



HAL
open science

Cartographie de territoires forestiers à partir de données LiDAR ou photogrammétriques

Jean-Matthieu Monnet, Jérôme Bock, Alain Munoz, Étienne Teissède, Marie
Barbier

► **To cite this version:**

Jean-Matthieu Monnet, Jérôme Bock, Alain Munoz, Étienne Teissède, Marie Barbier. Cartographie de territoires forestiers à partir de données LiDAR ou photogrammétriques. Symposium PSDR4 - Transitions pour le développement des territoires - Connaissances et pratiques innovantes pour des modèles agricoles, alimentaires et forestiers résilients, Oct 2020, Angers, France. hal-02989390

HAL Id: hal-02989390

<https://hal.inrae.fr/hal-02989390>

Submitted on 5 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

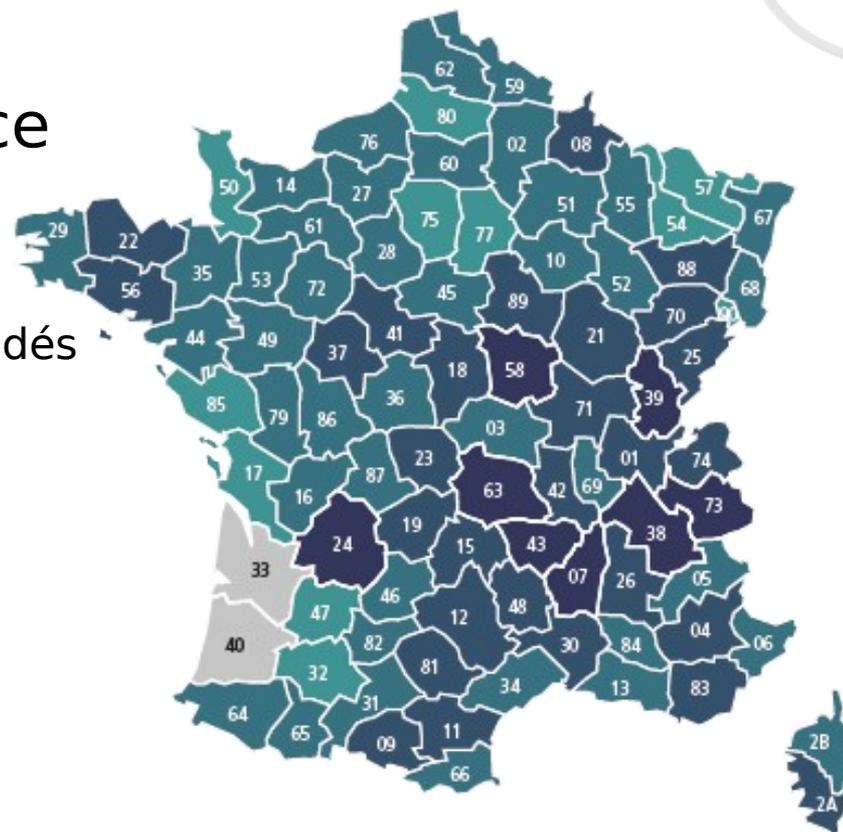
Cartographie de territoires forestiers à partir de données LiDAR ou photogrammétriques

Jean-Matthieu MONNET^a, Jérôme BOCK^b, Alain MUNOZ^b, Étienne TEISSÈDRE^a, Marie BARBIER^b

^aINRAE LESSEM, ^bONF RDI

Contexte

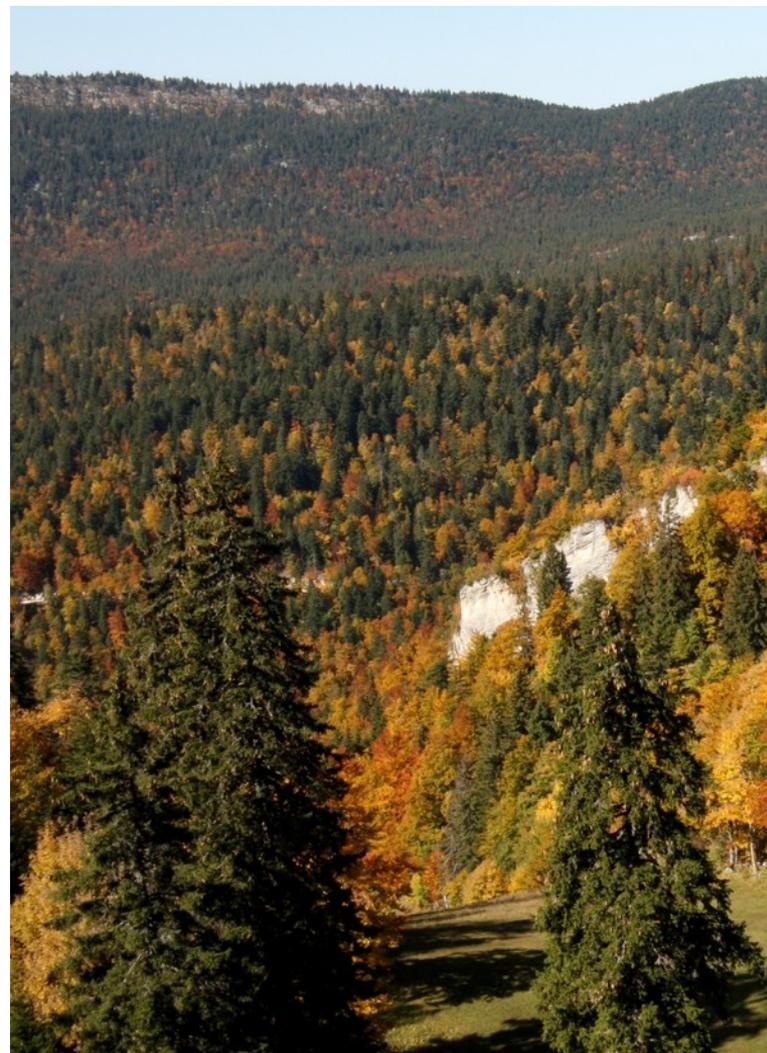
- Mobilisation de la ressource forestière
 - Des objectifs nationaux ambitieux (+12 Mm³ entre 2016 et 2026), fondés sur les statistiques nationales



Evolution 1985-2015 du volume de bois (IGN)

Contexte

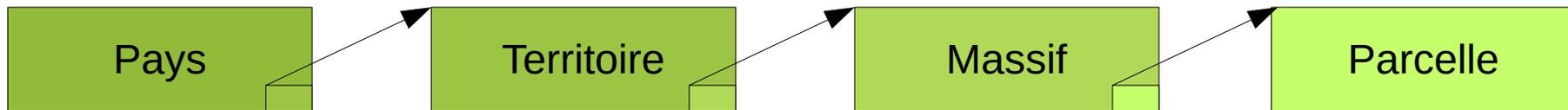
- Mobilisation de la ressource forestière
 - Des objectifs nationaux ambitieux (+12 Mm³ entre 2016 et 2026)
 - Une mise en œuvre difficile dans les territoires : où exploiter, comment ?
 - Assurer une gestion multifonctionnelle et durable



Paysage forestier dans le Vercors

Contexte

- Les échelles de description de la forêt
 - Des niveaux d'information cloisonnés



IFN

?



Inventaire
statistique



Martelage



Contexte

- Apport de la télédétection
 - Couvrir de vastes surfaces avec un niveau de détail suffisant
 - Les photos aériennes sont utilisées depuis plusieurs décennies



BD Ortho
Couverture nationale,
résolution <50 cm

Information surtout
qualitative

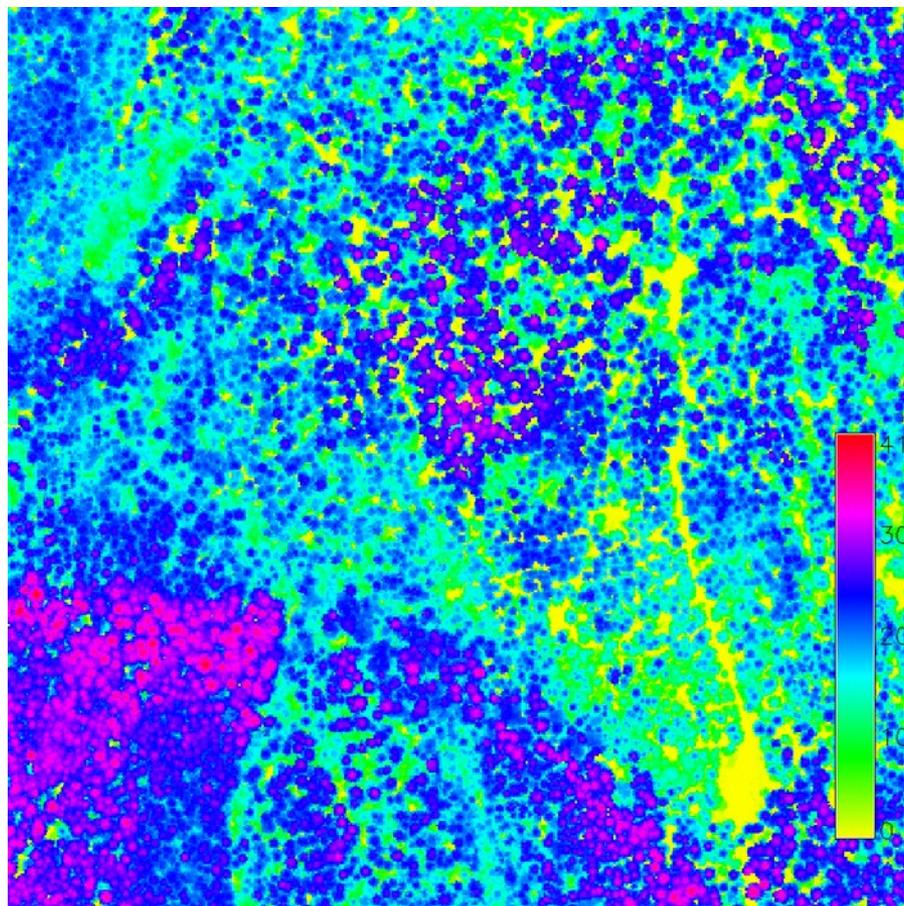


Contexte

- Apport de la télédétection
 - Couvrir de vastes surfaces avec un niveau de détail suffisant
 - Les photos aériennes sont utilisées depuis plusieurs décennies

*Modèle de
hauteur LiDAR*

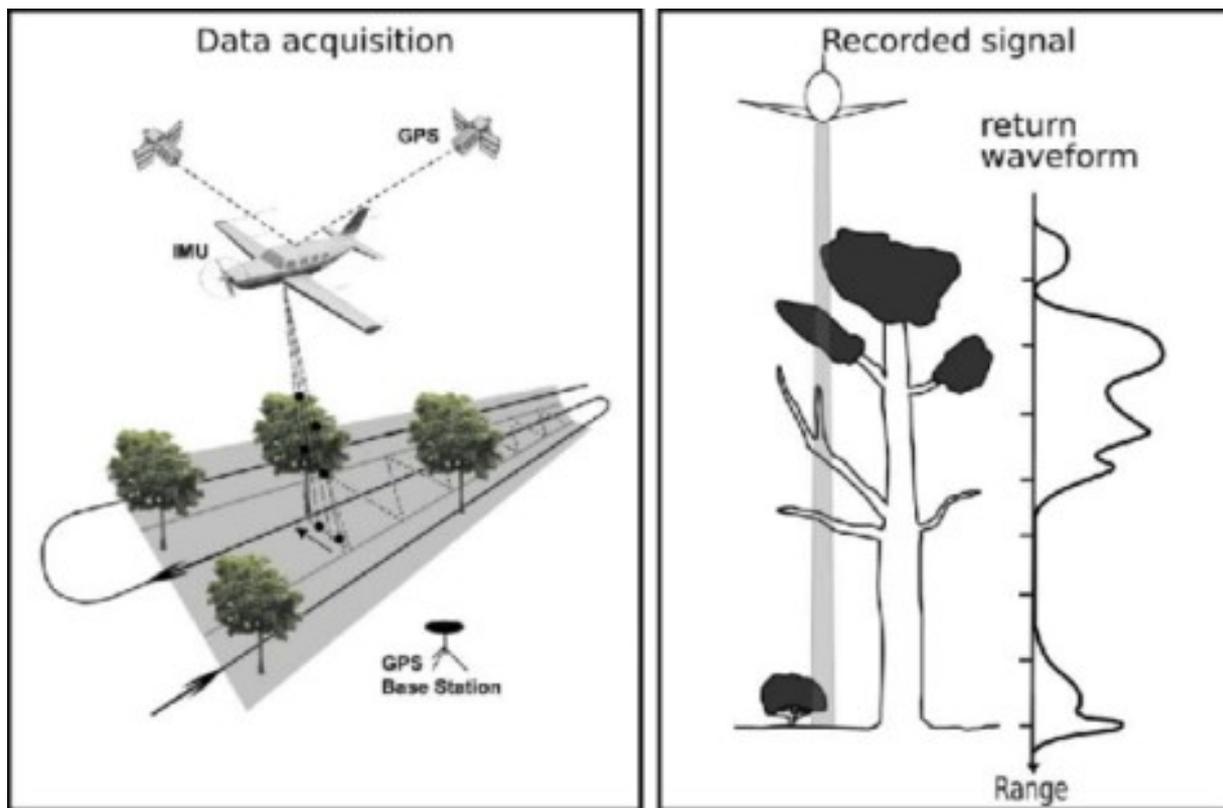
*Information
géométrique*



500 m

Contexte

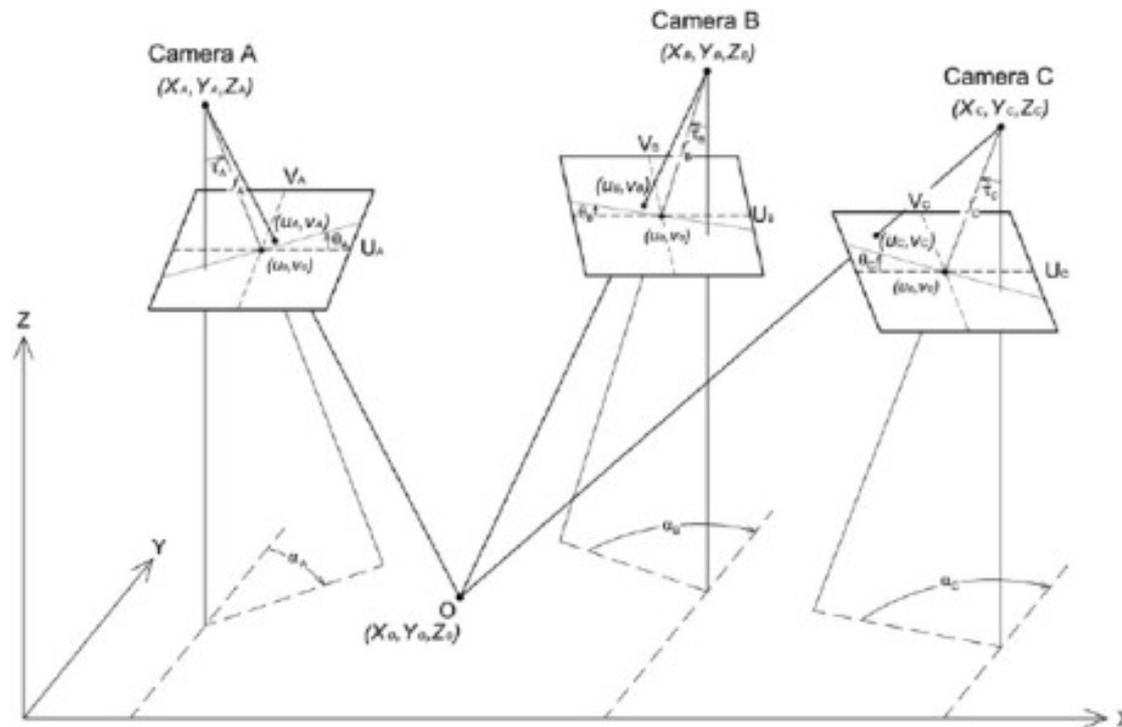
- La révolution « LiDAR »
 - Mesure par balayage laser de la géométrie du couvert forestier



Chauve et al. 2009

Contexte

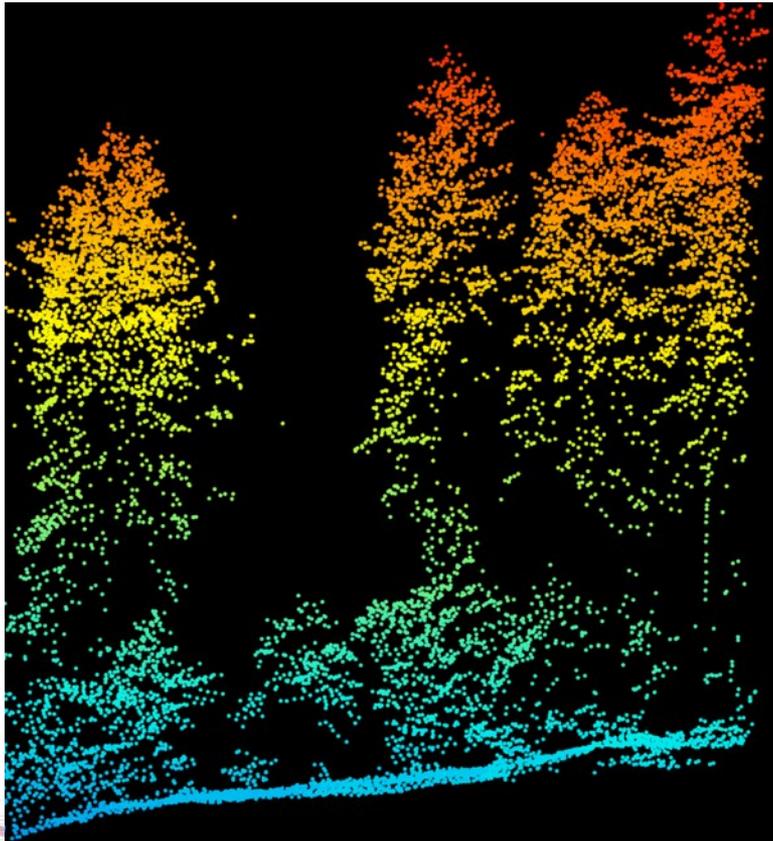
- Le « sursaut » stéréophotogrammétrique
 - Du couple d'image 2D au nuage de points 3D.



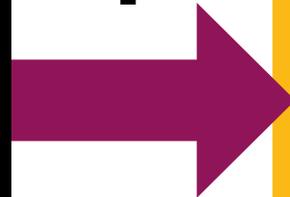
Bechle et Wu, 2011

Objectifs

- 1/ du nuage 3D à la cartographie forestière
 - Évaluation d'une chaîne de traitement développée par l'ONF



?



Composition et structure
des peuplements

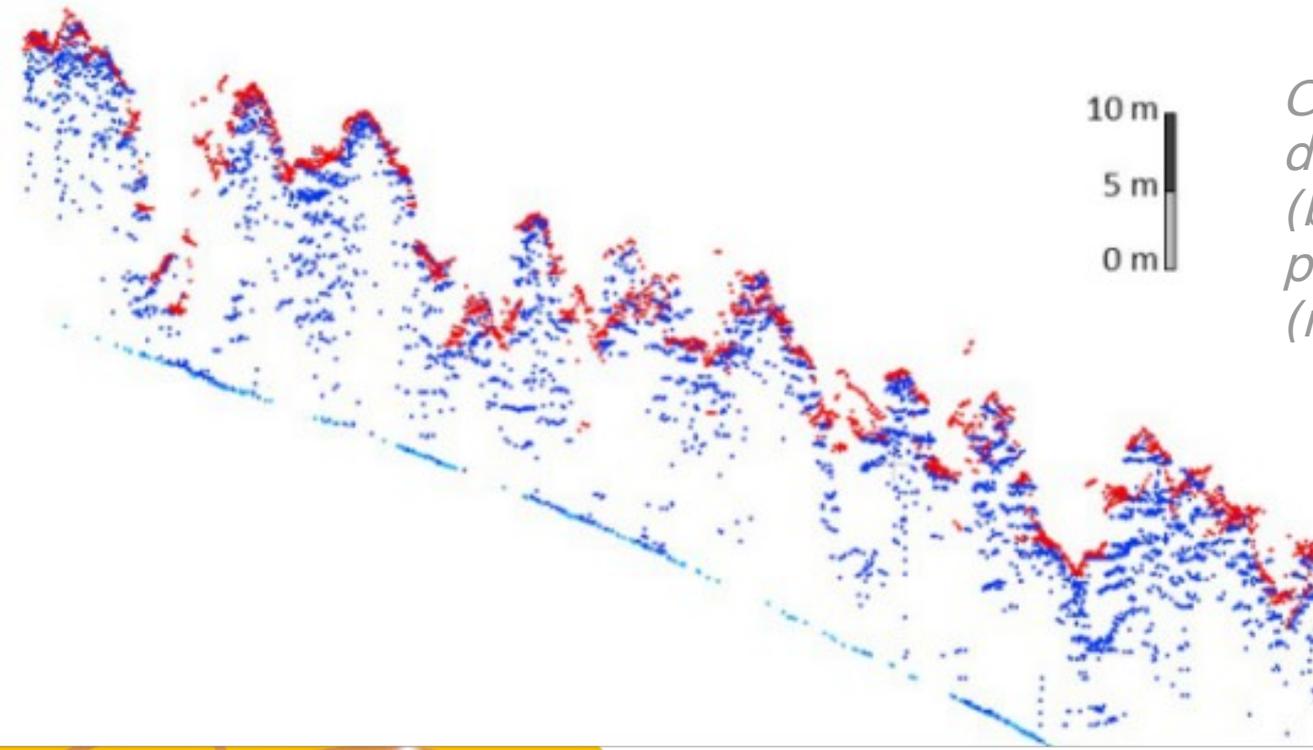
- *surface terrière (capital)*
- *diamètre moyen*
- *pourcentage de résineux*

Positions et
caractéristiques des
arbres

- *diamètre*
- *essence*

Objectifs

- 2/ comparaison des sources de données 3D
 - LiDAR : une données coûteuse → disponibilité dans le temps et dans l'espace ?
 - Quel potentiel des nuages stéréophotogrammétriques pour l'actualisation des cartographies forestières dans les zones où le modèle d'altitude est suffisamment précis ?



10 m
5 m
0 m

*Coupe tranversale
d'un nuage 3D LiDAR
(bleu) et
photogrammétrique
(rouge)*

Données

- Télédétection
 - Massif de la Chartreuse (Isère / Savoie)

Emprise LiDAR

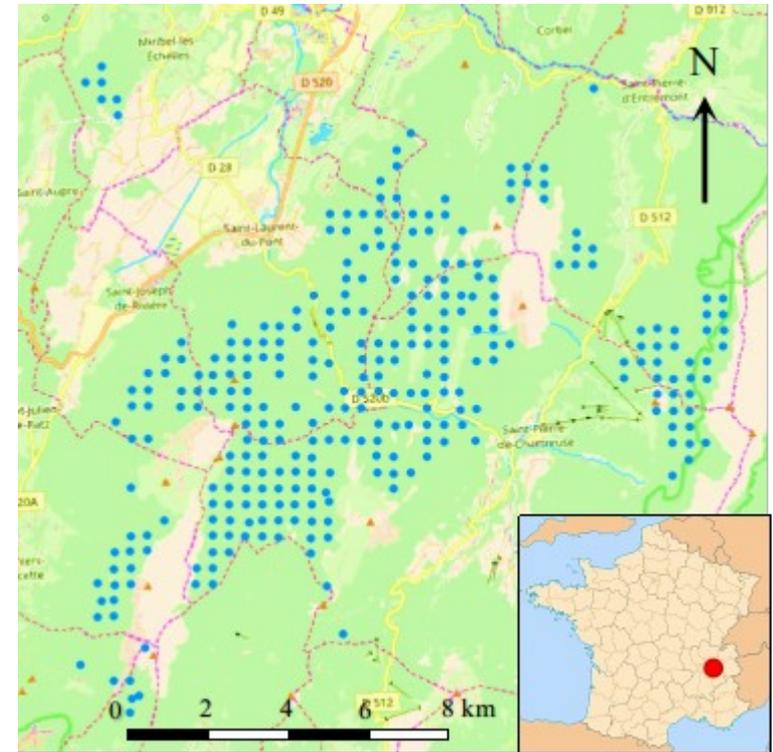
Dates :	30/08 ; 23/09 ; 28/09 ; 29/09 - 2016
Hauteur de vol :	750 m / sol
LiDAR :	Riegl LMS Q680i
Angle de scan :	60°
Fréquence :	300 kHz
Densité des points LiDAR :	20 pts/m ²
Camera :	PhaseOne iXA-R-160 40 mm & iXA-R-180 55 mm
Nombre d'images :	4930
Nombre de lignes de vol :	262
Résolution au sol :	8 cm



+ nuage photogrammétrique calculé à partir des images acquises pour la production de la BD Ortho (2017)

Données

- Relevés sur le terrain
 - Forêt domaniale de la Grande Chartreuse
 - 340 placettes circulaires de 15 m de rayon : position, diamètre et essence des arbres de plus de 17,5 cm de diamètre.

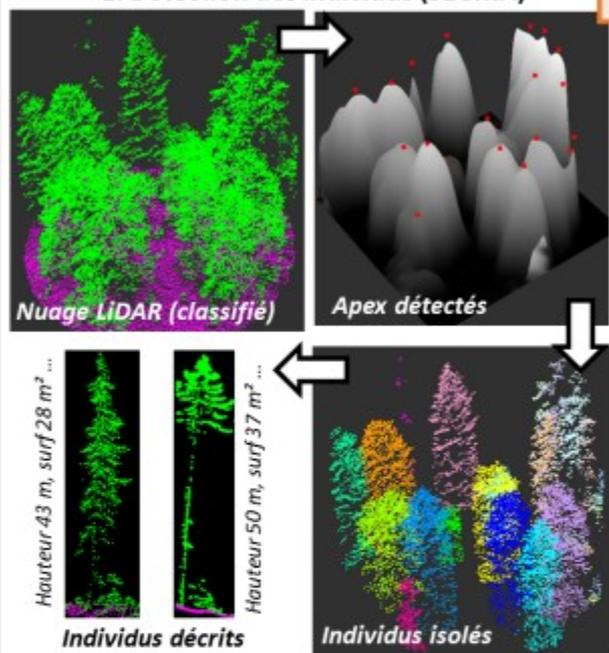


Position des placettes

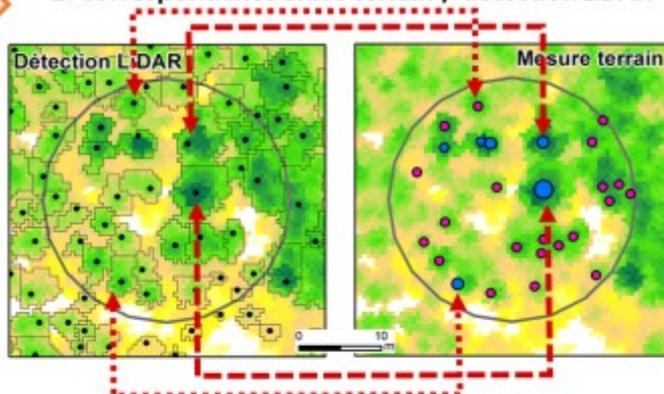
Méthode

- Vue d'ensemble

1. Détection des individus (SEGMA)



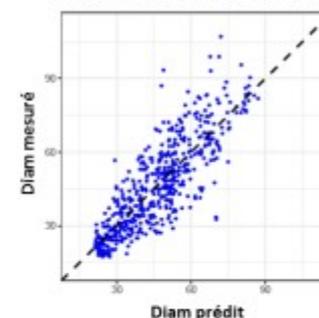
2. Correspondance arbre terrain / détection LiDAR



Correspondance entre arbre terrain positionné ↔ détection LiDAR.
 1 jeu de données d'apprentissage contenant pour chaque individu :

- les informations terrain (essence, diamètre ...)
- et LiDAR (hauteur, surface, volume et forme de couronne).

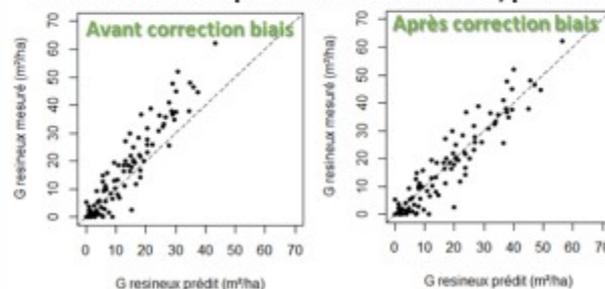
3. Prédiction de la famille d'essence, du diamètre / individu



	Prédit			Bonne prédiction
	Sapin	Pin	Feuil	
Mesurée Sapin	63	11	7	78%
Mesurée Pin	16	59	6	73%
Mesurée Feuil	11	4	66	81%
Prédiction globale				77%

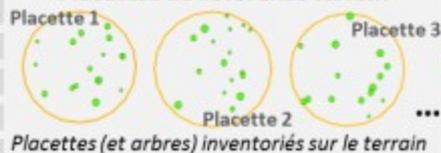
- Modèles prédiction / individu (arbre) : famille d'essence, diamètre et/ou volume.
- Calibrés à partir de l'échantillon apparié (2) : méthode statistique des forêts aléatoires.
- Variables explicatives : hauteur, surface, volume et forme de couronne LiDAR ...

4. Estimation des paramètres forestiers / placette



- Données individu ≠ inventaire en plein (erreurs de détection et de prédiction).
- Calcul à la placette = somme ou moy des caractéristiques apex / placette + correction du biais ! (application d'une régression linéaire référence terrain / LiDAR).

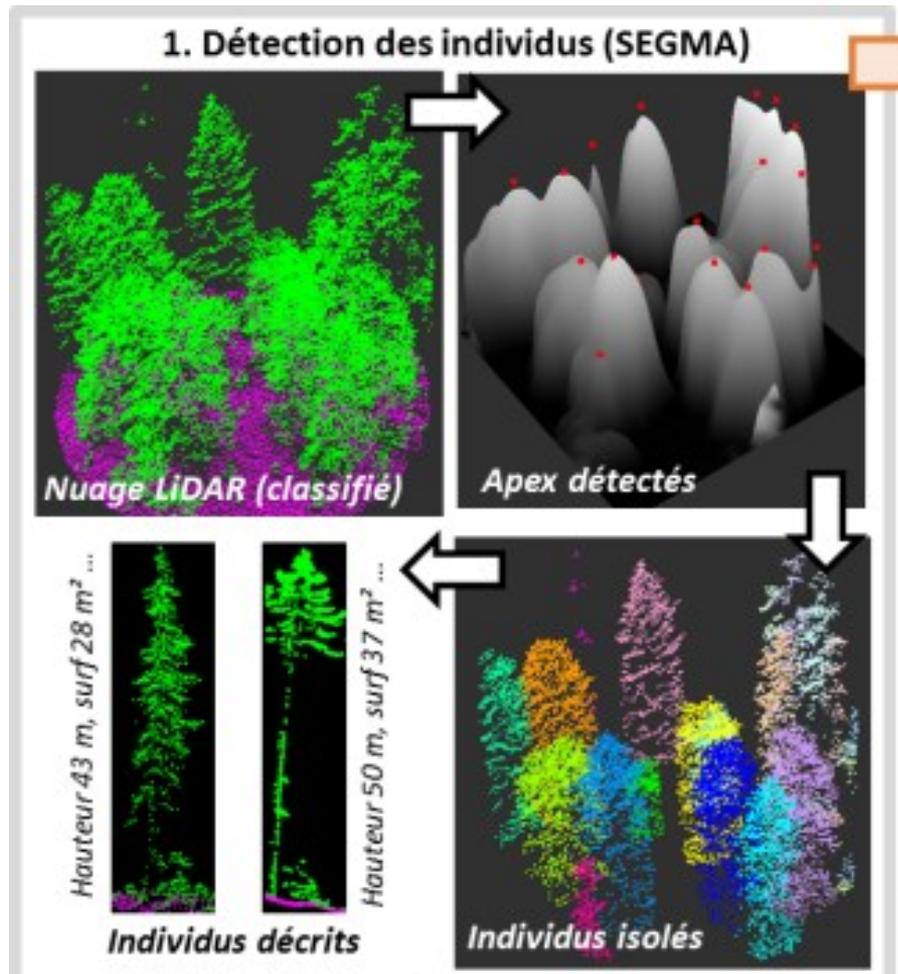
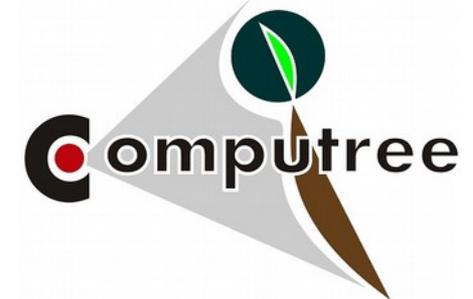
Placettes de référence terrain



SEGMA (B. ST-ONGE) dans Computree (<http://computree.onf.fr>) permet d'identifier les apex et de délimiter les enveloppes présumées des arbres à partir d'un MNH LiDAR. Chaque individu détecté est décrit (hauteur, surface, volume et forme de couronne).

Méthode

- Détection des individus

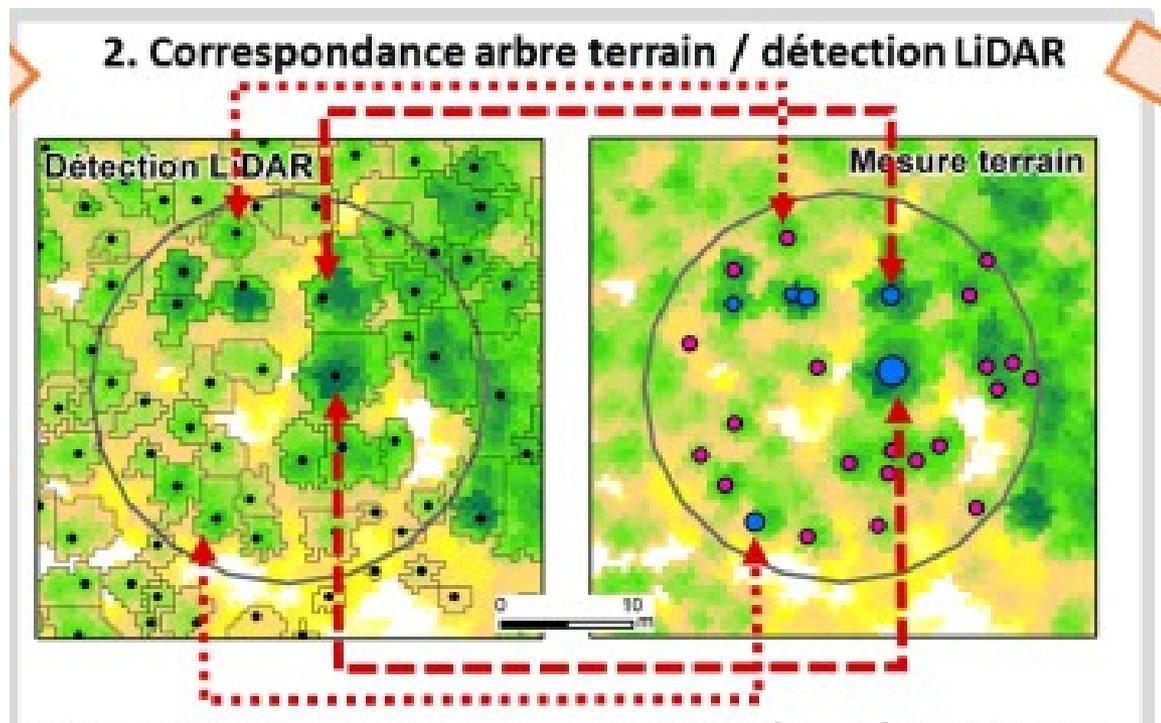


SEGMA : algorithme automatique basé sur les maxima locaux

Extraction des caractéristiques géométriques pour chaque individu

Méthode

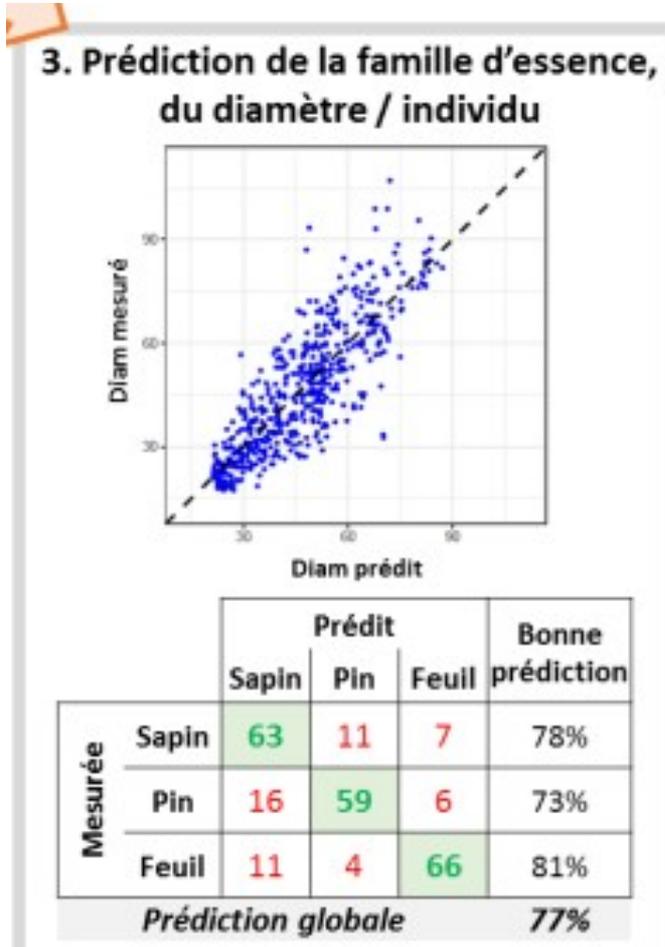
- Appariement arbres mesurés / détectés



Mise en correspondance des arbres mesurés sur les placettes avec les individus détectés

Méthode

- Modèles de prédiction du diamètre et essence

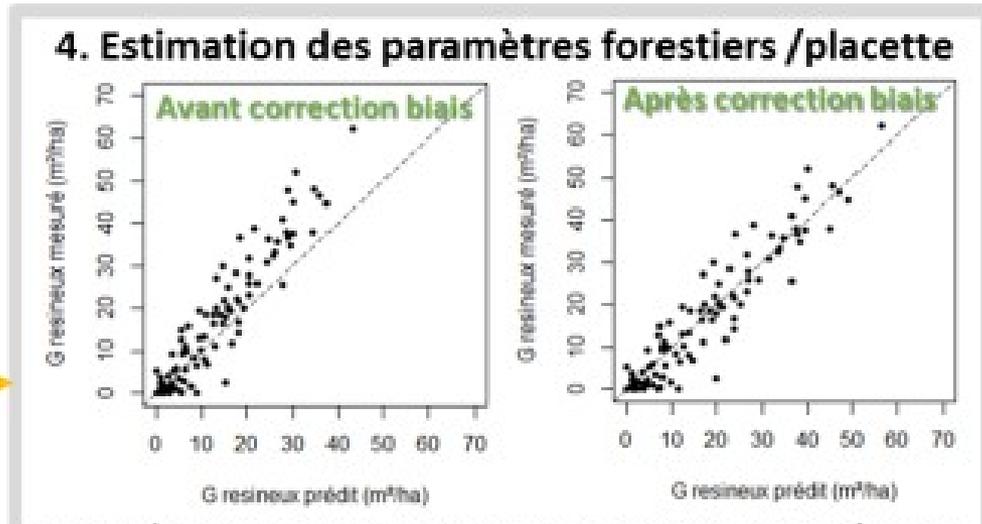


À partir de cette base de correspondance :

→ modélisation de relations entre les caractéristiques géométriques des individus LiDAR et le diamètre et l'essence des arbres

Méthode

- Modèles de prédiction des variables du peuplement



Tous les arbres ne sont pas détectés !

→ Comment estimer les caractéristiques d'ensemble du peuplement ?

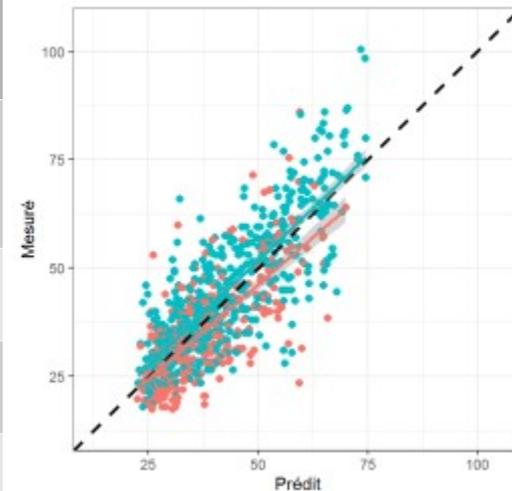
→ Calibration de modèles de régression entre les variables de peuplement obtenues à partir :

- des individus détectés
- des arbres mesurés

Résultats

- Détection des individus et estimation du diamètre
 - Résultats assez proches entre photo IGN et LiDAR
 - Sur-segmentation avec les photos du prestataire → changer le paramétrage de la détection

Source du MNS	Détection des individus		Estimation du diamètre			
	Détection	Commission	RMSE	CV	R ²	nb var.
Photo IGN	56%	11%	8.9	22%	64%	9
LiDAR	65%	14%	8.9	23%	64%	11
Photo presta	68%	36%	9.3	25%	60%	11



Résultats

- Prédiction de l'essence des individus détectés
 - ~ 75 % de succès pour feuillus / résineux
 - Légèrement meilleurs résultats avec données LiDAR (mais pas d'utilisation de la radiométrie photo)

source	Feuillus / Résineux				Famille d'essence				
	Préd. moy	Kappa	Préd. R	Préd F	Préd. moy	Kappa	Préd. Sap	Préd. Feu	Préd. Epc
Photo IGN	74%	48	73%	74%	59%	48	53%	59%	64%
LiDAR	78%	57	72%	85%	68%	57	59%	79%	66%
Photo presta	73%	46	72%	75%	59%	46	51%	65%	63%

Résultats

- Prédiction des variables des peuplements
 - Précision de 30 % pour la surface terrière et 15 % pour le diamètre moyen
 - Résultats très proches, légèrement meilleur pour le LiDAR

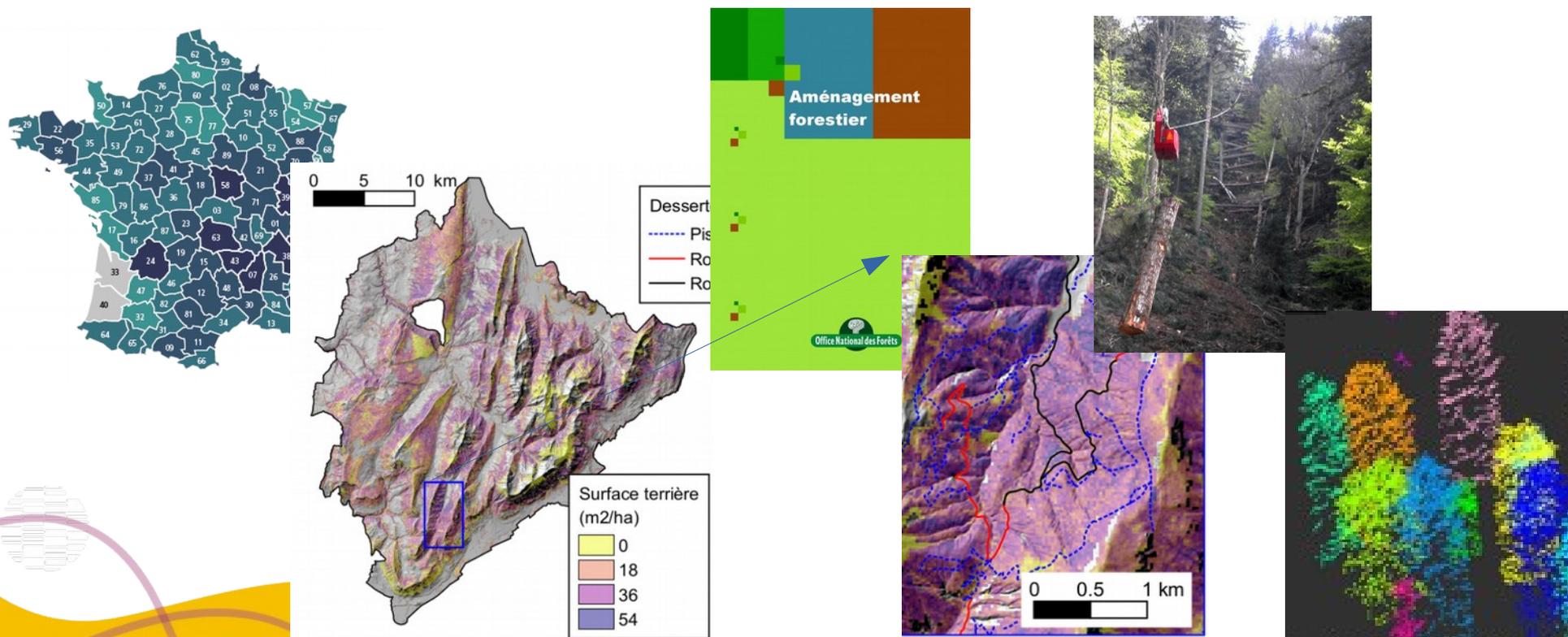
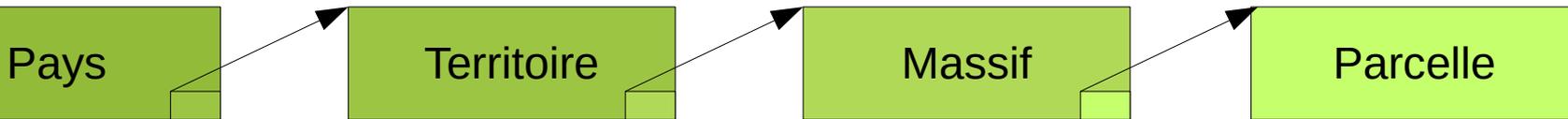
source	Surface terrière (m ² /ha)			Diamètre quadratique moyen (cm)		
	RMSE	CV	R ²	RMSE	CV	R ²
Photo IGN	8.2	30%	53%	6.8 cm	18%	40%
LiDAR	8.0	29%	56%	5.6 cm	15%	58%
Photo presta	8.9	33%	45%	6.5 cm	17%	42%

Perspectives

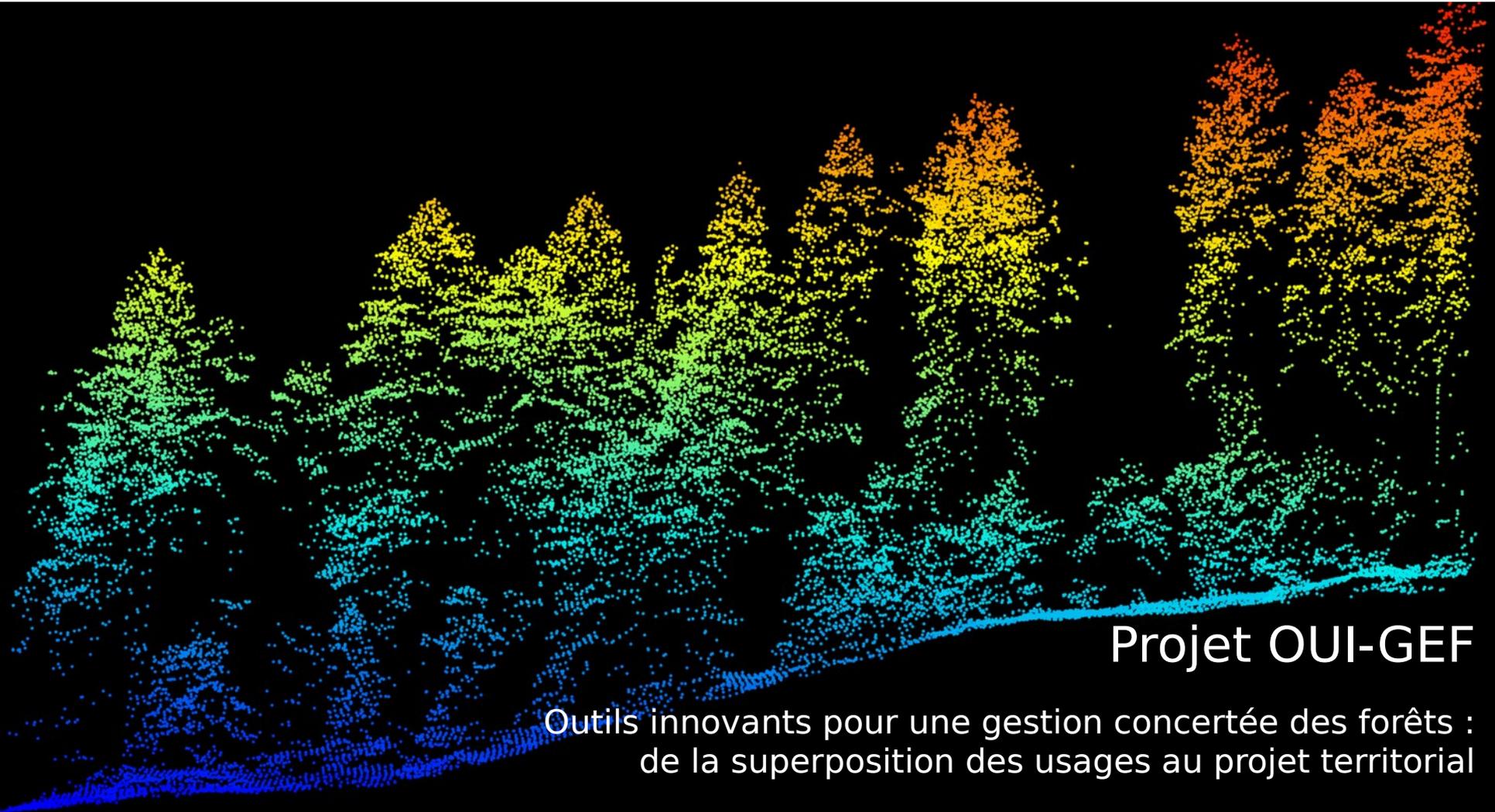
- Une chaîne de traitement opérationnelle
 - Passage à l'échelle sur le département de la Savoie
 - Intégration des cartographies dans les procédures de gestion ONF
 - Couverture LiDAR France entière prévue par l'IGN
- Des ajustements et validations à réaliser pour les nuages photogrammétriques
 - Mieux paramétrer les algorithmes
 - Valoriser l'information radiométrique
 - Identifier les limites lors du passage à l'échelle

Perspectives

- Les échelles de description de la forêt
 - Des niveaux d'information **dé-cloisonnés** !



Merci pour votre attention !



Projet OUI-GEF

Outils innovants pour une gestion concertée des forêts :
de la superposition des usages au projet territorial