



Observation des forêts en 3D

Utilisation de données Lidar pour l'estimation de la ressource forestière et d'indicateurs de biodiversité

Marc Bouvier¹, Sylvie Durrieu¹, Richard Fournier²,
Frédéric Gosselin³, Jean-Matthieu Monnet⁴, Nathalie
Morin², Henri Debise¹ et Jean-Pierre Renaud⁵

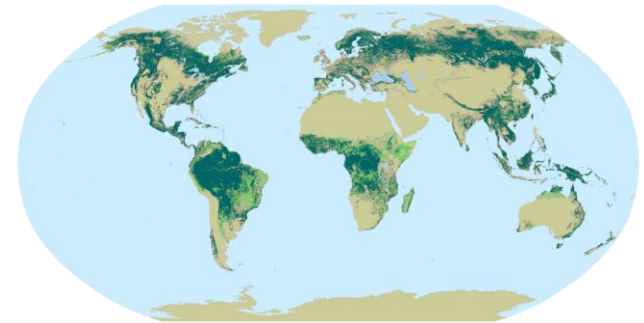
¹ Irstea – UMR TETIS, ² Université de Sherbrooke – CARTEL,
³ Irstea - UR EFNO, ⁴ Irstea - UR EMRG, ⁵ ONF

GÉOMATIQUE
2013



Contexte

- **Les forêts**
 - 30% des terres de la planète
 - Principal stock de carbone continental
 - Réservoir de biodiversité
- **La caractérisation des forêts**
 - Améliorer la planification des exploitations
 - Gestion durable des forêts
- **Nécessité de nouveaux outils**
 - Faciliter les inventaires forestiers
 - Acquérir de nouveaux paramètres forestiers

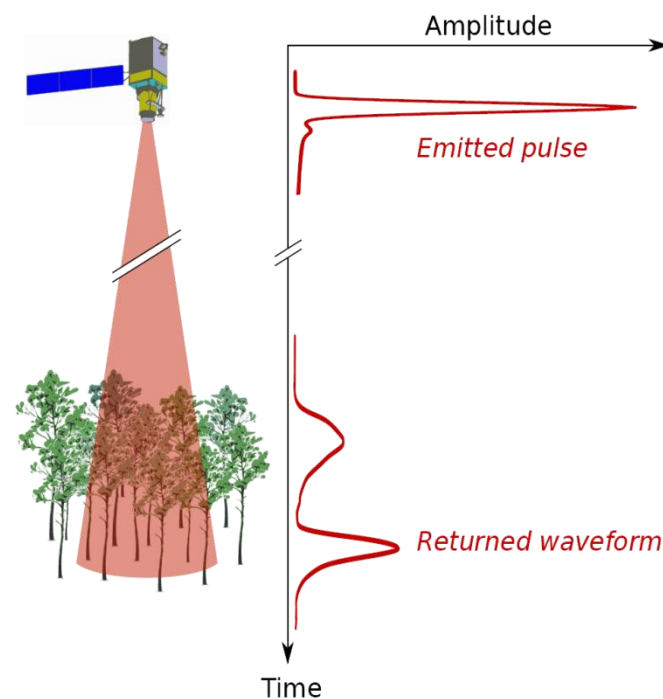


Cartes des forêts , FAO 2006

Principe du Lidar

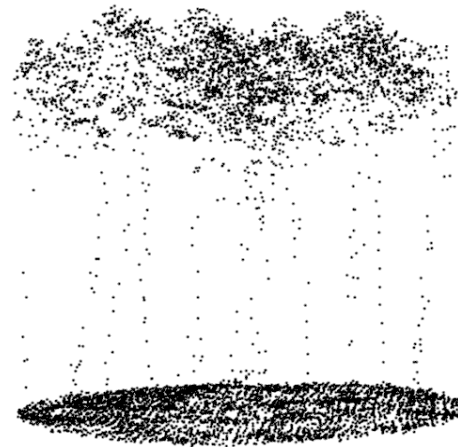
Scanner 3D

- **LIDAR : *Light Detection And Ranging***
 - Système composé d'un émetteur laser + récepteur
 - IR, visible ou UV
- **Applications**
 - Télémètre
 - Étude de l'atmosphère
 - Cartographie
 - ...
- **En forêt**
 - Pénétration à travers le couvert
 - Estimation précise de la hauteur des arbres
 - Informations sur la structure 3D des couverts forestiers



Différents types de Lidar

Lidar Aérien

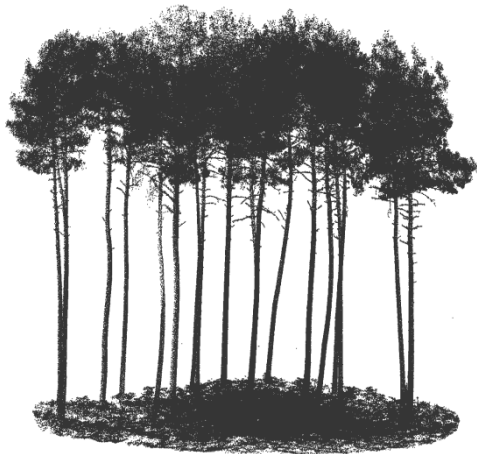


Région

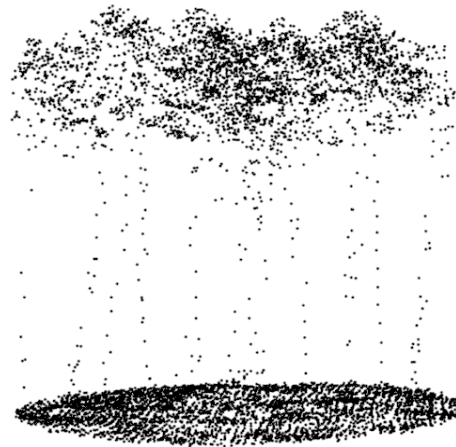
Échelle

Différents types de Lidar

Lidar Terrestre



Lidar Aérien



GÉOMATIQUE
2013



Placette

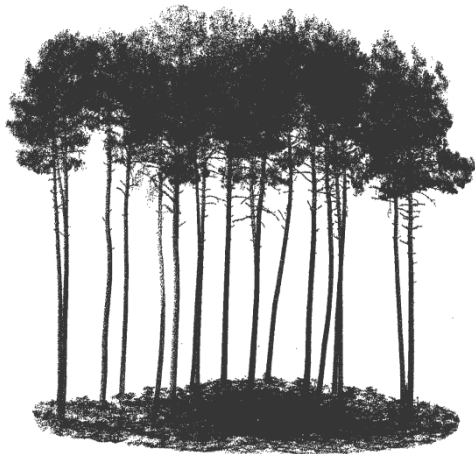
Région

Échelle

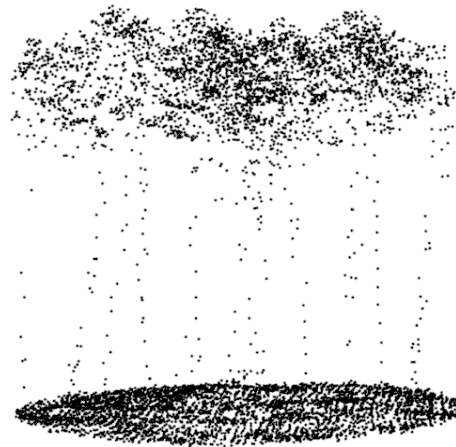


Différents types de Lidar

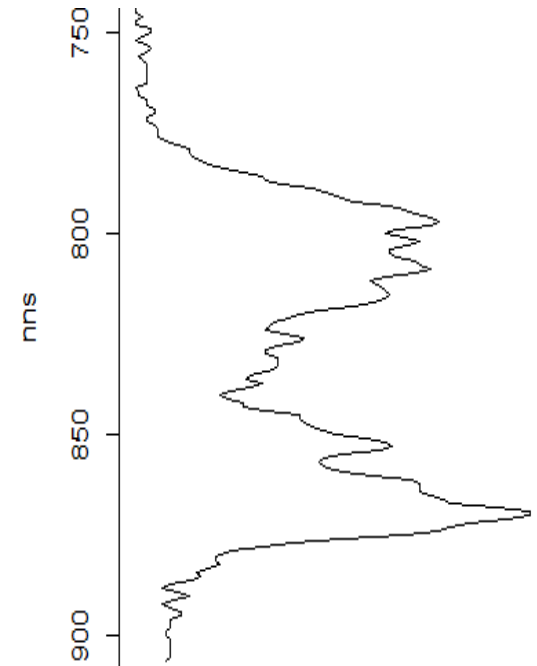
Lidar Terrestre



Lidar Aérien



Lidar Satellitaire



Placette

Région

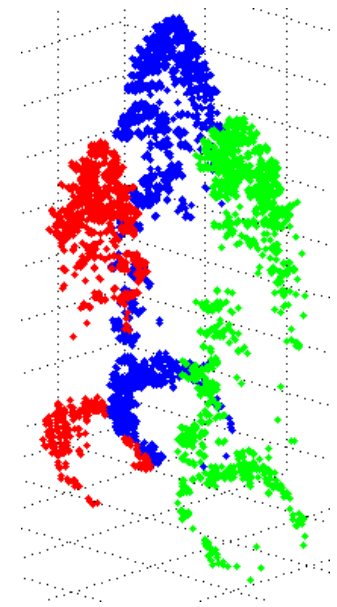
Mondiale

Échelle

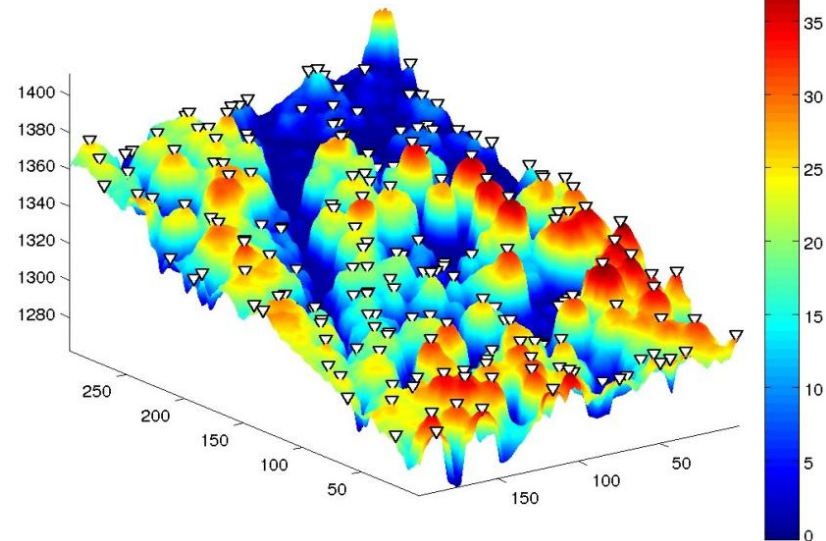
Lidar aérien

Approches à l'arbre

- Segmentation des arbres
- Extraction des caractéristiques individuelles
 - Mesures directes : hauteur, diamètre de houppier
 - Estimation par des modèles : volume de tige, biomasse...
 - Classification résineux / feuillus
- Limites de segmentation dans les peuplements complexes



Segmentation du nuage de points



Détection de sommets

Lidar aérien

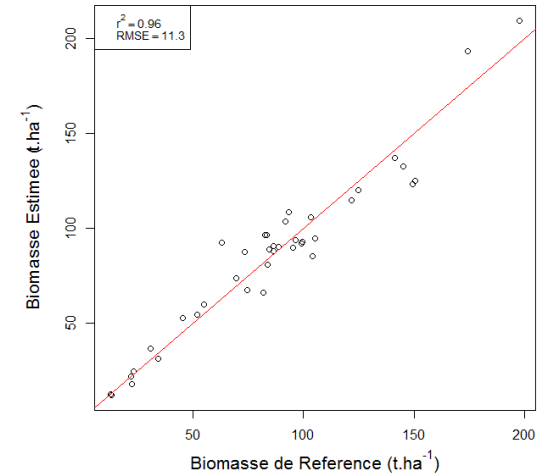
Approche surfaciques

- Approche statistique
 - Inventaires terrain
 - Calibration et validation de modèles de prédiction
- Estimation de paramètres forestiers
 - Biomasse, volume de bois, surface terrière,...
- Développement de modèles d'estimation générique
 - Application peuplements complexes

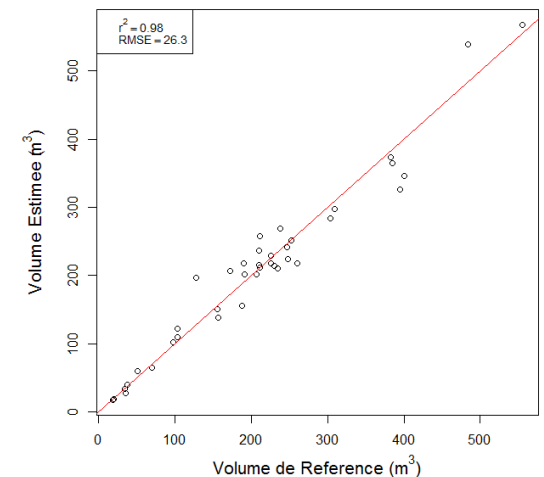
GÉOMATIQUE
2013



Calibration d'un modèle d'estimation de la biomasse



Calibration d'un modèle d'estimation du volume de bois

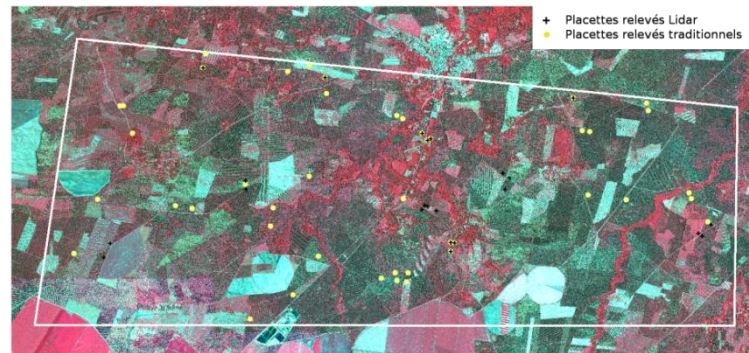


Lidar aérien

Cartographie des paramètres forestiers

- Validation de la méthodologie à l'échelle du massif

Placettes d'inventaires terrain



Carte de biomasse



- Limites:
 - Positionnement
 - Domaine de validité du modèle



Lidar aérien

Indicateurs de biodiversité

- Le niveau potentiel de biodiversité est influencé par la structure de la végétation
 - Possibilité d'adopter des pratiques sylvicoles favorisant la biodiversité
 - Besoin de développer au préalable des modèles pour exprimer la relation potentiel de biodiversité / structure

 - Intérêt du Lidar
 - Faciliter l'estimation de paramètres de structure
 - Tester l'influence de la structure des peuplements à différentes échelles

 - Domaine de recherche encore assez peu exploré
- ➔ Notre objectif : évaluer l'apport des métriques Lidar / indicateurs de structure traditionnels dans des modèles existants

Lidar aérien

Indicateurs de biodiversité

- **Modèles bayésiens**

- *Zilliox & Gosselin – In Press – Forest Ecology and Management*

- **Variables des modèles**

- Radiation solaire
- Température
- Topographie
- pH
- réserve en eau
- Variables Lidar



- **Indicateurs de biodiversité floristique étudiés:**

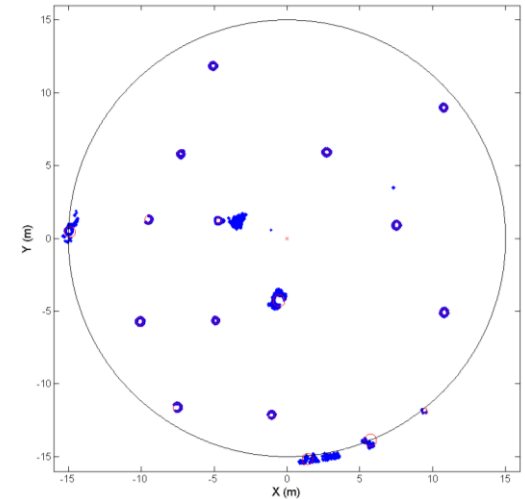
- Richesse spécifique: héliophile / intermédiaire / sciaphile
- Abondance des espèces les plus représentées

Lidar terrestre

Un outil précieux pour améliorer les modèles Lidar aérien



- Utilisé comme alternative aux mesures terrain manuelles
 - Opérationnel dans certains peuplements
 - Acquisitions des paramètres forestiers classiques
- Développement de méthodologies pour l'estimation
 - Surface terrière
 - Complexité structurale
 - Taux de couvert
 - Densité de végétation



Extraction des diamètres des troncs

Lidar terrestre

Relevés de placettes

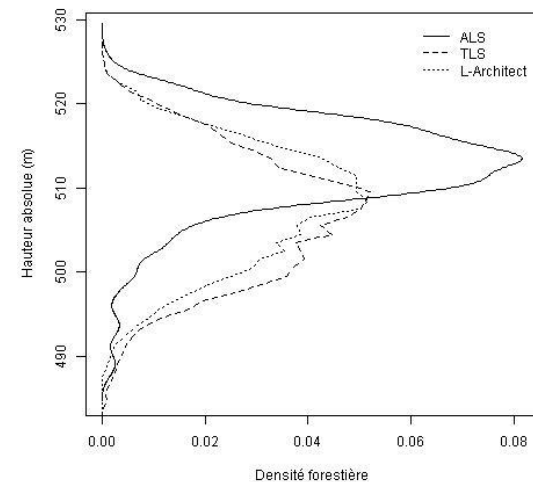
- Difficultés liées au système de mesure:
 - Occlusion
 - Multi-scans
 - Méthodes de correction pour retrouver des profils de végétation ex: approches voxels
 - Accessibilité à la ressource

- Au niveau de la placette, le lien entre les mesures au Lidar terrestre et Lidar aérien est étudié

Scan Lidar terrestre



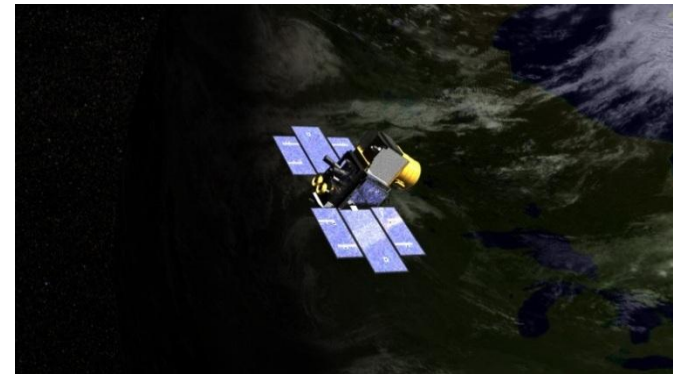
Profil vertical de densité forestière



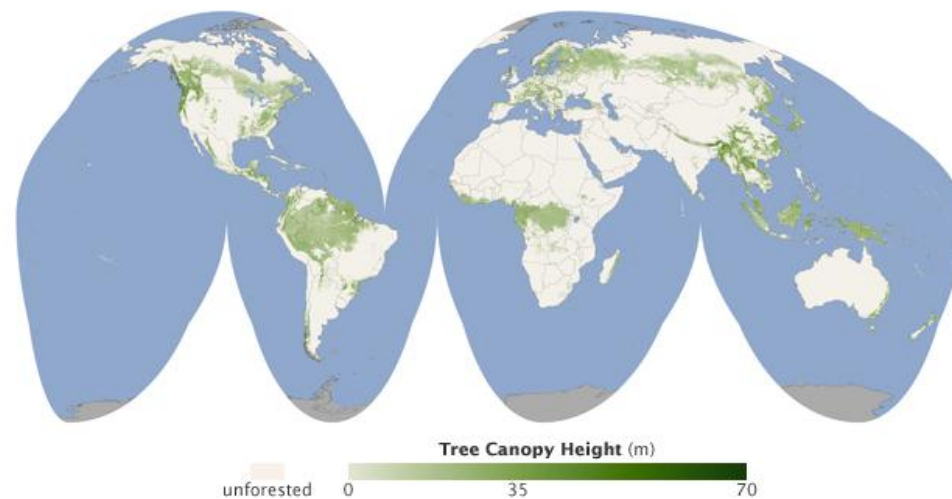
Lidar satellitaire

ICESat

- *Ice, Cloud, and land Elevation Satellite*
- Dédié à l'étude des calottes de glace
 - 2003 - 2010
 - Proche-infrarouge (1064nm)
 - Empreinte au sol de 70 m



Crédit: Nasa, vue d'artiste



Carte des hauteurs d'arbres réalisée à partir de données ICESat
[Leksky, Geophysical Research Letter, 2010]

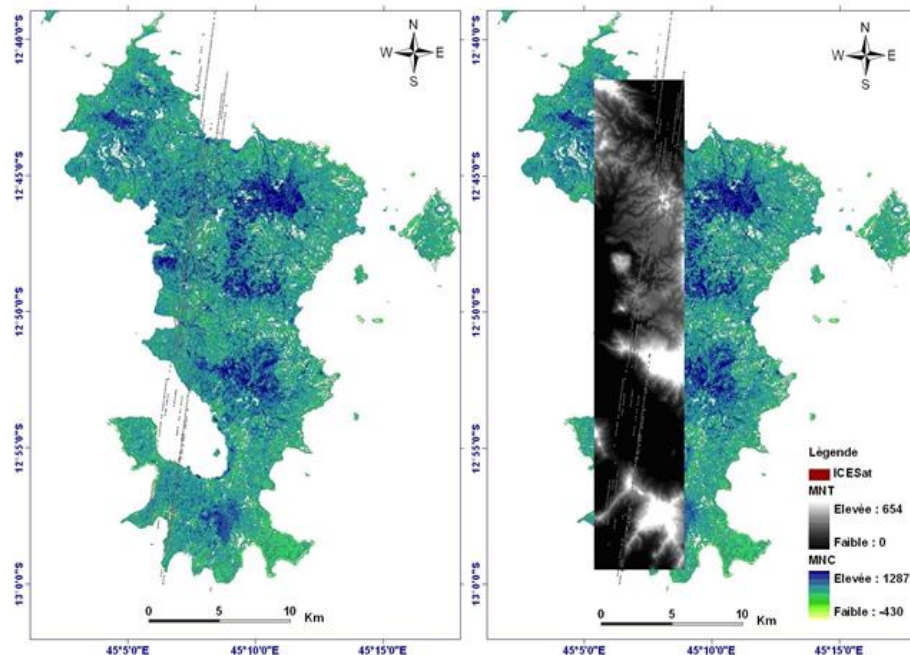
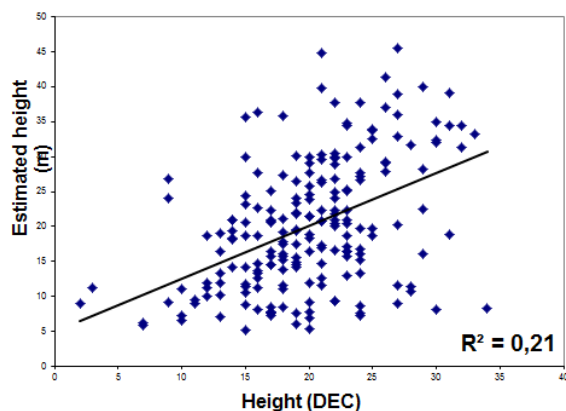
Lidar satellitaire

ICESat

Application du modèle
d'estimation des hauteurs sur
l'île de Mayotte

- Limites
 - Peuplements complexes
 - Zones de reliefs

Height = Wave Extent - Trailing Edge



- Applications forestières
 - Taille d'empreinte pas adaptée
 - Qualité de la géolocalisation insuffisante
 - Énergie du pulse pas toujours suffisante

GÉOMATIQUE
2013





Perspectives

Lidars spatiaux dédiés au suivi de la végétation

- Plusieurs projets de missions soumis ces dernières années auprès des agences spatiales (NASA, ESA, CNES, JAXA)
- LEAF à l'étude en France avec le support du CNES
 - Projet soumis à l'ESA en 2010 à l'appel à idée EE8
 - Toujours à l'étude (CNES & partenaires scientifiques – Irstea – Cesbio – AMAP – CEA ...)
 - Soutenu par des scientifiques de plusieurs pays
- Objectifs
 - Informations sur la structure 3D des forêts
 - Évaluation de la biomasse et de sa dynamique au niveau mondial
 - MNT
- Solution retenue : Couplage Lidar FW NIR avec un imageur multispectral

Merci de votre attention

GÉOMATIQUE
2013

