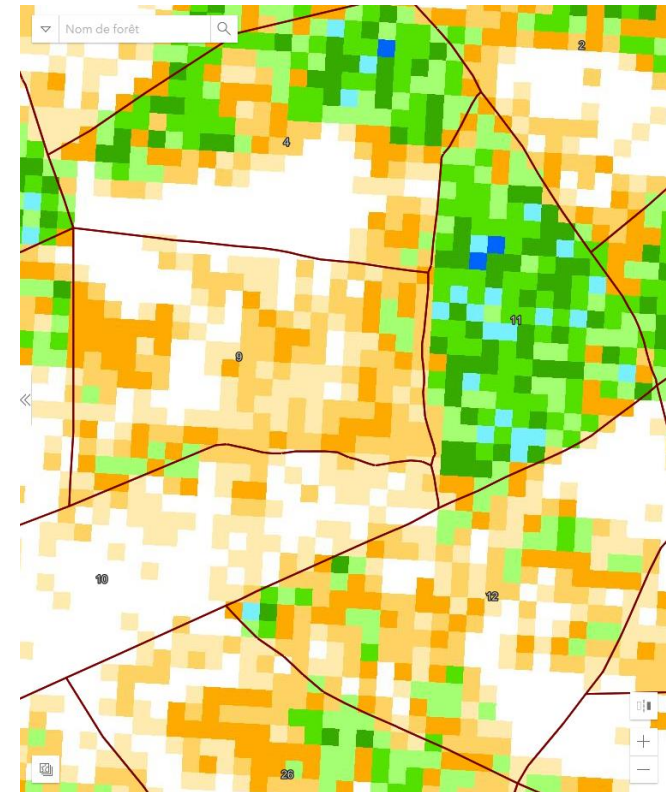
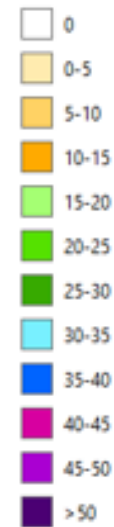
surf. terrière résineux c



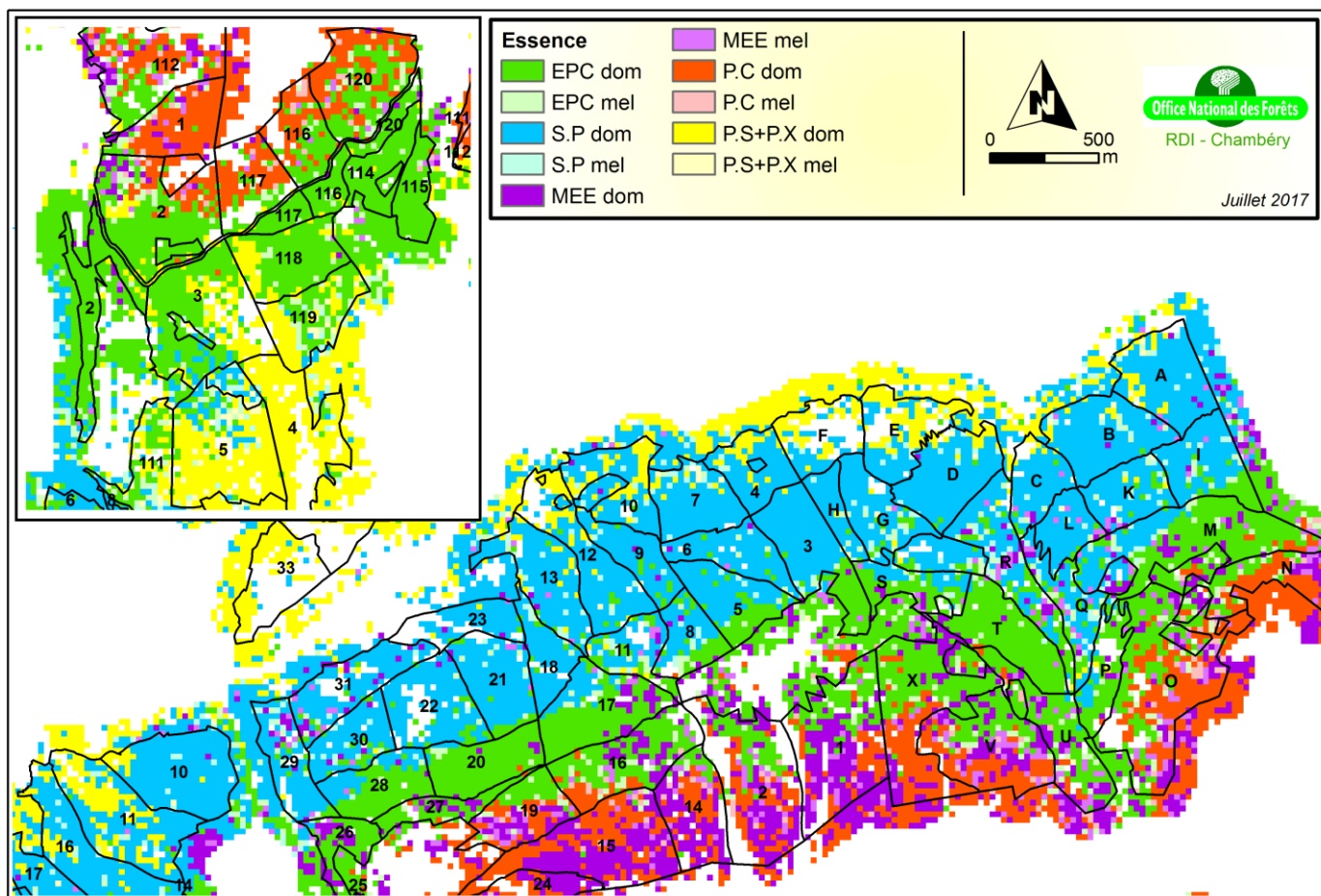
Paramètres forestiers

surf. terrière feuillus

surf. terrière feuillus



Une distinction entre résineux ou groupes de résineux



EPC : Epicéa (dominant ou en mélange=)
S.P : Sapin pectiné
MEE : Mélèze
P.C : Pin cembro
P.S + PX : Pin sylvestre et autres pins



Valorisation innovante du Lidar HD en forêt

1 – Production « industrialisée » de données dendrométriques quantitatives

2 – Améliorer la qualité des cartes de combustibilité des forêts pour la DFCI

- ✓ Expérimentation ONF/INRAE d'Avignon
- ✓ Calibrations spécifiques : ensemble des projets PACA et Corse

3 – Développer une modélisation d'un indice de maturité structurale

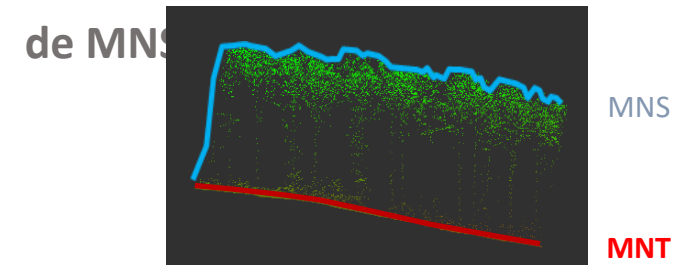
- ✓ Expérimentation ONF/INRAE de Grenoble
- ✓ Calibrations spécifiques : Corse, Haute-Savoie, Meuse, Centre

4 – Développer des modélisations dendrométriques à partir photogrammétriques

- ✓ Expérimentation ONF Bouches du Rhône pour la calibration
- ✓ Discussions ONF/IGN pour la production de MNS photogrammétriques











5 - Expérimenter l'utilisation de placettes IFN pour calibrer les modélisations dendrométriques

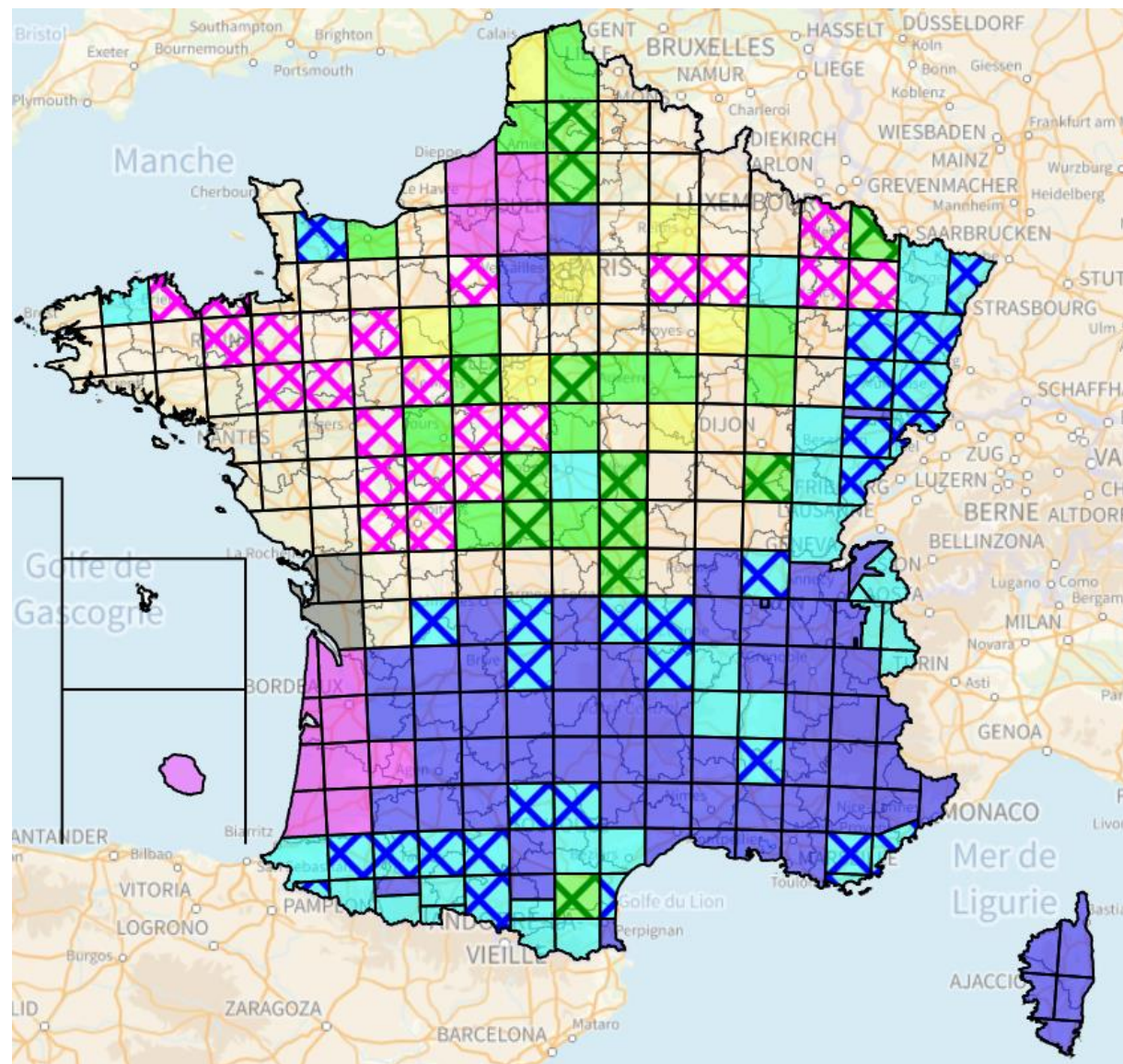
- ✓ Expérimentation ONF/IGN 2022-2023



Le programme Lidar HD France

Suivi des acquisition Lidar au 26 avril 2023

-  Nuage de point brut diffusé
-  Nuage de point brut validé
-  Nuage de point brut en phase de contrôle
-  Acquisition validée (en attente de reception des données)
-  Acquisition réalisée
-  Acquisition partielle à compléter
-  Acquisition au printemps/été 2023
-  Acquisition à l'hiver 2023/2024
-  Acquisition prévue d'ici 2025
-  Récupération des données en cours



Projets en cours de valorisation du Lidar HD pour la forêt : installation de réseaux de placettes de calibration

Etat des lieux au 26/01/2023

- Projets engagés (placettes en cours de mesures, ou organisation arrêtée)
- Hors projets antérieurs ou réalisés en dehors du programme France relance

Ile de France

Rambouillet, Chantilly, Cerisy 22 280 ha de forêts publiques,
Hêtraies domaniales de Haute-Normandie et vallée de la Seine 64 070 ha de forêts publiques,
Boulonnais et Nieppe 6 400 ha de forêts publiques,

Centre

bassin ligérien
185 000 ha de forêts publiques
63 000 ha de forêts privées

Occitanie

Lozère, Montagnes de Hautes-Pyrénées et Haute-Garonne, Sud Tarn et Aveyron, Somail
151 000 ha de forêts publiques,
78 400 ha de forêt privées

Grand Est

Massif des Vosges et Sundgau
375 000 ha de forêts publiques,
200 000 ha de forêts privées
Forêts plaine ouest région
246 200 ha de forêts publiques

Bourgogne-Franche-Comté

Massif Jurassien, Val de Saône et Haute-Saône
307 000 ha de forêts publiques
320 000 ha de forêts privées

AURA

Haute-Savoie, Savoie, Isère, Pilat, Chambarans, Montagnes d'Auvergne
302 500 ha de forêts publiques,
302 000 ha de forêts privées

PACA

Ensemble de la région (4 projets)
402 000 ha de forêts publiques



Corse

Toutes les forêts publiques
150 000 ha de forêts publiques
89 800 ha de forêts privées

Projets en cours de valorisation du Lidar HD pour la forêt : Zoom sur le bassin ligérien

Les chiffres de l'observatoire des chênaies du bassin ligérien

Forêt publique

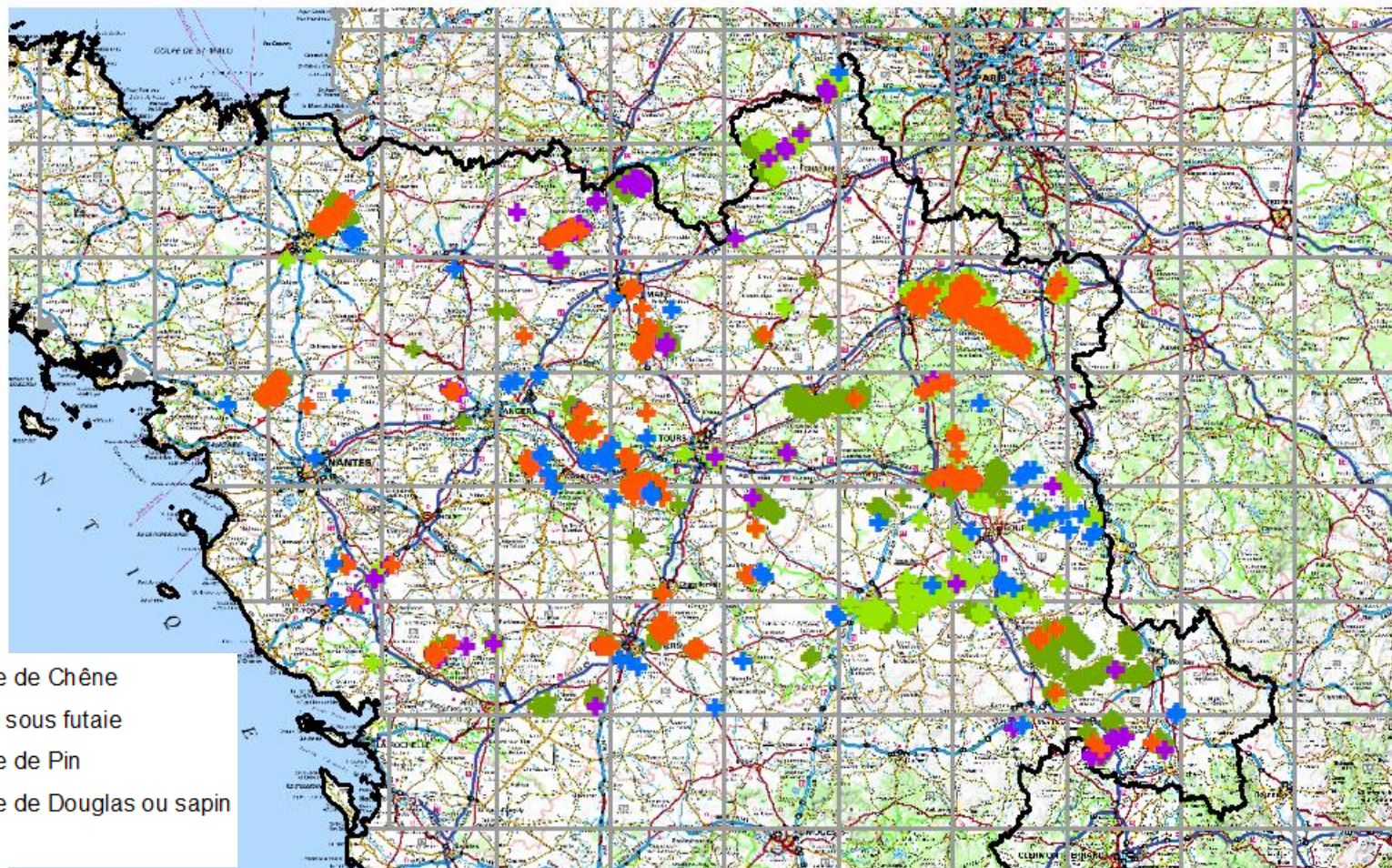
Environ 185 000 ha inventoriés et calibrés,
dont 130 000 ha de chênaies

1680 placettes dont 950 en chênaies
Environ une placette pour 110 ha de forêt

Budget pour l'installation des placettes et la
modélisation des données (hors coût
d'acquisition des données LIDAR HD)
= 421 000 €

Forêt privée

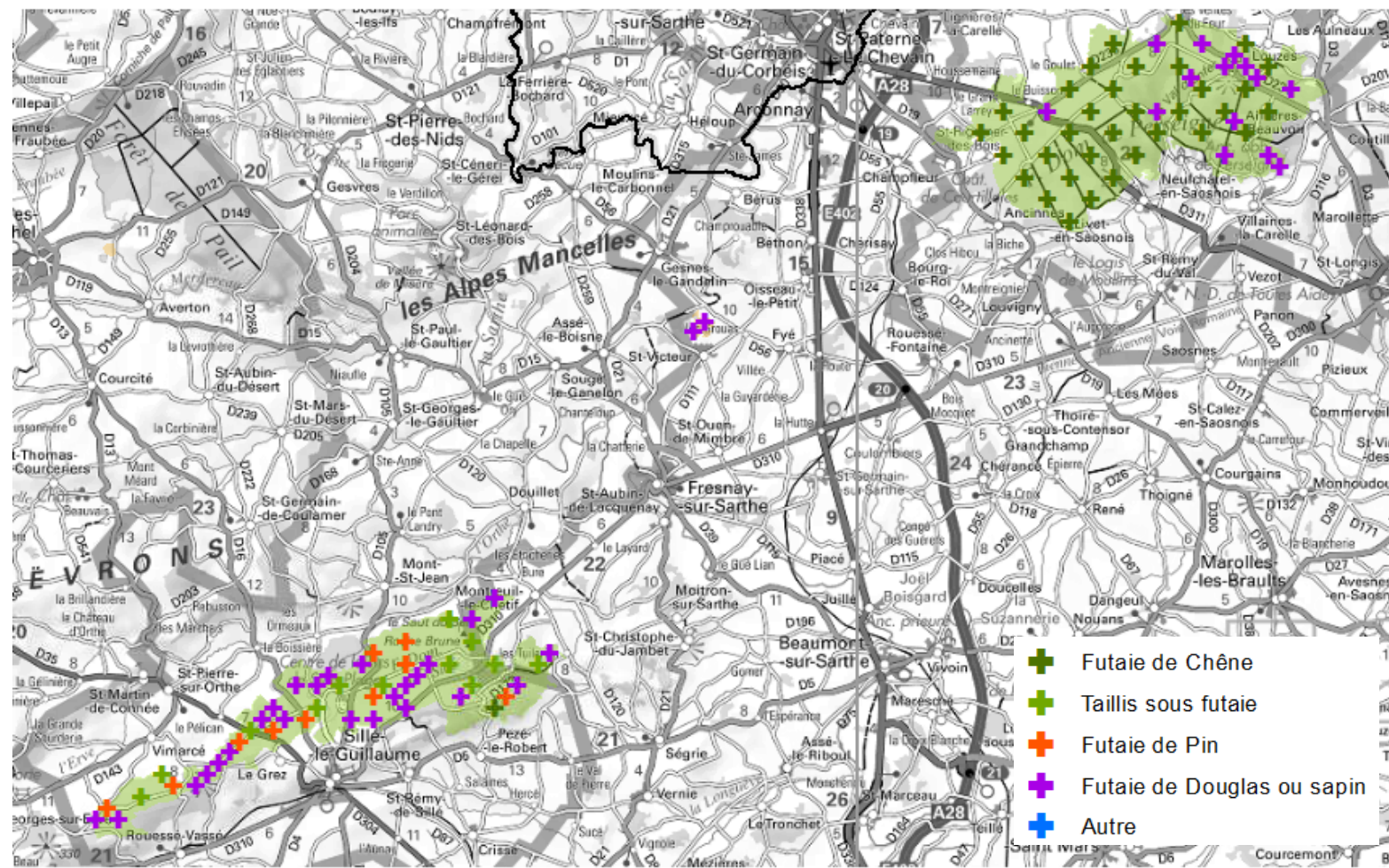
Propriétés gérées par Unisylva
Centre Val de Loire et Allier
63 000 ha de forêts
350 placettes



Projets en cours de valorisation du Lidar HD pour la forêt : Zoom sur le bassin ligérien

Les chiffres de l'observatoire des chênaies du bassin ligérien

Une stratification par grand type de peuplement



Projets en cours de valorisation du Lidar HD pour la forêt : Zoom sur le bassin ligérien

Avancement de la phase terrain

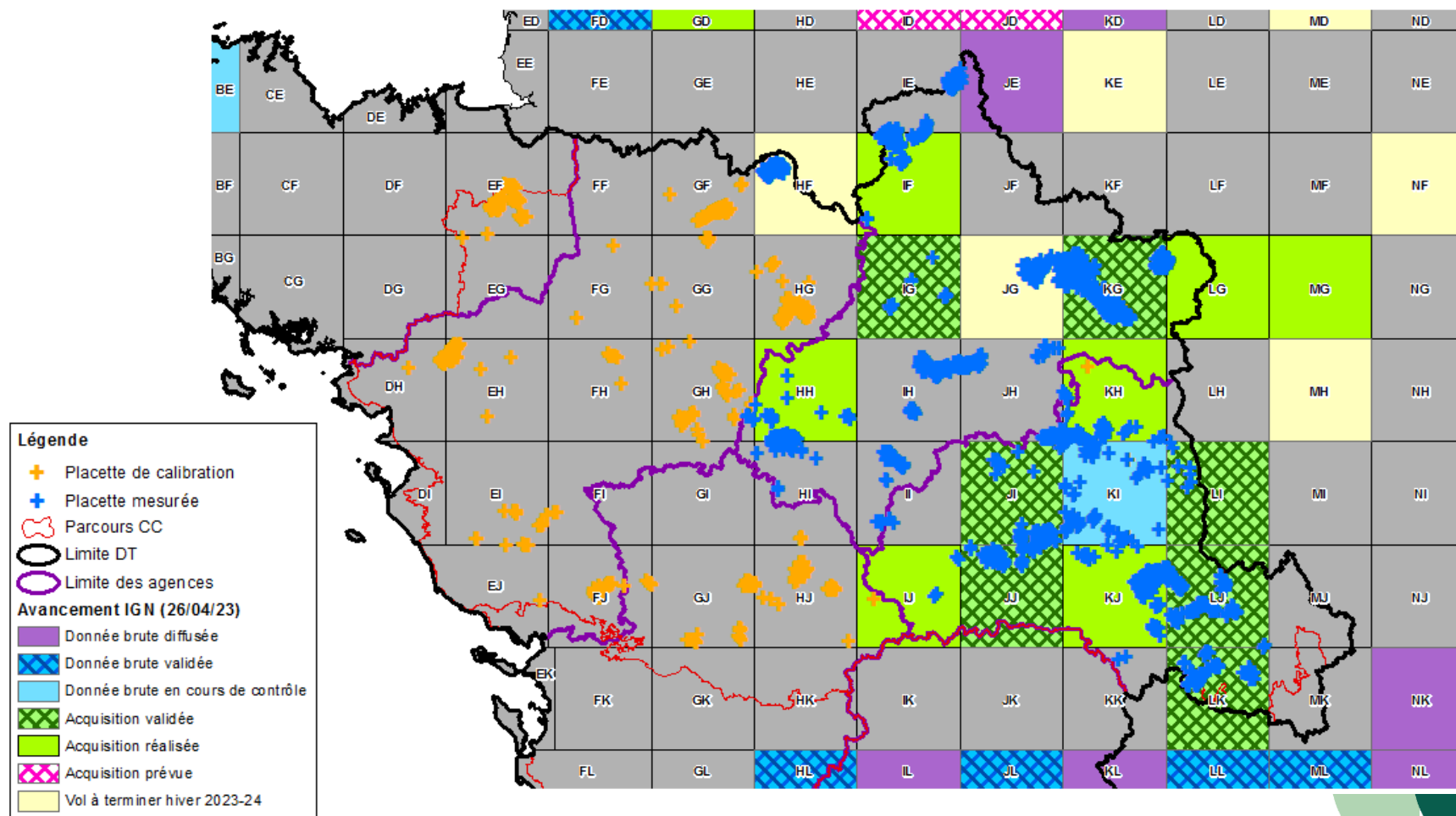
Forêt publique

1187 placettes mesurées

469 placettes à faire hiver 2023-24

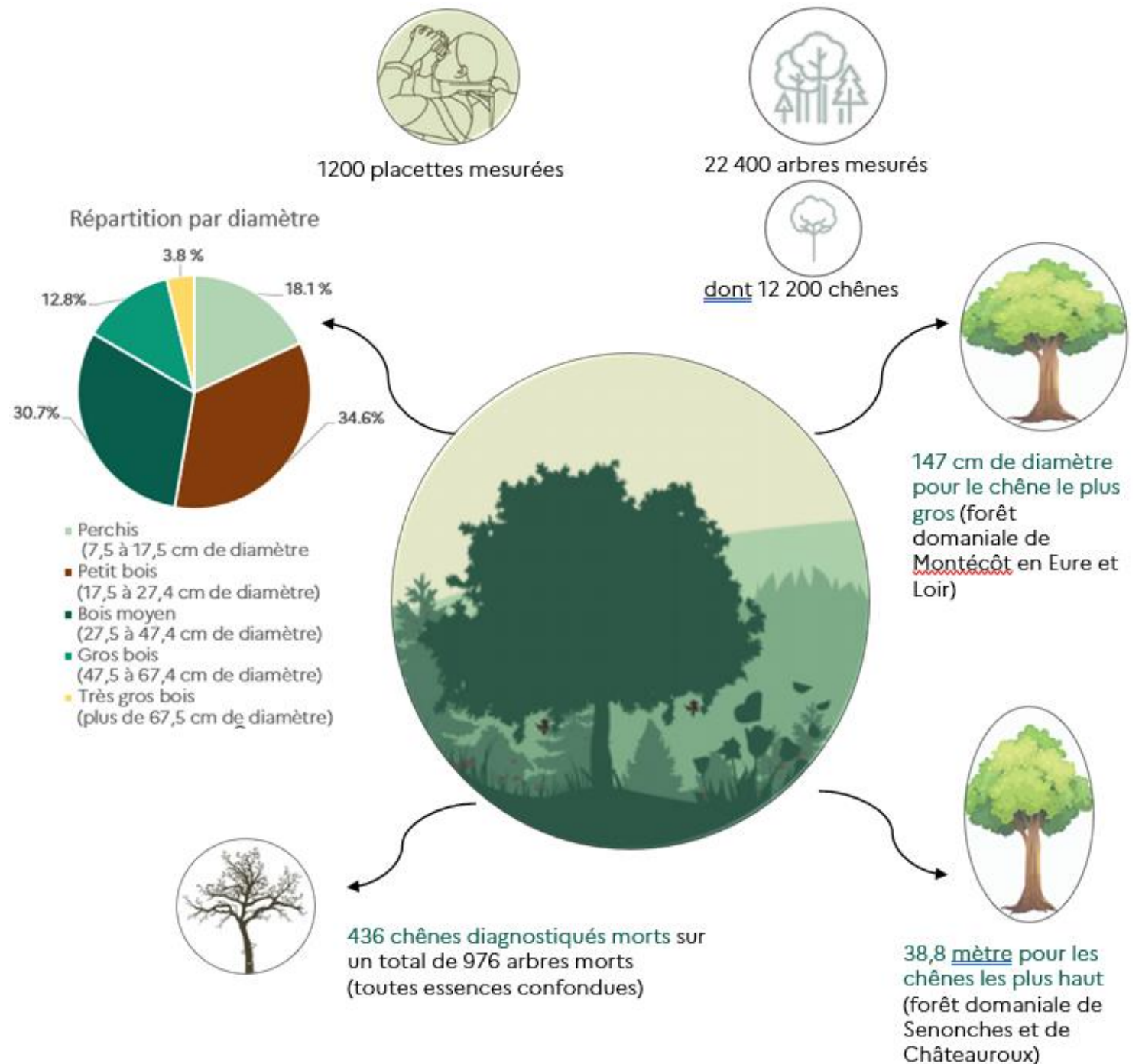
Forêt privée

350 placettes mesurées





Avancement de l'observatoire des chênaies du bassin ligérien mai 2023





Projets en cours de valorisation du Lidar HD

Surface des projets en cours pour la valorisation du Lidar HD par la production de cartes de données dendrométriques modélisées

Indicateurs au 26/01/2023

Total = 3 266 000 ha

- 2 212 000 ha publics
- 1 054 000 ha privés

A noter que quelques centaines de milliers d'ha ont été modélisés antérieurement au LIDAR HD

Toute la forêt publique ne sera pas modélisée.





En conclusion sur la valorisation du LIDAR HD en forêt


Le MNT LIDAR HD France entière va améliorer et optimiser nos pratiques en lien avec le sol :

- Exploitabilité et desserte en forêt, protection du sol,
- Suivi des mouvements de terrain (montagne et dunes), modélisation d'évènement pour les risques naturels (incendies, inondation, chutes de blocs, érosion ...)

Le MNH LIDAR HD France entière va améliorer notre connaissance de la forêt:

- Hauteur des peuplements,
- Suivi de la gestion forestière

Le LIDAR HD France entière participe à une évolution majeure de l'évaluation et du suivi des peuplements forestiers publics :

- Informations sur les peuplements à une résolution fine (l'unité de gestion),
 - Dispositifs de calibration et de suivi avec des approches massifs (versus forêts),
 - Première brique d'un suivi en continu de la ressource à pas de temps d'environ 5 ans, pour ajuster la gestion au fil des évolutions climatiques (versus tous les 20 ans)
- 



Office National des Forêts

Réseau des référents et spécialistes Lidar à l'ONF

Référent national : F Coq

DT Seine-Nord	
Référent DT :	P Miller
Spécialiste DT :	P Miller
Référent RDI :	A Munoz

DT Grand Est		
Référent DT :	S Labbe	C Kern
	T Basse	M N Gillot
Spécialiste DT :	L Dietz	C Kern
	M Leguillier	V Perez
Référent RDI :	A Piboule	

DT Bourgogne-Franche-Comté		
Référent DT :	P Obstetar	
Spécialiste DT :	P Obstetar	C Breant
Référent RDI :	J Bock	

DT Centre-Ouest-Aquitaine		
Référent DT :	J Mollard	
	F Sejourne	M Paturel
Spécialiste DT :	B Destribats (niv.1)	M Boulogne
Référent RDI :	J Bock	

DT Auvergne-Rhône-Alpes		
Référent DT :	F Zelmire	
Spécialiste DT :	J P Grillet	A Hedel
	V Bonnetain (niv.1)	
Référent RDI :	C Riond	

DT Midi-Méditerranée		
Référent DT :	T Villiers	
Spécialiste DT :	L Crespy	N Landes
	V Durinck	
Référent RDI :	C Riond	

DR Corse	
Référent DT :	G Fanget
Spécialiste DT :	J Madary
Référent RDI :	A Munoz

DR Guyane-Martinique-Guadeloupe-Réunion		
Référent DT :	C Bedeau	
Spécialiste DT :	C Bedeau	A Cuvelier
Référent RDI :	C Bedeau	

