



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 :

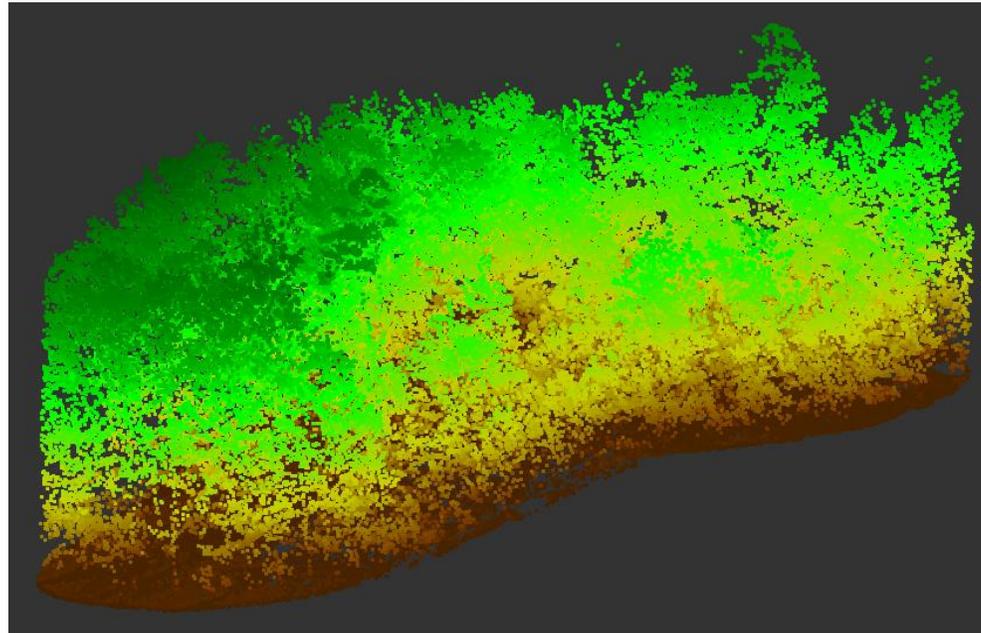
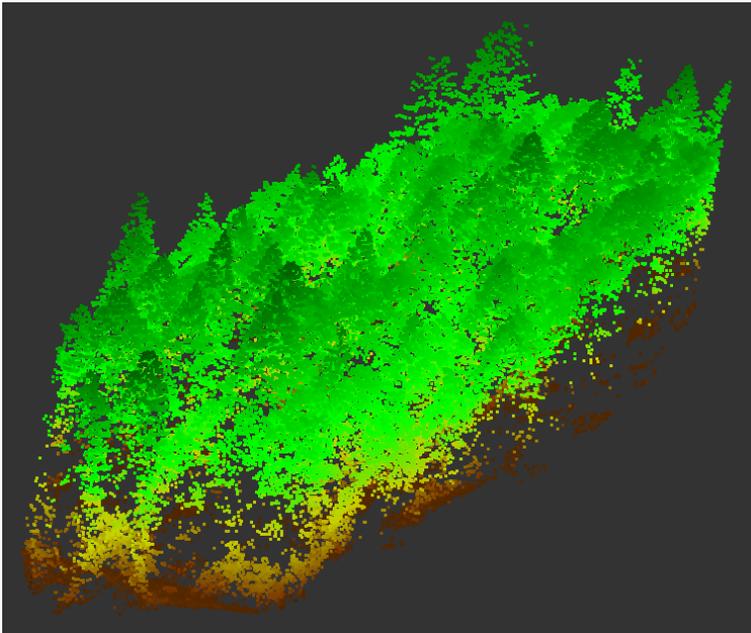
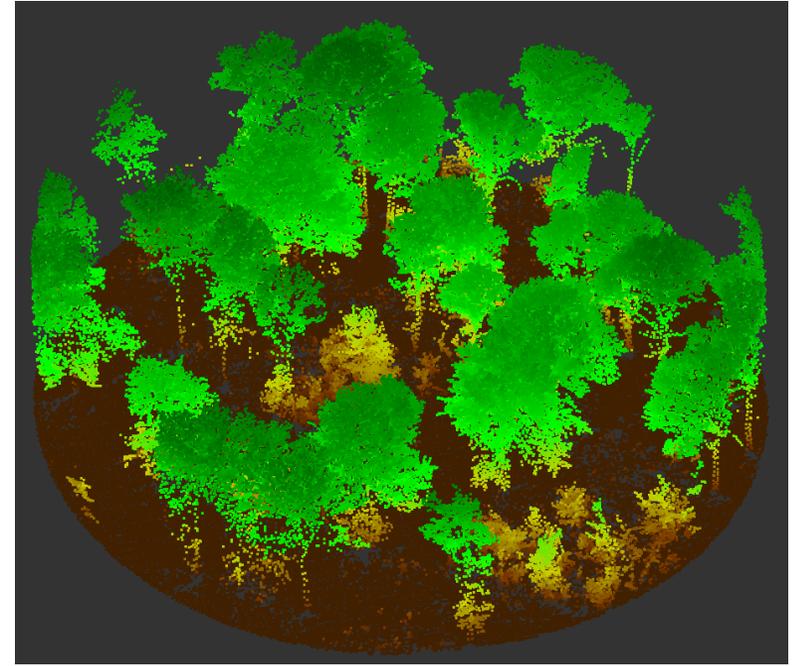
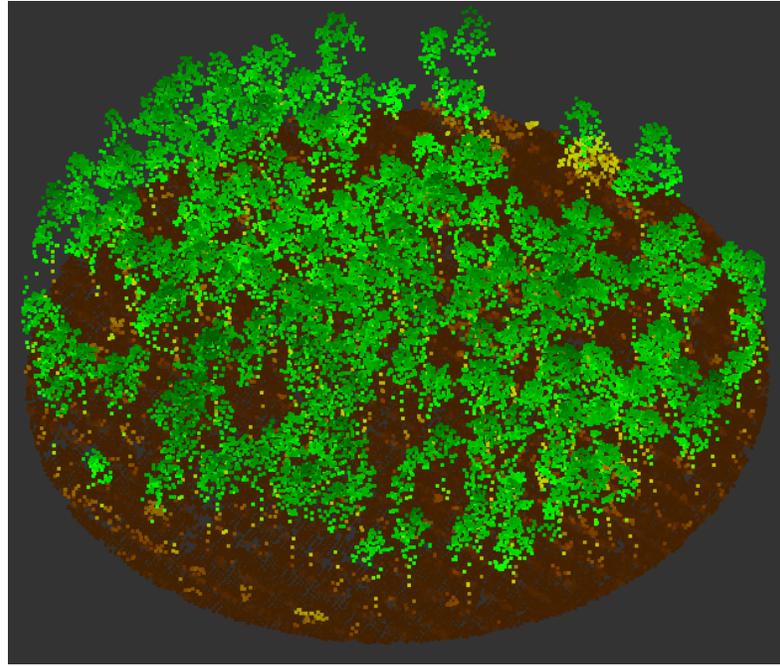
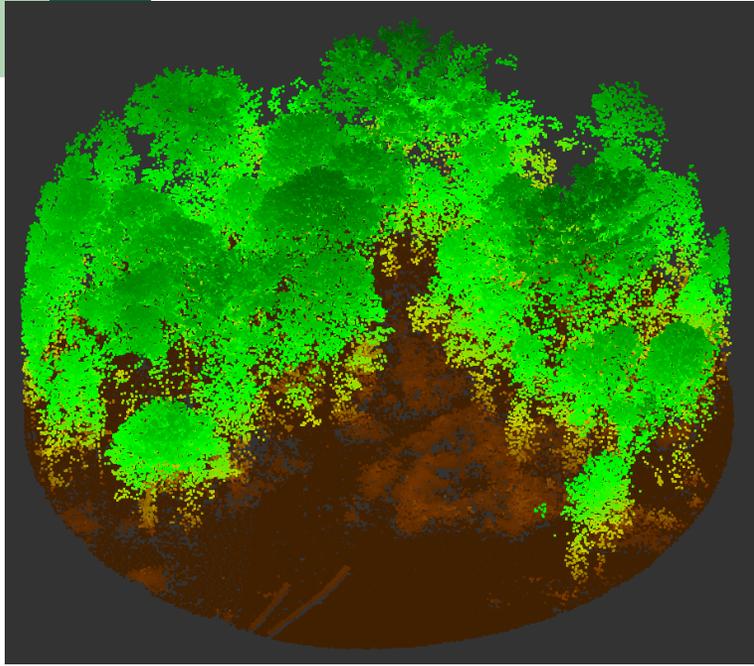
- Modèle numérique de terrain (MNT)
- Modèle numérique de hauteur (MNH)

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



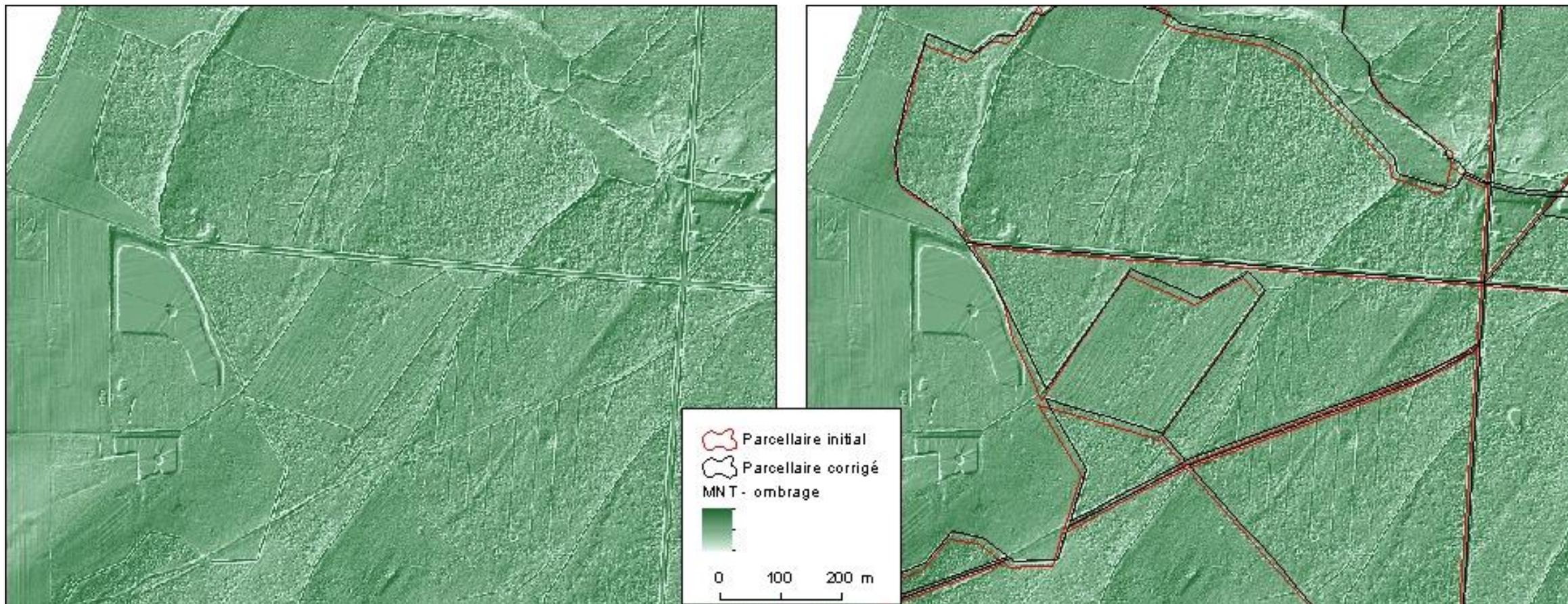
- A partir de ces nuages de points :
  1. On peut obtenir directement un certain nombre de produits standards, dont :
    - Modèle numérique de terrain : décrivant finement la topographie du sol
    - Modèle numérique de hauteur : décrivant finement le modelé de la canopée
  2. En installant des placettes 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



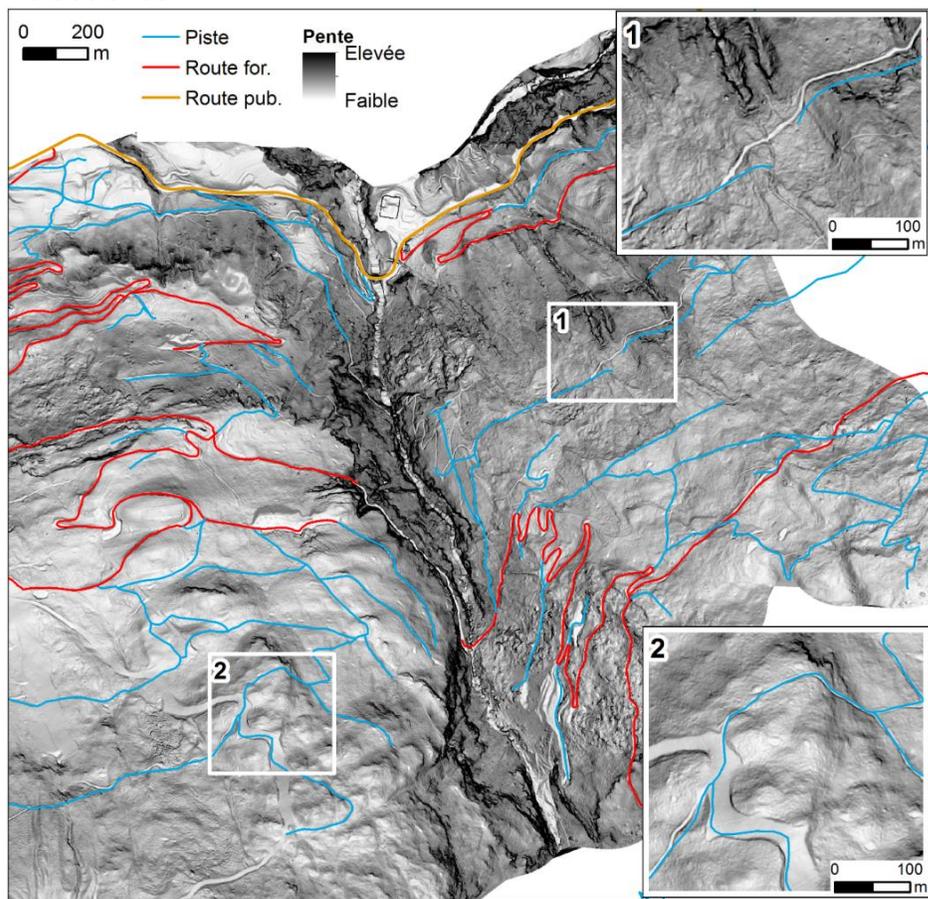
*FD d'Orléans - massif des Bordes*

# Les données standards LIDAR

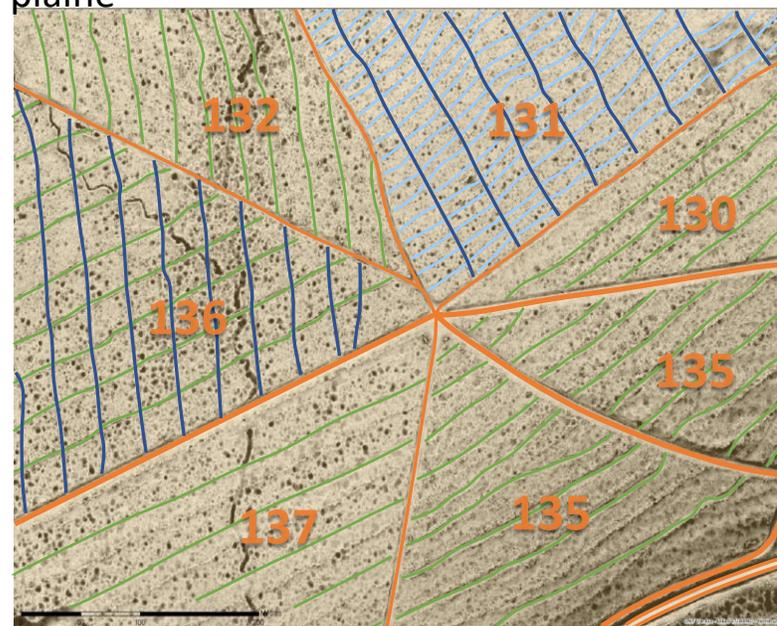
Usages forestiers du Modèle Numérique de Terrain

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



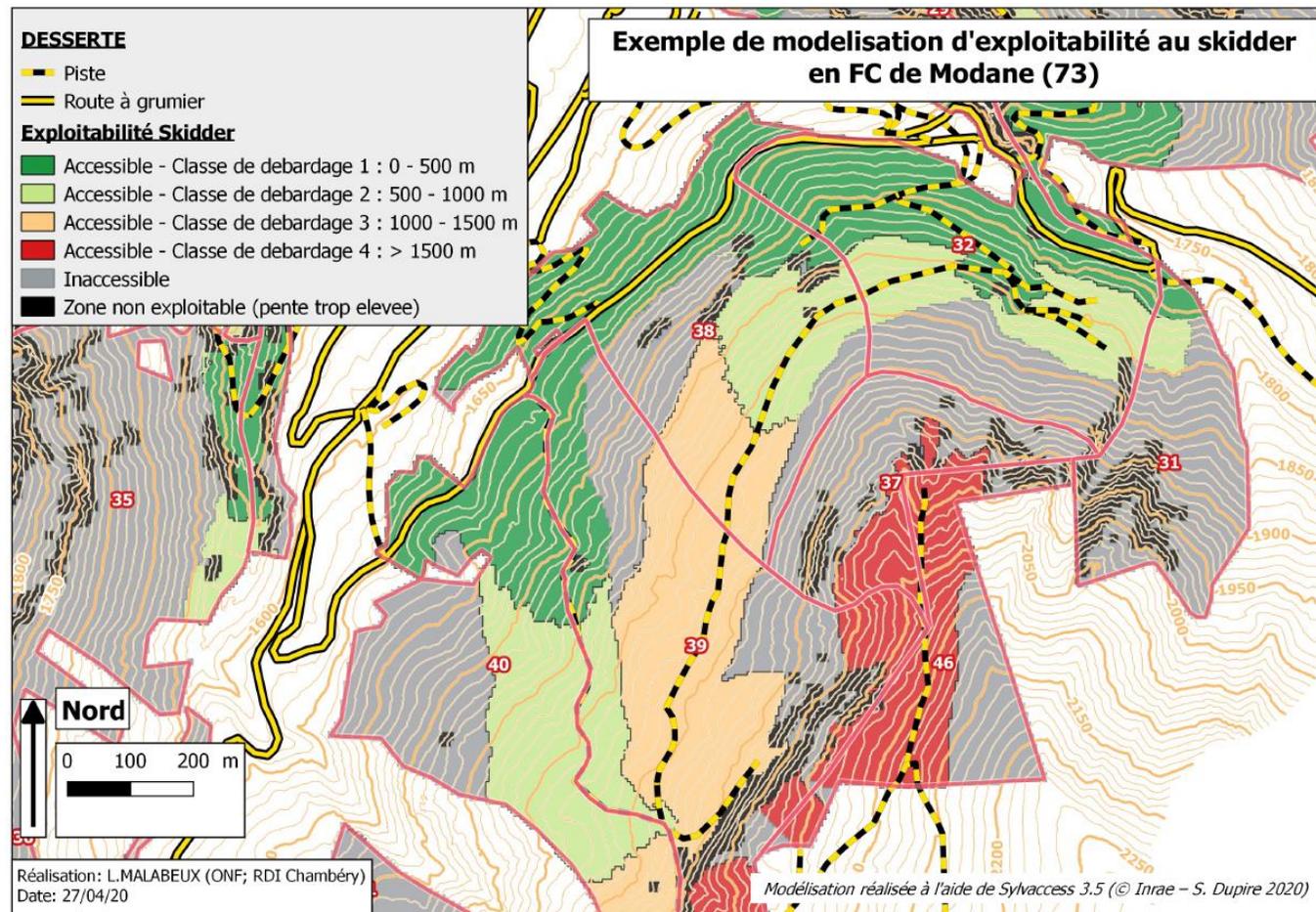
# Les données standards LIDAR

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.

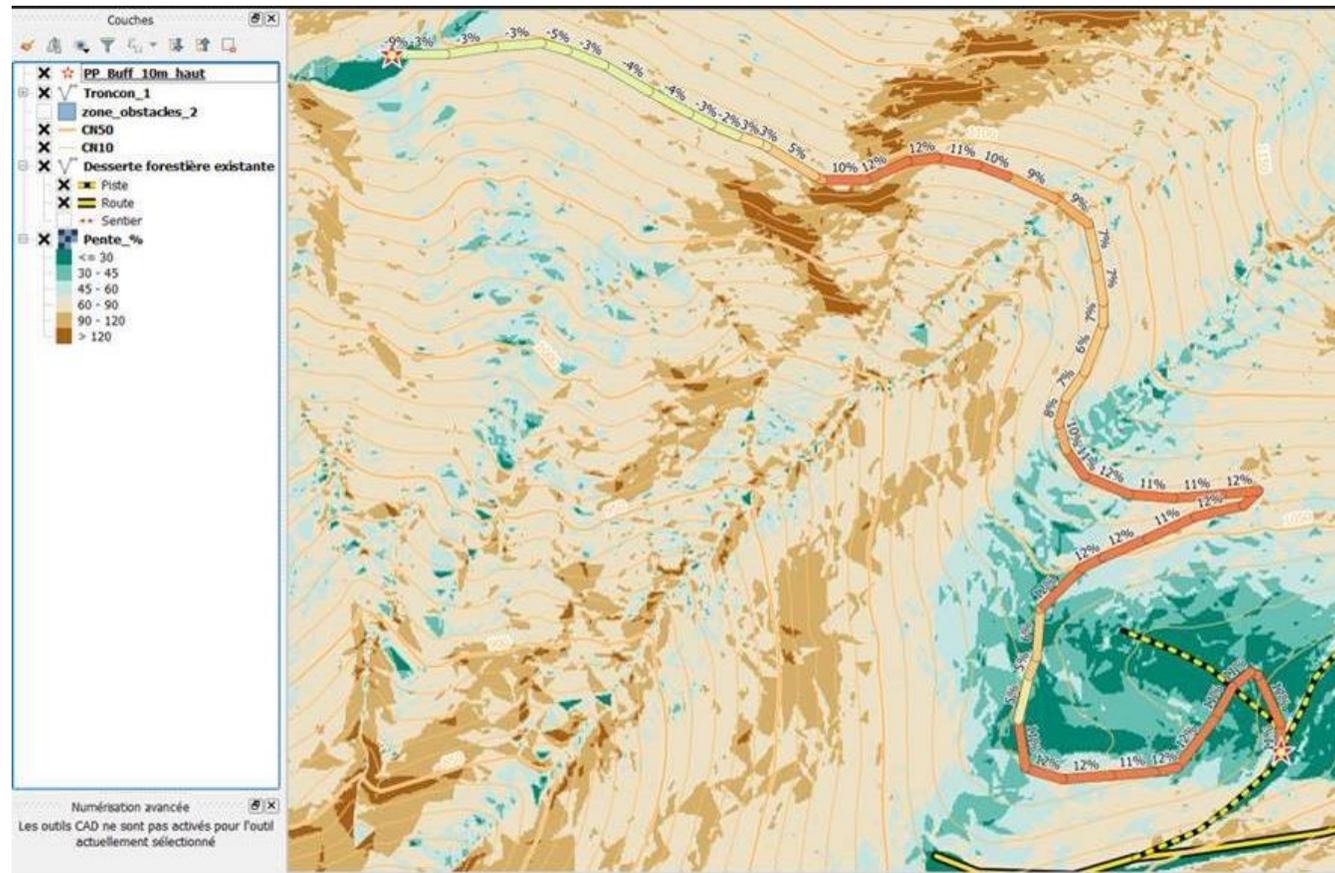


# Les données standards LIDAR

Usages forestiers du Modèle Numérique de Terrain

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

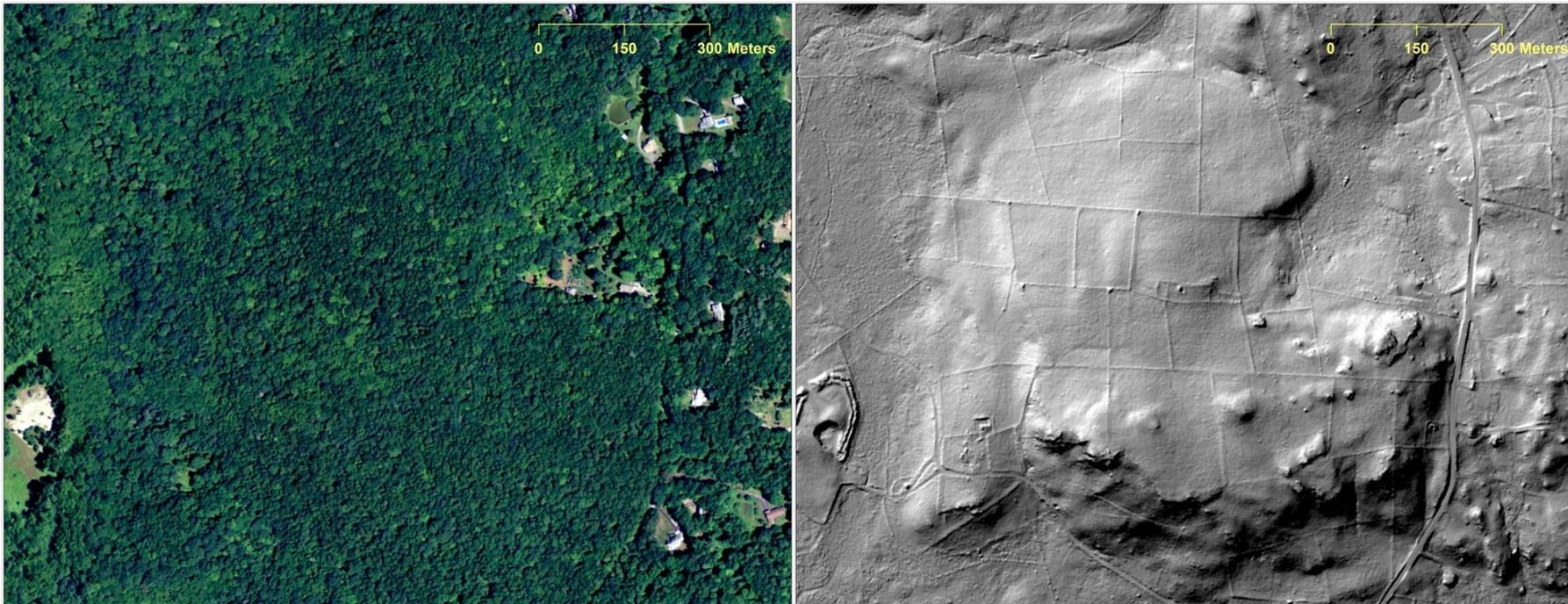
Exemple de scénario de tracé de desserte forestière entre un point A et un point B, qui optimise la pente (< 12 %) et le volume de déblais-remblais



# Les données standards LIDAR

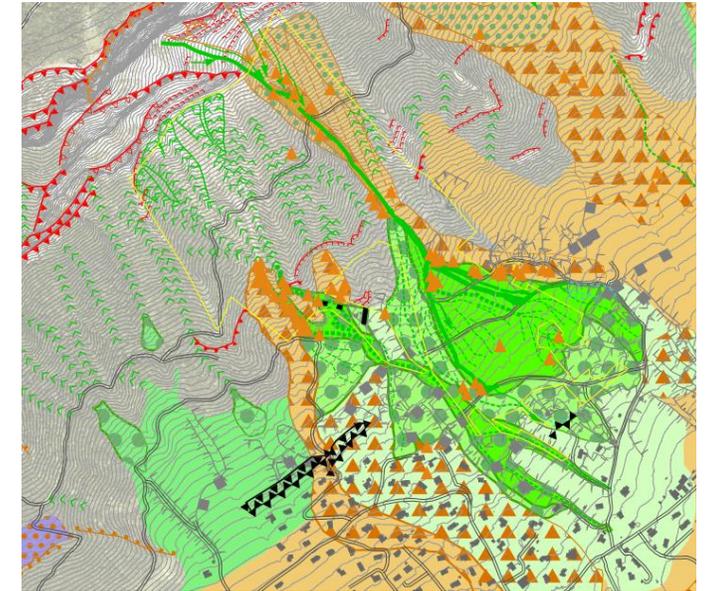
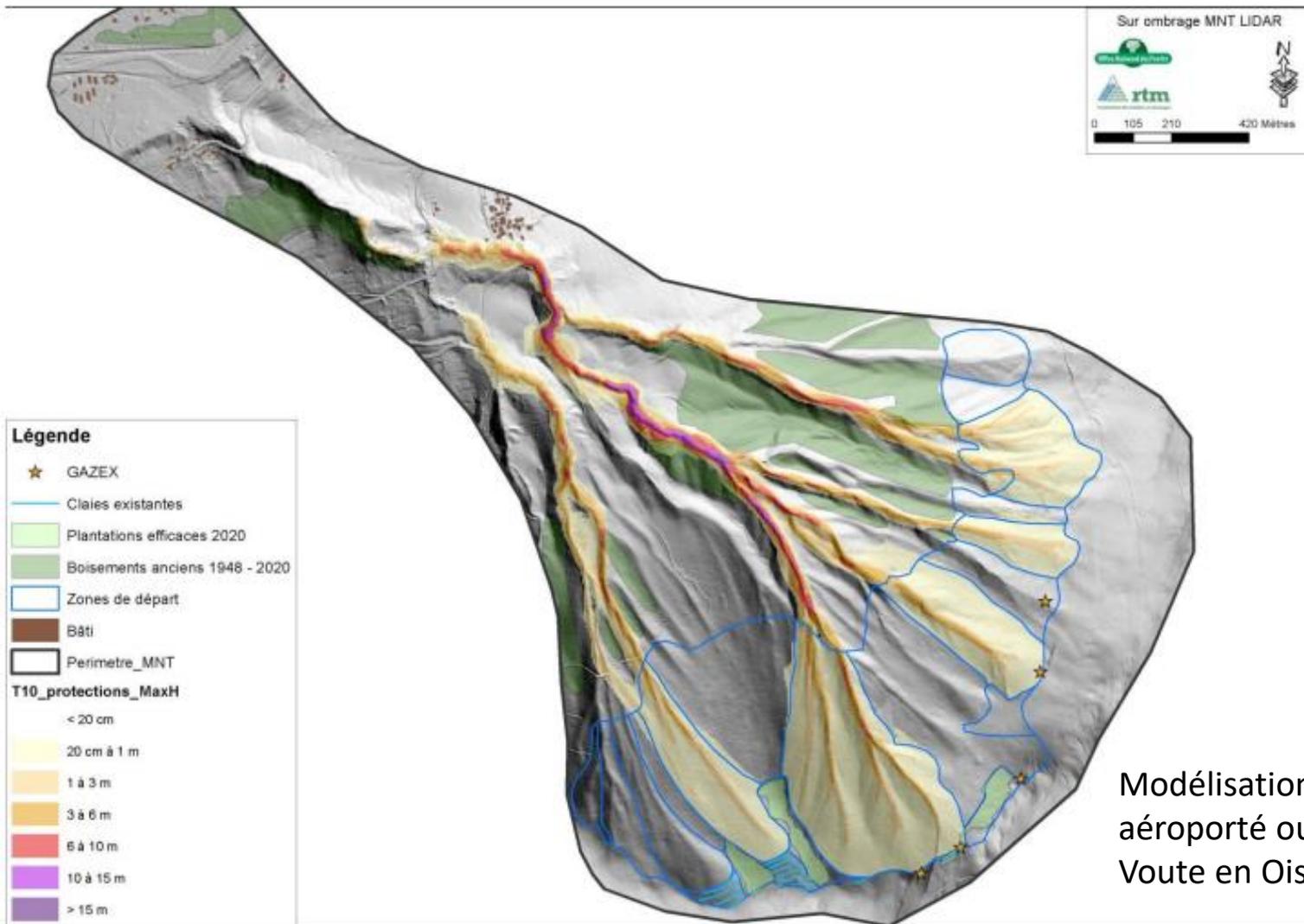
Usages forestiers du Modèle Numérique de Terrain

**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



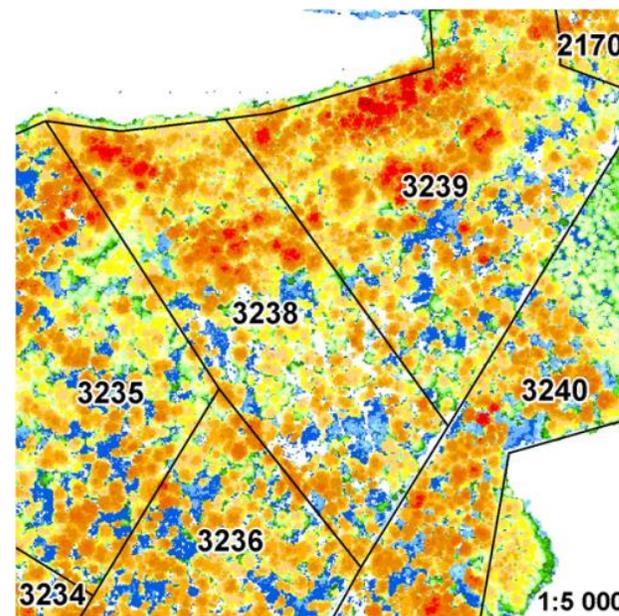
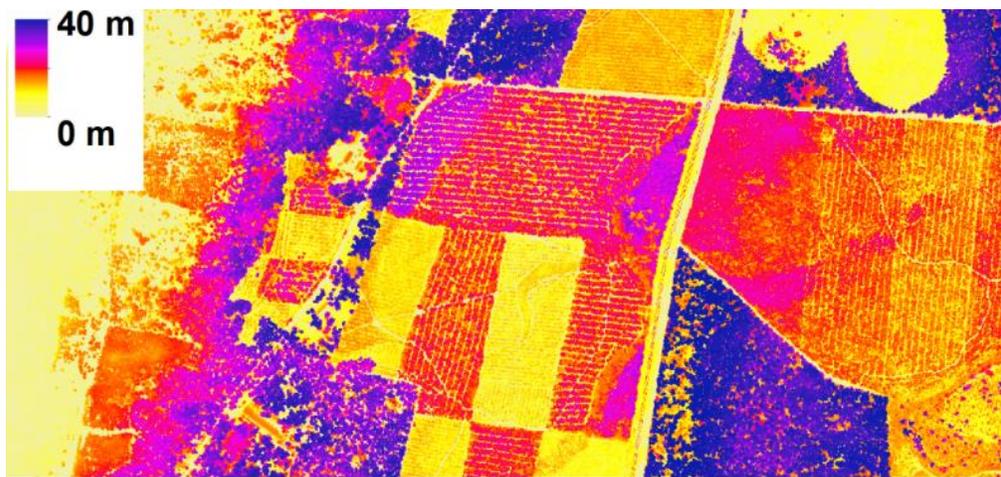
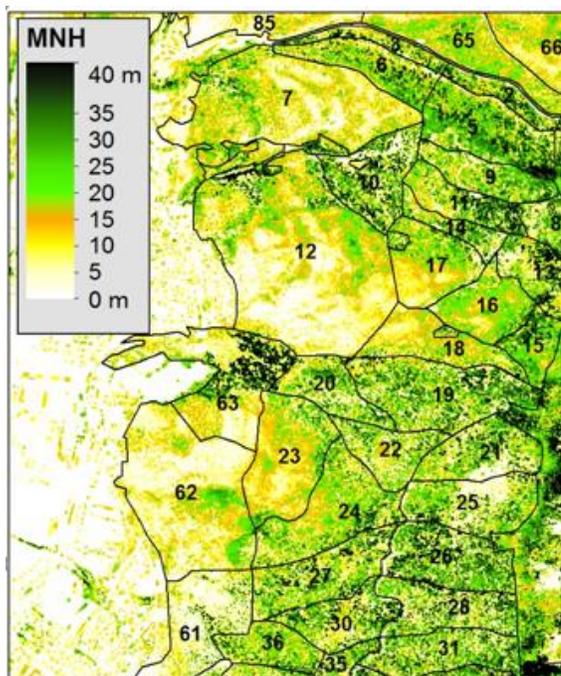
# Les données standards LIDAR

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).



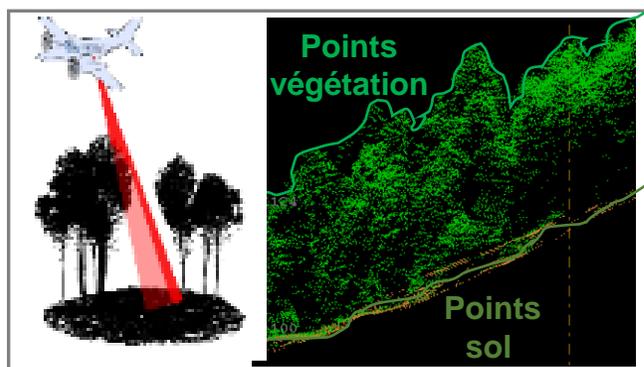
# La modélisation de paramètres forestiers avec du LIDAR

Principe général de modélisation à partir de LIDAR aérien

Acquisition de données LiDAR et terrain

Calculs et traitements

Valorisation des données produites



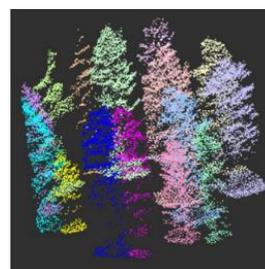
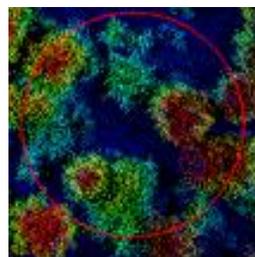
**1. Mission LiDAR**  
*(Nuage de points 3D classifié)*



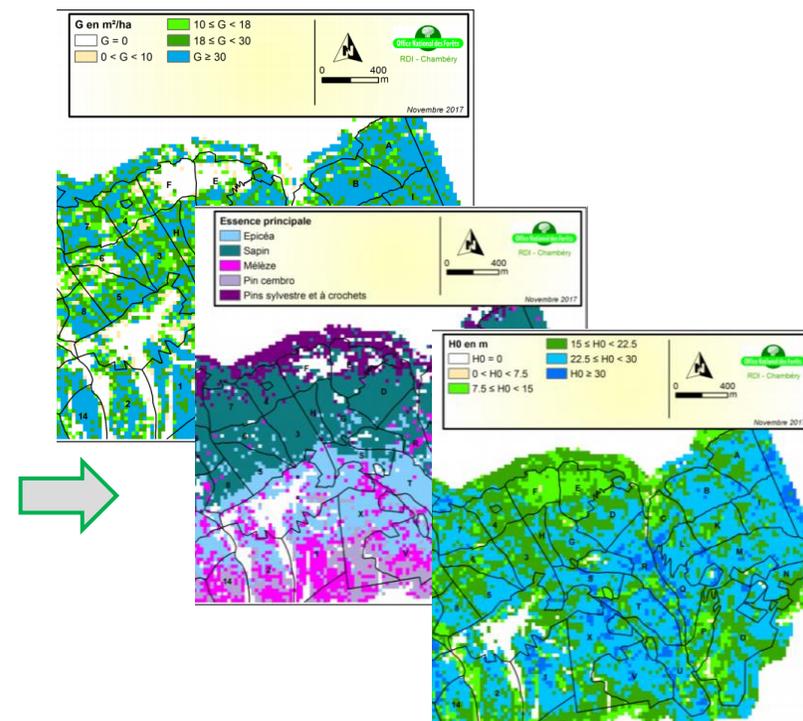
**2. Placettes de calibration**  
*(Placettes circulaires)*



Référence terrain indispensable



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



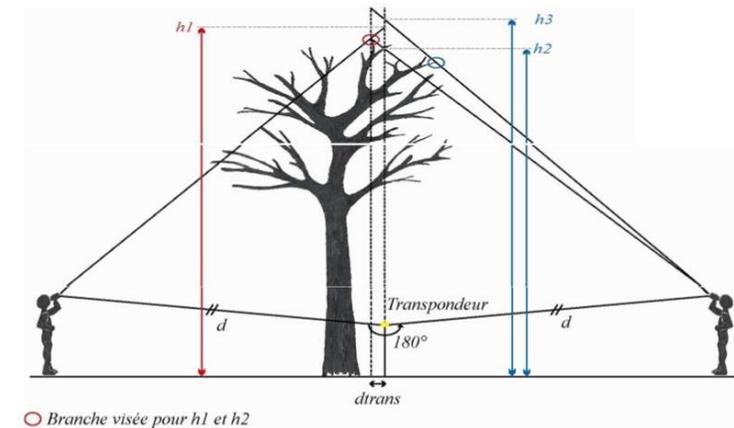
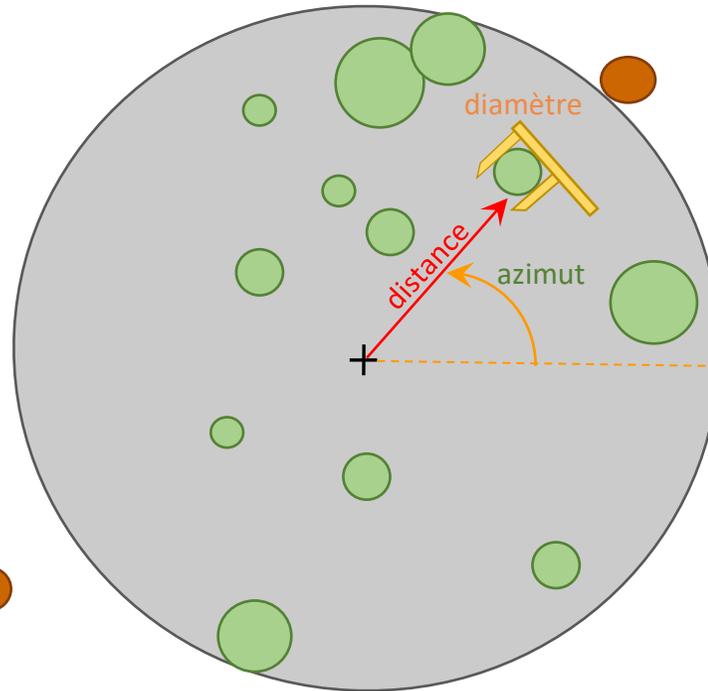
**4. Production de cartes dendrométriques et de synthèses**

# 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.



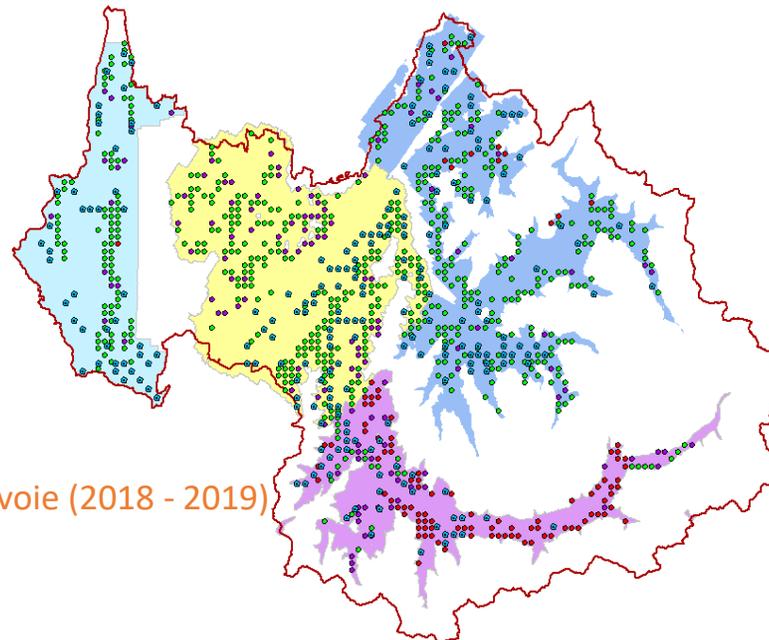
Mesures réalisées suivant un protocole précis et détaillé des caractéristiques à prendre, la qualité est un enjeu majeur.

# La modélisation de paramètres forestiers avec du LIDAR

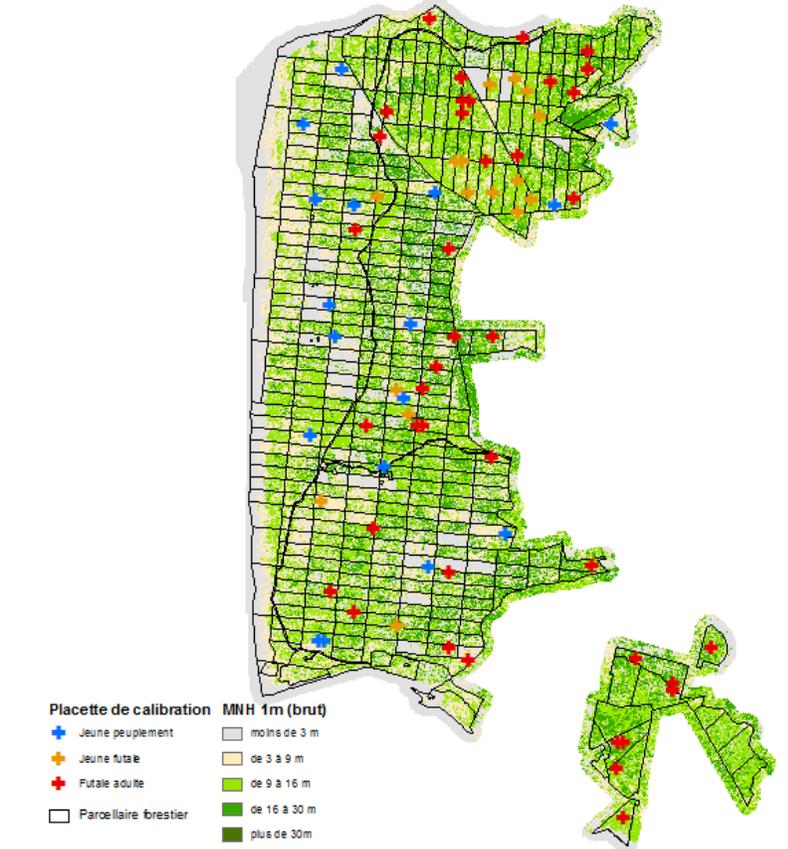
## Les placettes de calibration : la vérité de terrain

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 :
  - D'une placette tous les 25 ha (sur une forêt seule), à une tous les 500 ha (massif des Vosges)
  - Le plus souvent en forêt publique
  - 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.



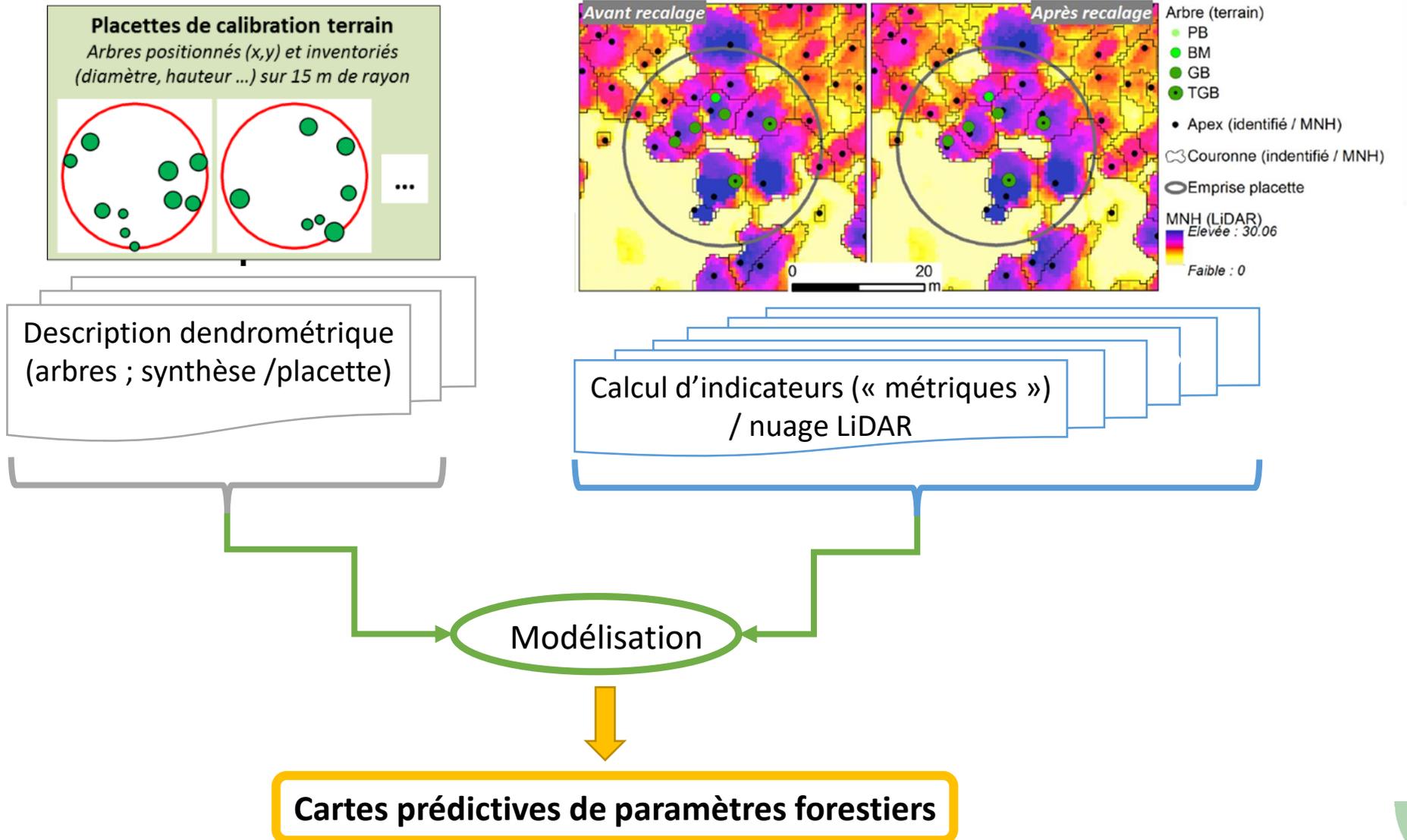
Réseau de placettes de calibration de la Savoie (2018 - 2019)



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

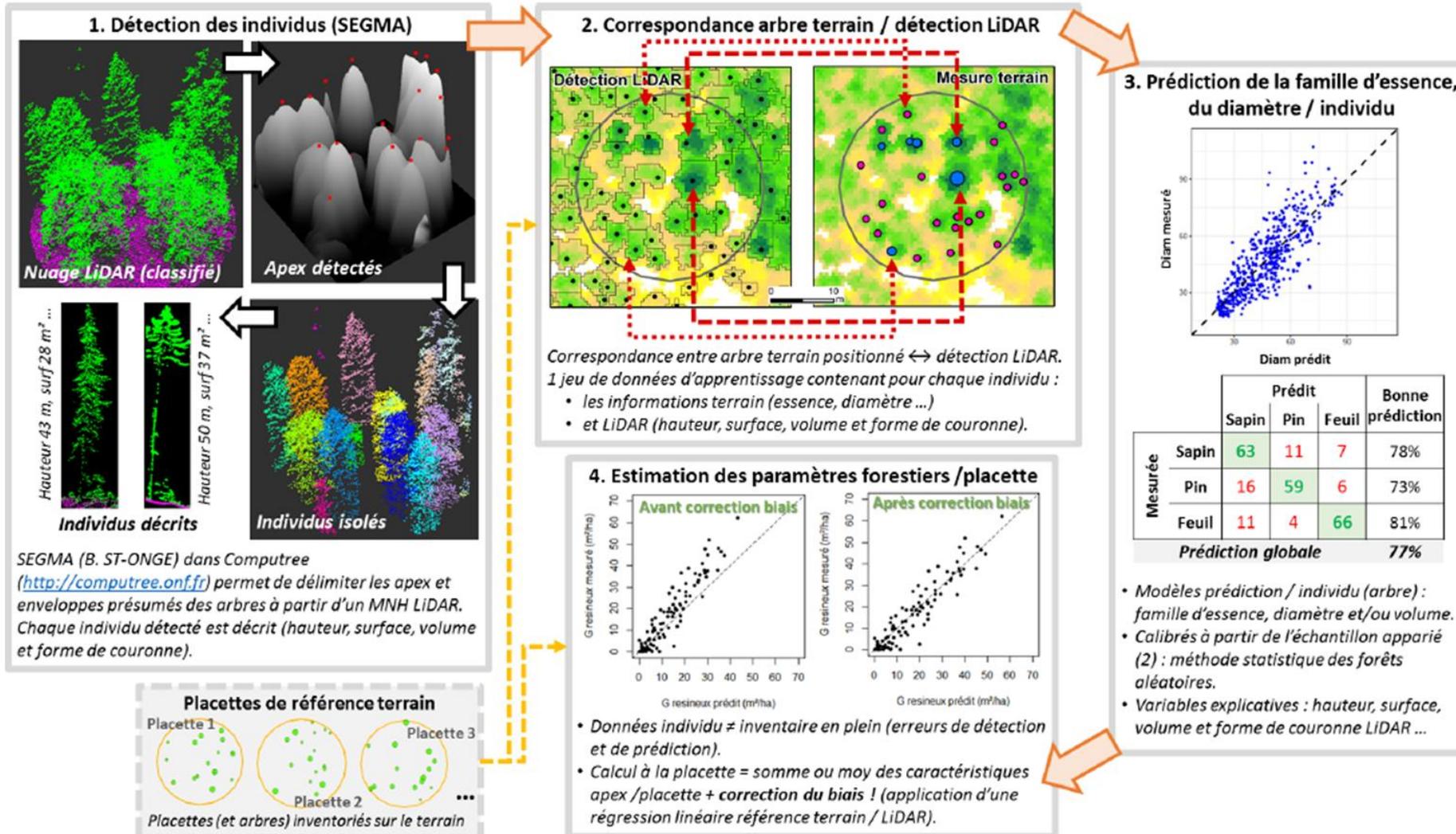
# La modélisation de paramètres forestiers avec du LIDAR

Modélisation = Relations statistiques entre informations de terrain et Lidar



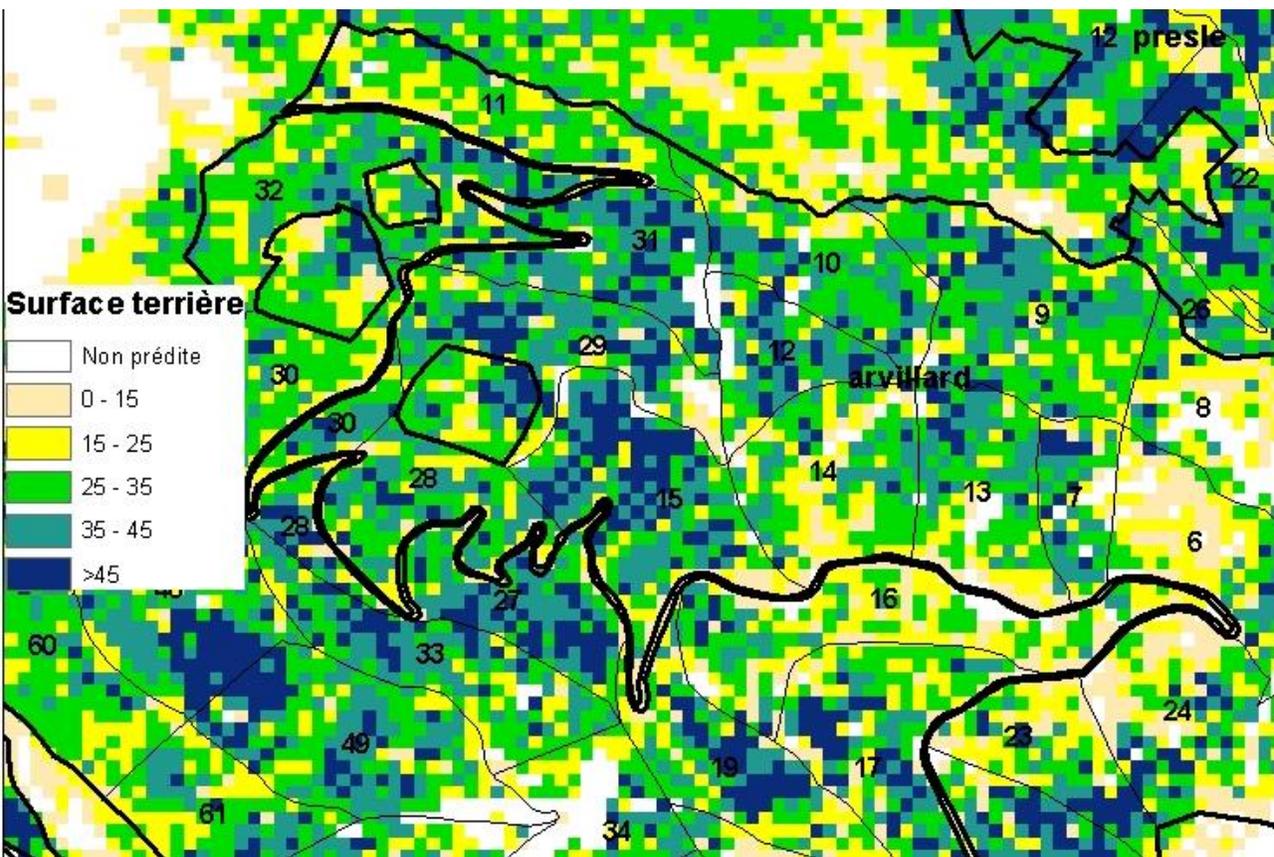
# La modélisation de paramètres forestiers avec du LIDAR

Modélisation = Relations statistiques entre informations de terrain et Lidar

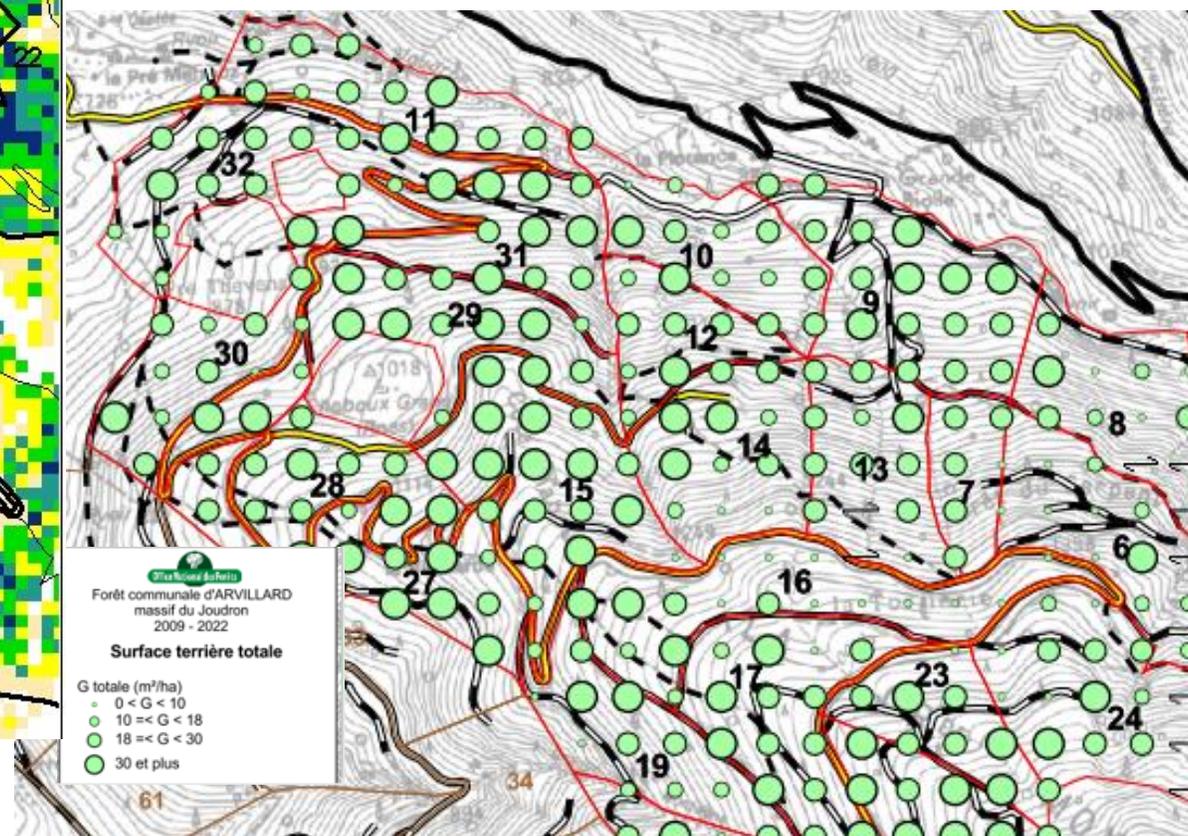


Données modélisées à partir du LIDAR aérien

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



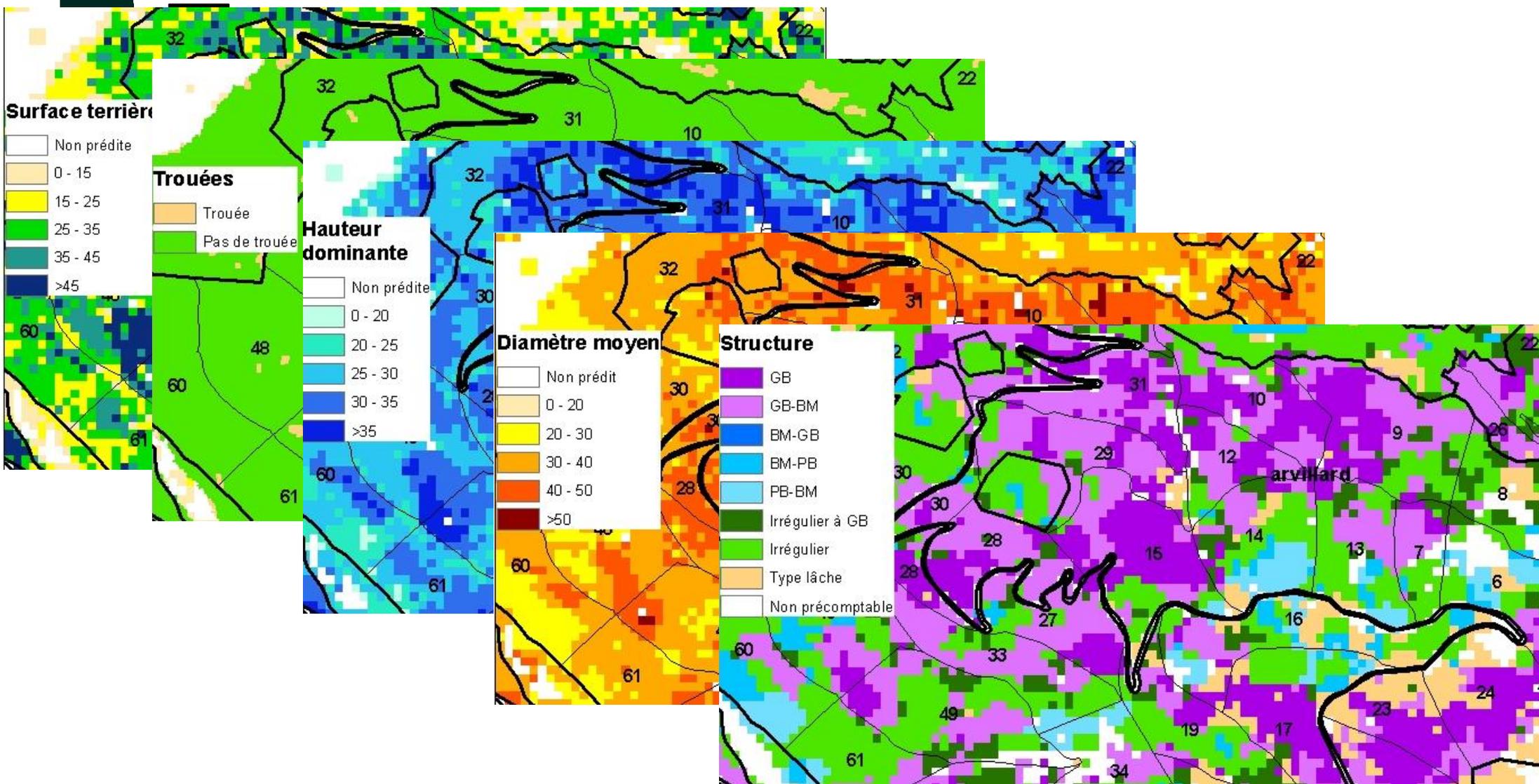
Carte Surface terrière prédite LiDAR FC d'Arvillard  
Placettes de l'Observatoire Savoie : 1 placette/130 ha



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





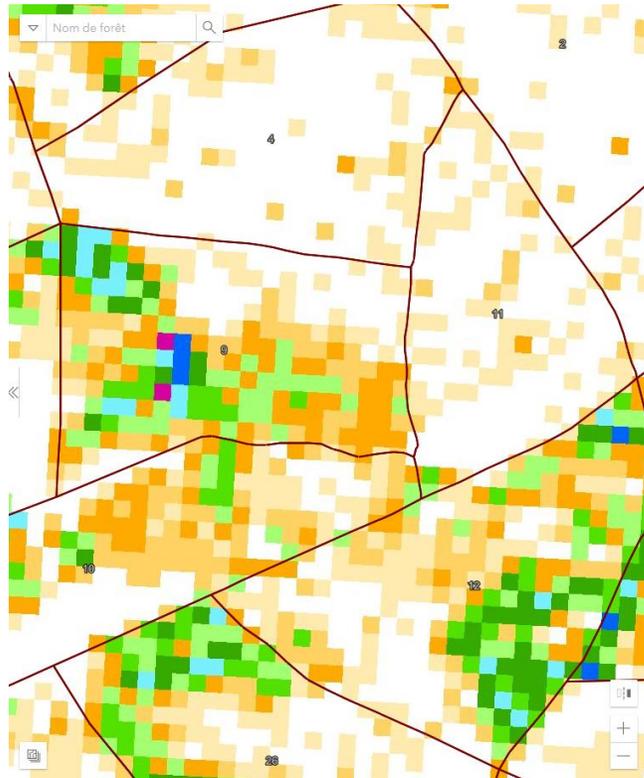
# Données modélisées à partir du LIDAR aérien

## Une bonne distinction entre feuillus et résineux

### Paramètres forestiers

surf. terrière résineux divers

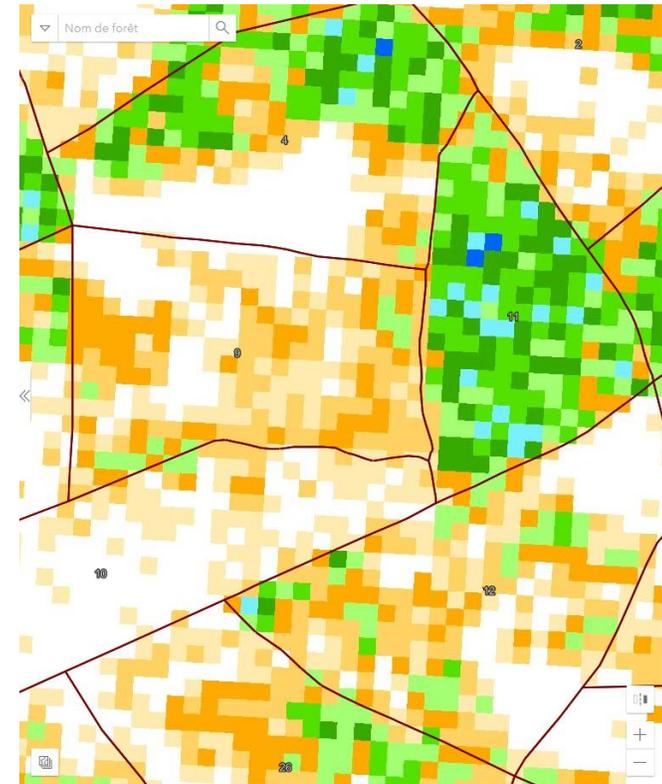
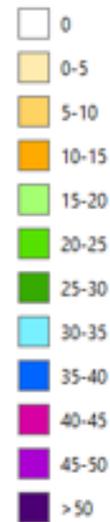
surf. terrière résineux c



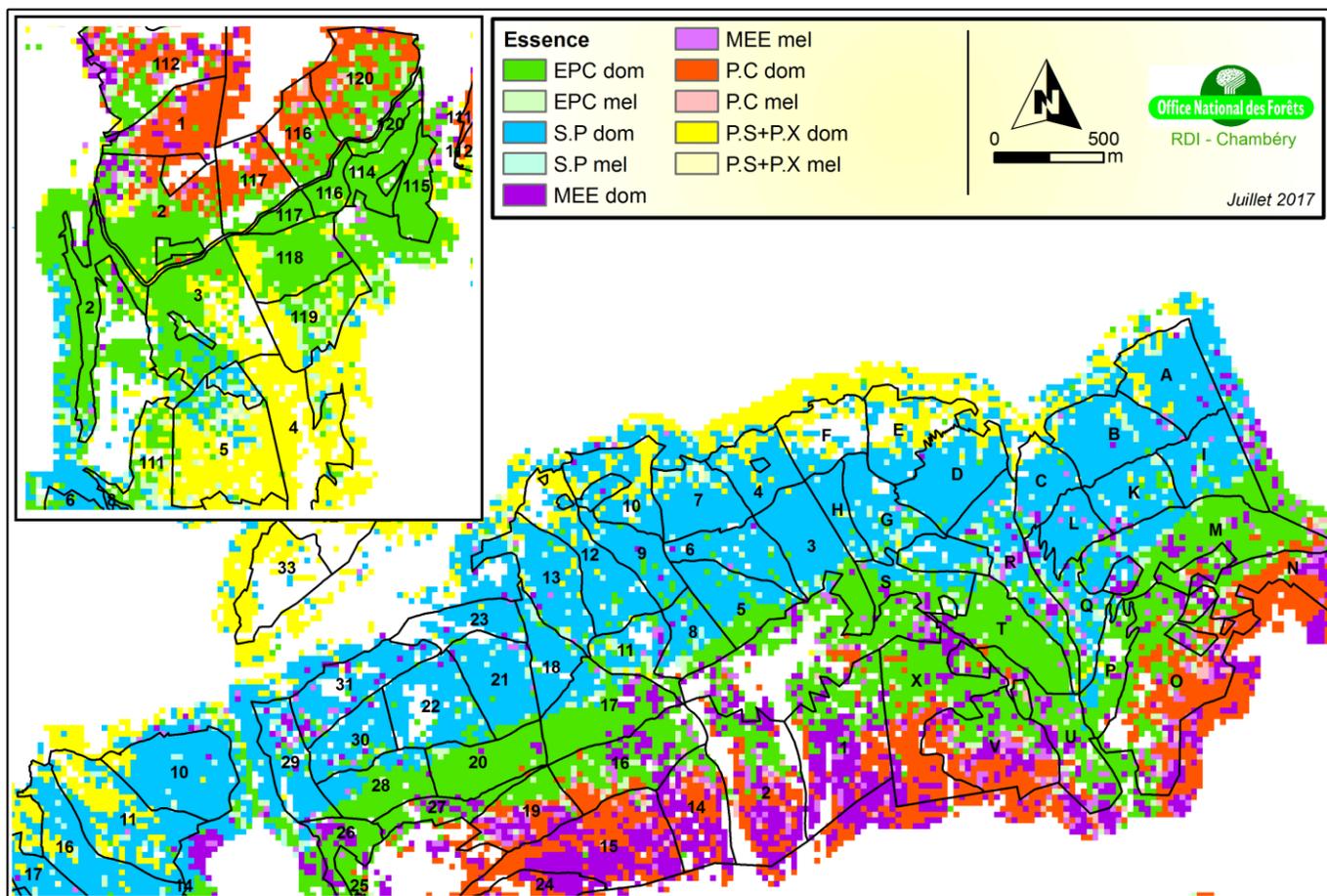
### Paramètres forestiers

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

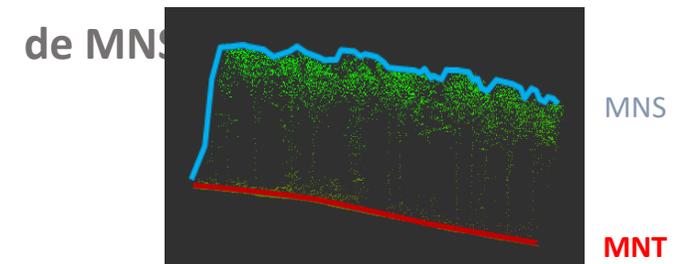
- ✓ Expérimentation ONF/INRAE de Grenoble
- ✓ Calibrations spécifiques : Corse, Haute-Savoie, Meuse, Centre

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

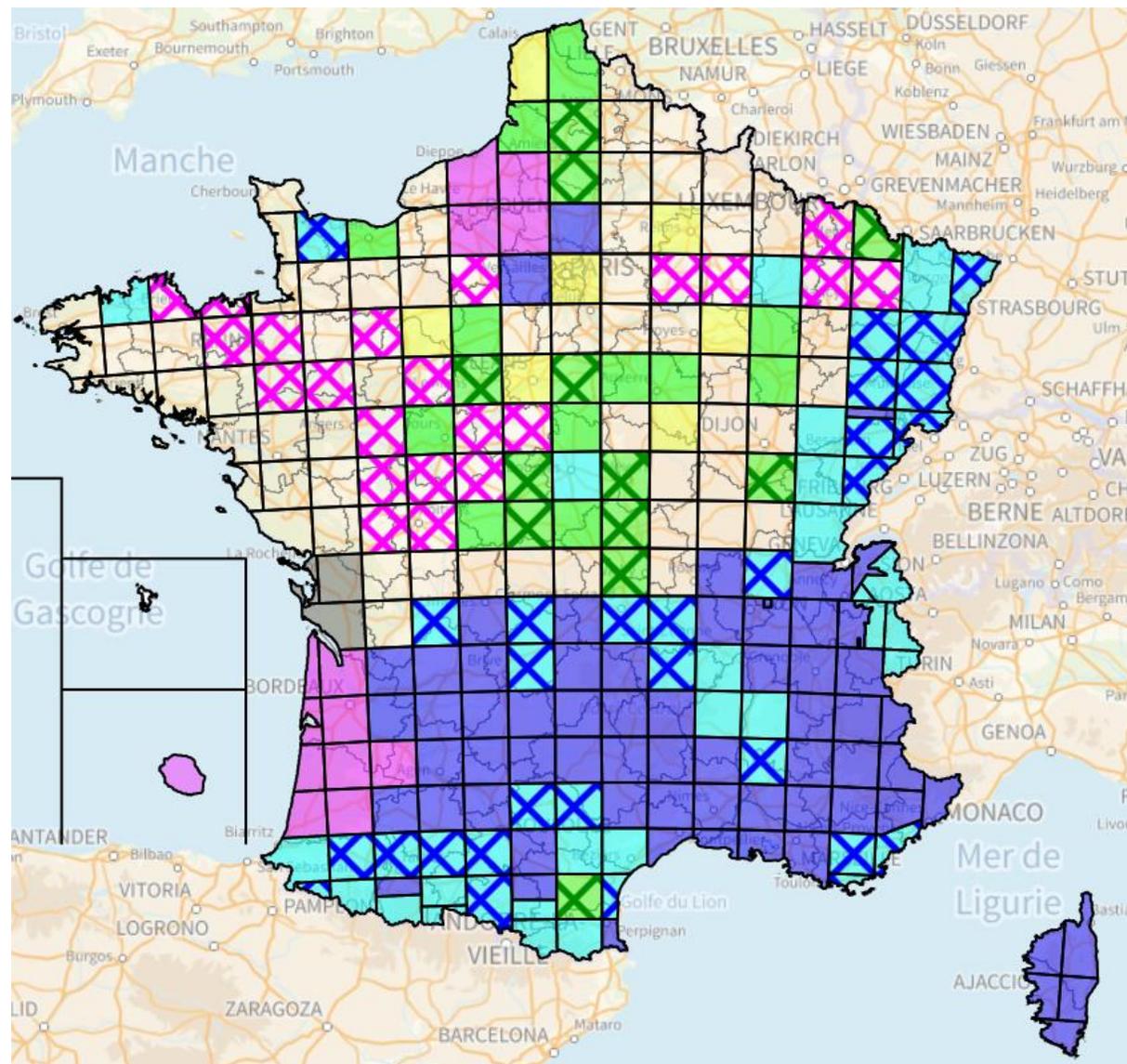
- ✓ Expérimentation ONF/IGN 2022-2023



# 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

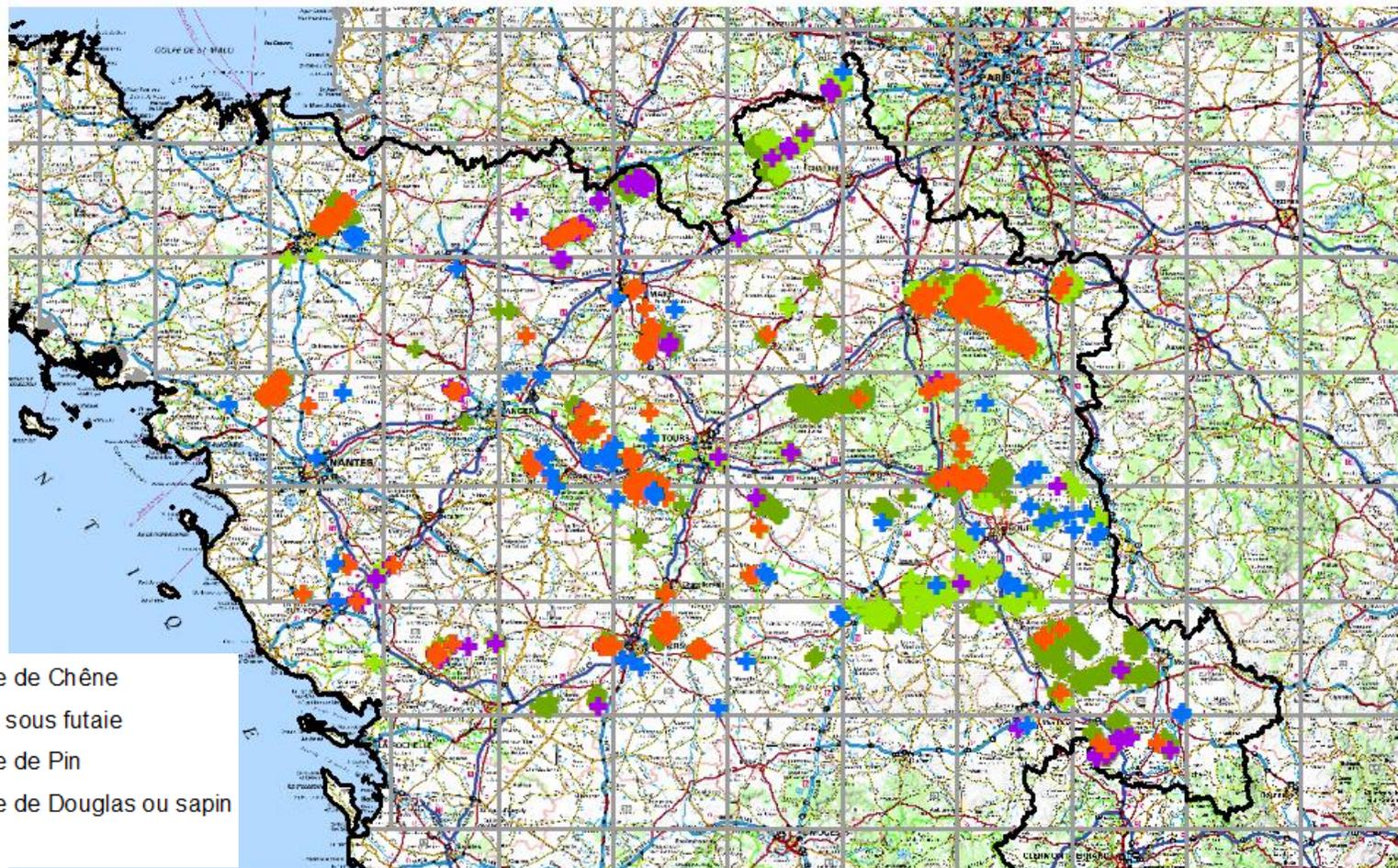
Environ 185 000 ha inventoriés et calibrés,  
dont 130 000 ha de chênaies

1680 placettes dont 950 en chênaies  
Environ un 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

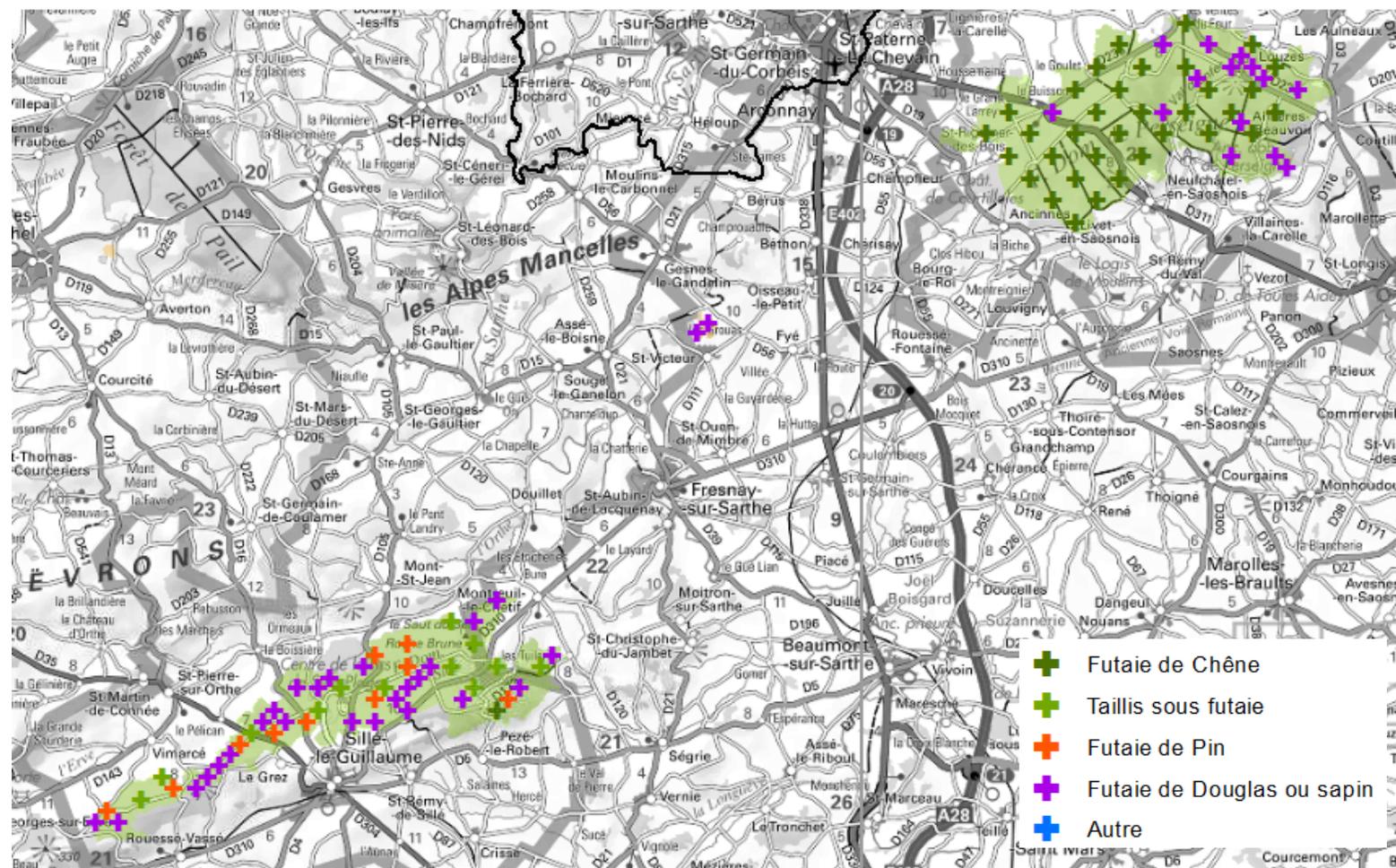
Propriétés gérées par Unisylva  
Centre Val de Loire et Allier  
63 000 ha de forêts  
350 placettes



# 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

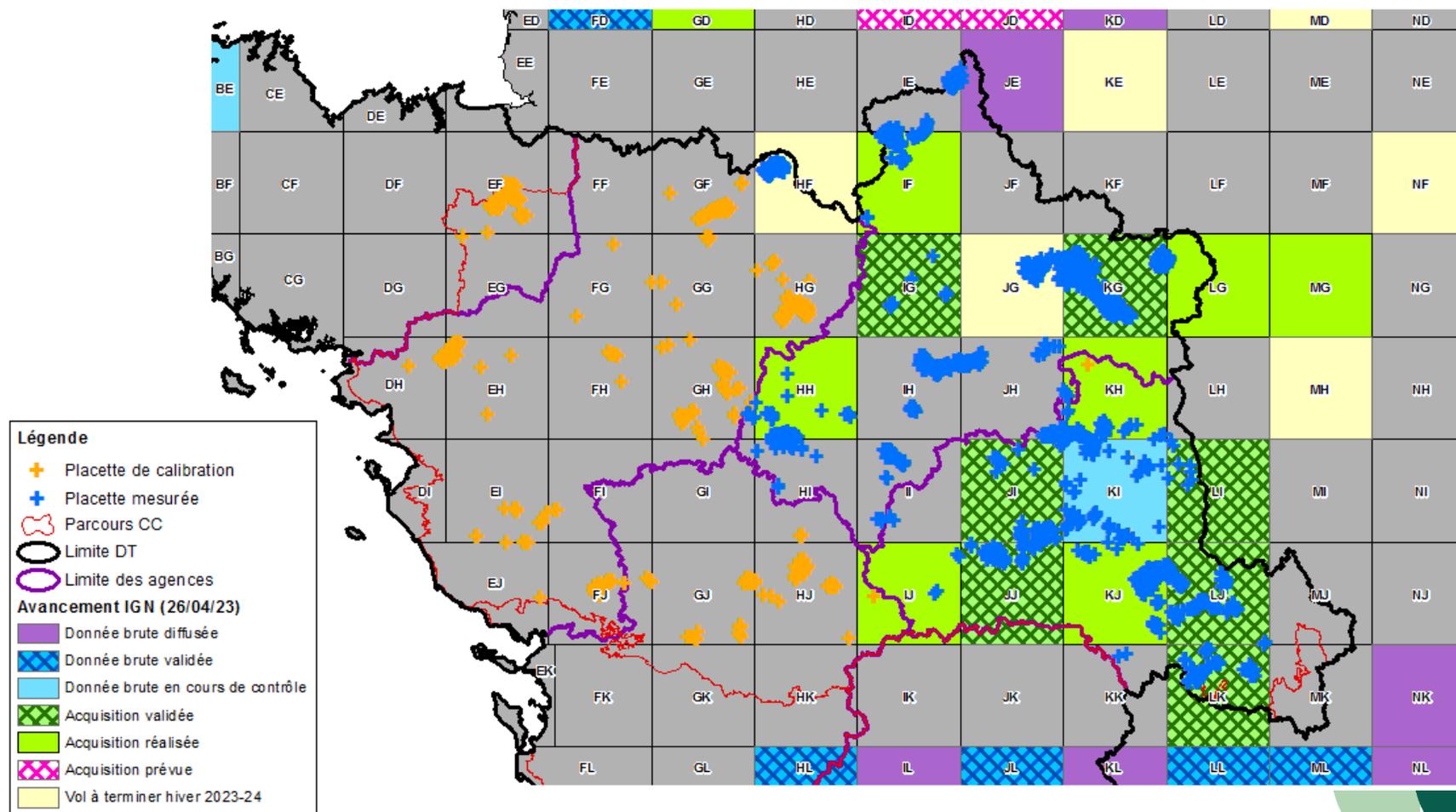
### Forêt publique

1187 placettes mesurées

469 placettes à faire hiver 2023-24

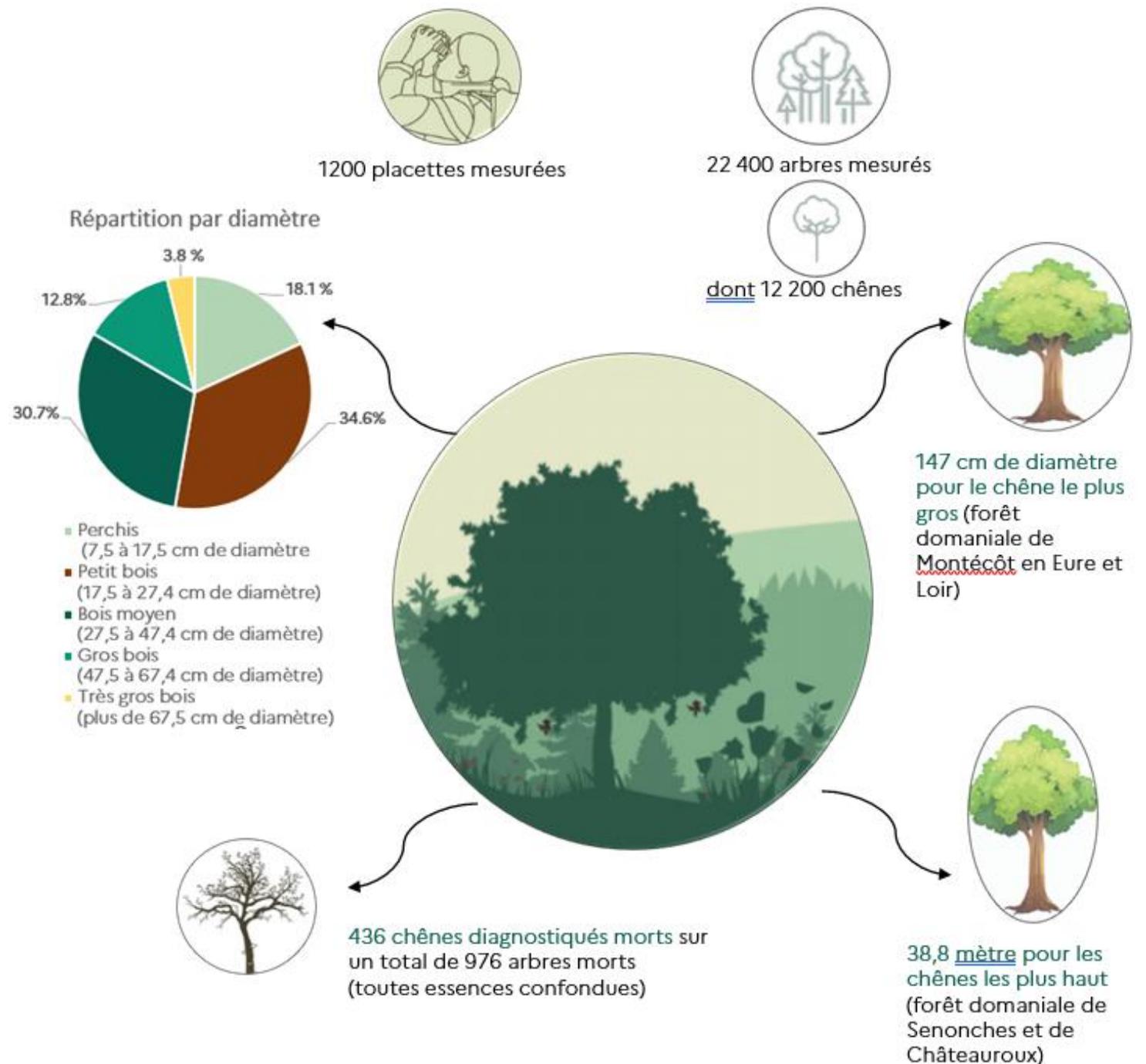
### Forêt privée

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

