

Innovation dans l'évaluation de la ressource : nouvelles techniques de caractérisation

Regefor 2015 – INRA Champenoux

Alexandre Piboule, Anne Jolly

ONF - Département Recherche, Développement et Innovation



■ L'évaluation de la ressource peut être vue à différentes échelles

- Nationale → Inventaire Forestier National de l'IGN

- Massif → Plan d'approvisionnements

- Forêt → cas de l'inventaire d'aménagement

→ Echelle privilégiée pour l'ONF, abordée dans cet exposé

■ Pour cet exposé :

- Nouvelles techniques ~ télédétection

→ Quel apport de la télédétection pour l'évaluation de la ressource ou plus généralement la caractérisation des peuplements, dans le cadre de l'inventaire d'aménagement ?

La télédétection qu'est-ce que c'est ?

- **Le type de télédétection varie en fonction :**
 - Du type de capteur (actif, passif...)
 - Du type de vecteur (satellite, avion...)
- **En fonction du vecteur, on distingue les familles suivantes**
 - Télédétection spatiale (satellite)
 - Télédétection aéroportée (avions, drones)
 - Télédétection mobile (véhicules terrestres ou marins)
 - Télédétection terrestre / proxy-télédétection (stations fixes)
- **Un même type de capteur peut être utilisé sur différents vecteurs**
 - Cependant, le matériel utilisé est en général spécifique au vecteur, même si la technologie du capteur est la même

Images Optiques

Résolution

BASSE

250 m

MOYENNE

50 m

HAUTE

10 m

TRES HAUTE

5 m

1 m

0 m

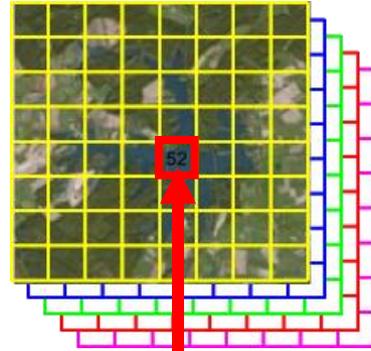
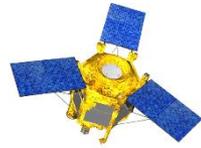
Emprise

> 1000 km

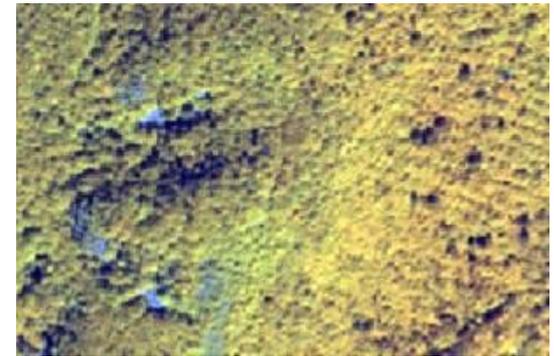
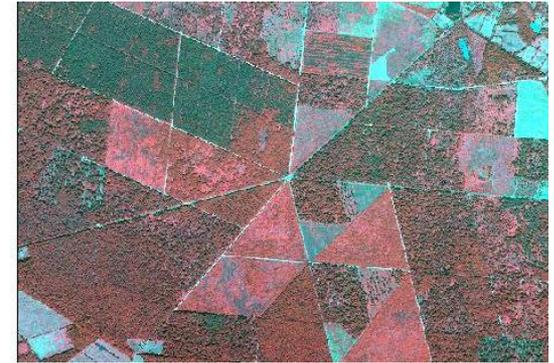
> 300 km

150 - 50 km

20 - 1 km



Valeur = énergie ré-émise



Photogrammétrie (=mesure 3D à partir de stéréoscopie)

Résolution

BASSE

250 m

MOYENNE

50 m

HAUTE

10 m

TRES HAUTE

5 m

1 m

Stéréo

0 m

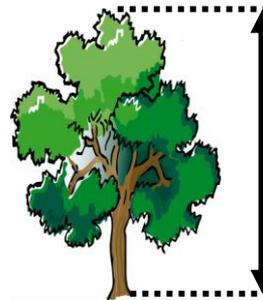
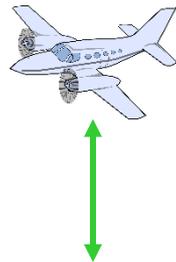
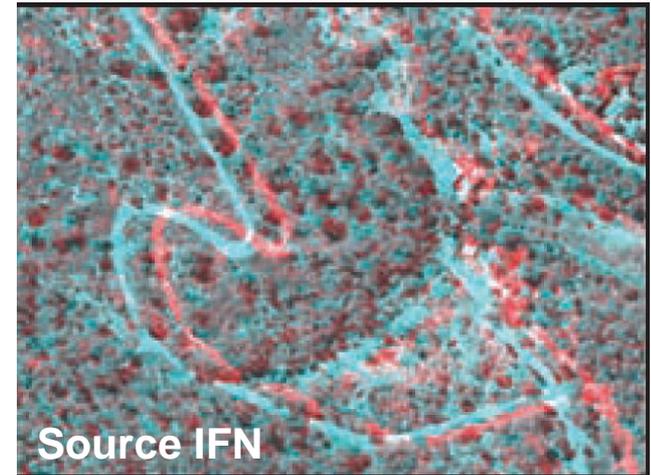
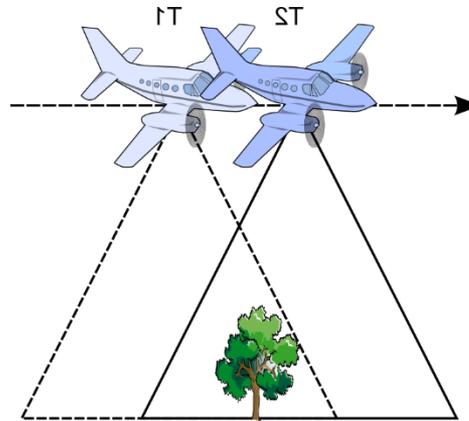
Emprise

> 1000 km

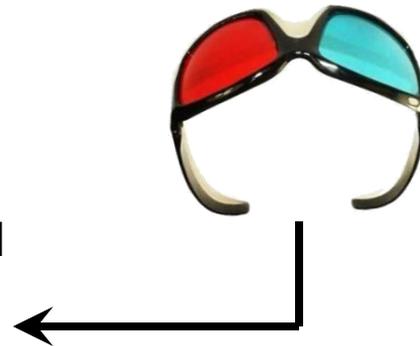
> 300 km

150 - 50 km

20 - 1 km



mesures ponctuelles



Modèle Numérique de Surface (Canopée)

Images RADAR

Résolution

Emprise

BASSE

> 1000 km

250 m

MOYENNE

> 300 km

50 m

HAUTE

150 - 50 km

10 m

TRES HAUTE

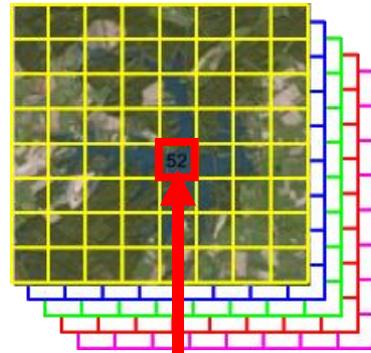
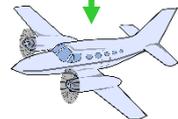
20 - 1 km

5 m

Stéréo

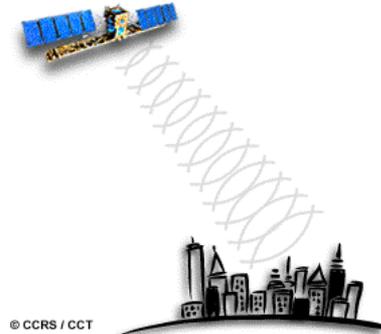
1 m

0 m

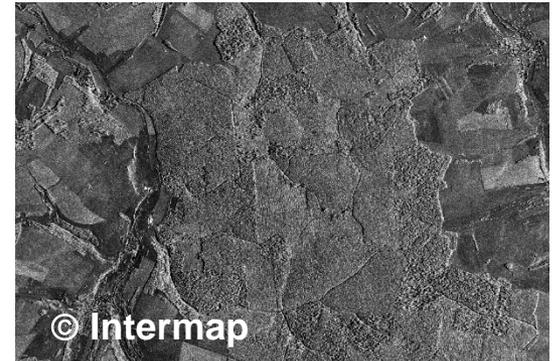


Valeur = rétrodiffusion

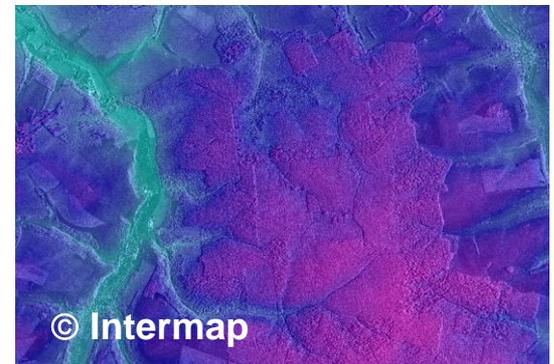
Stéréo
→ *Modèle Numérique de Surface (Canopée ou terrain)*



© CCRS / CCT

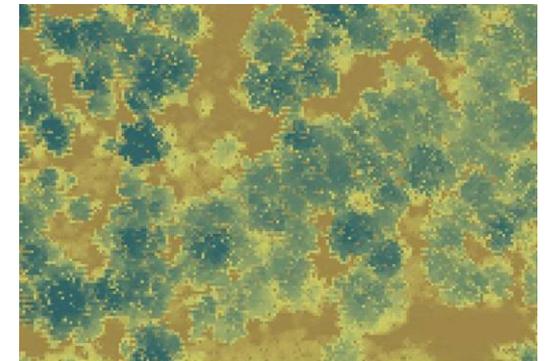
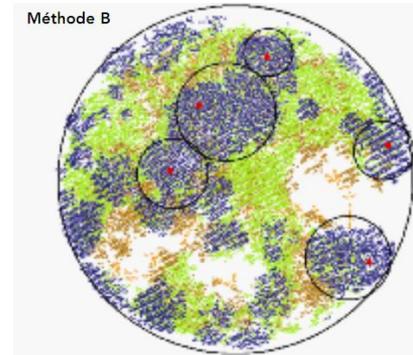
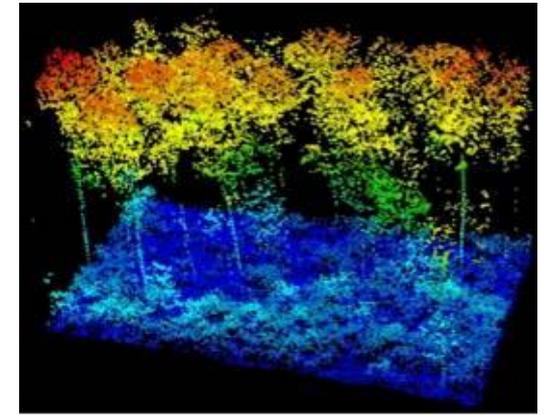
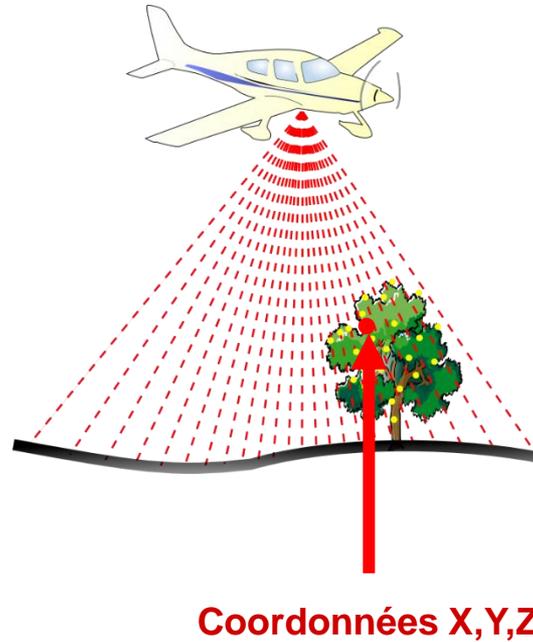
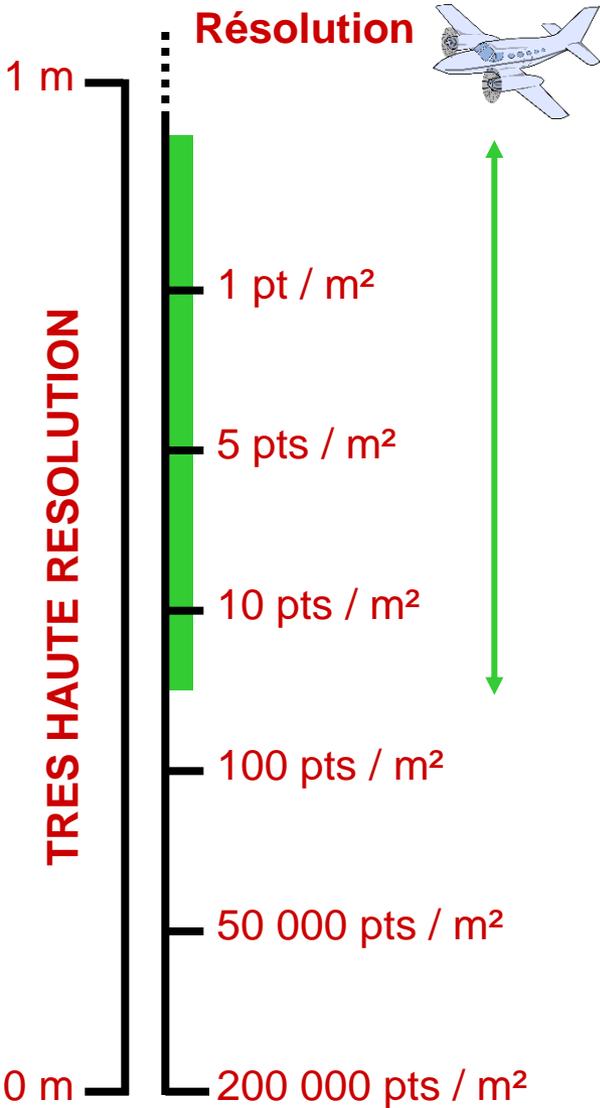


© Intermap



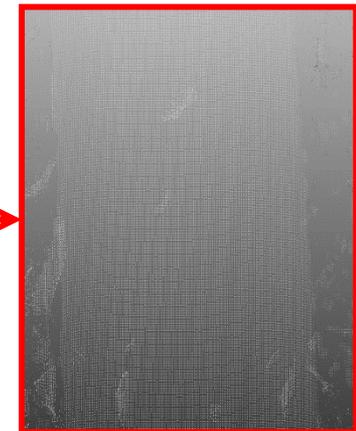
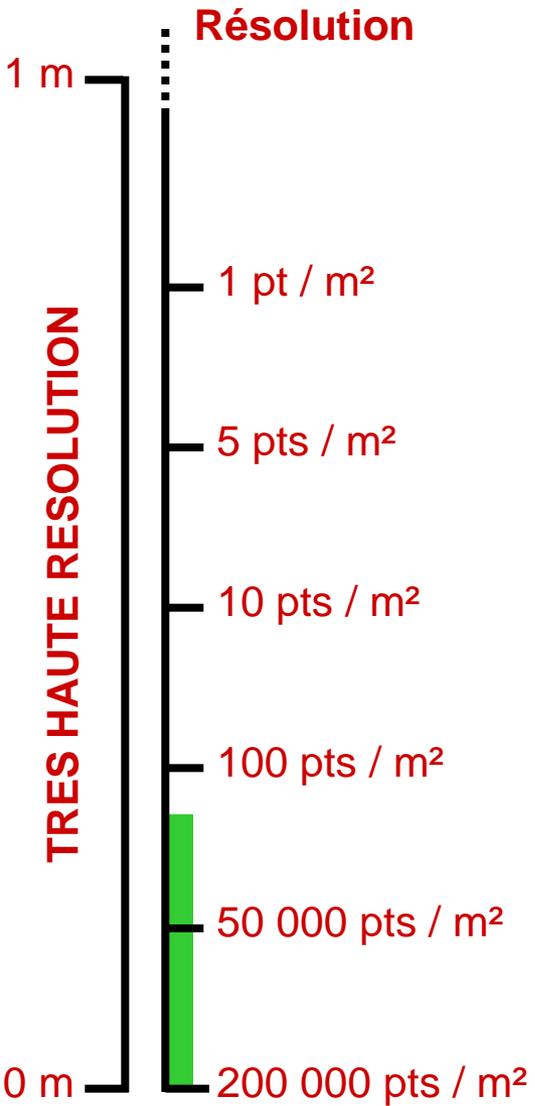
© Intermap

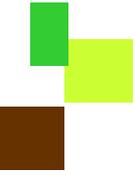
LIDAR Aéroporté



Post-traitement :
→ **Modèle Numérique
de Terrain / de Canopée**

LIDAR Terrestre





Intérêt pour l'inventaire forestier

Besoins de l'inventaire : composition

■ Cartographie des essences

■ Intérêt des informations spectrales fournies par

- Images satellitaires très haute résolution (< 1 m)
- Photographies aériennes (IRC)

■ Deux approches

- Photo-interprétation par des opérateurs formés
 - La stéréoscopie a un apport significatif, mais plus utilisé
- Détection automatique : travaux en cours
 - Pas encore très concluant

■ Intérêt pour l'aménagement

■ Classement des parcelles, choix des essences objectifs

■ Cartographie des structures

■ Stratification des peuplements

- Fort intérêt du LIDAR aéroporté, grâce à sa pénétration du couvert
- Nécessite une bonne densité de points (> 5 pts / m²)
- Potentiel du RADAR, un peu limité pour le moment (précision)

■ Taux de couvert / distribution des trouées

- LIDAR aéroporté, Photogrammétrie, Photographie aérienne

■ N.B. : Modèles pas encore très performants / robustes

■ Intérêt pour l'aménagement

■ Classement des parcelles

■ Choix des itinéraires sylvicoles

■ Cartographie des variables dendrométriques

■ Mise au point de modèles permettant de prédire des variables dendrométriques à partir de « métriques » de la télédétection

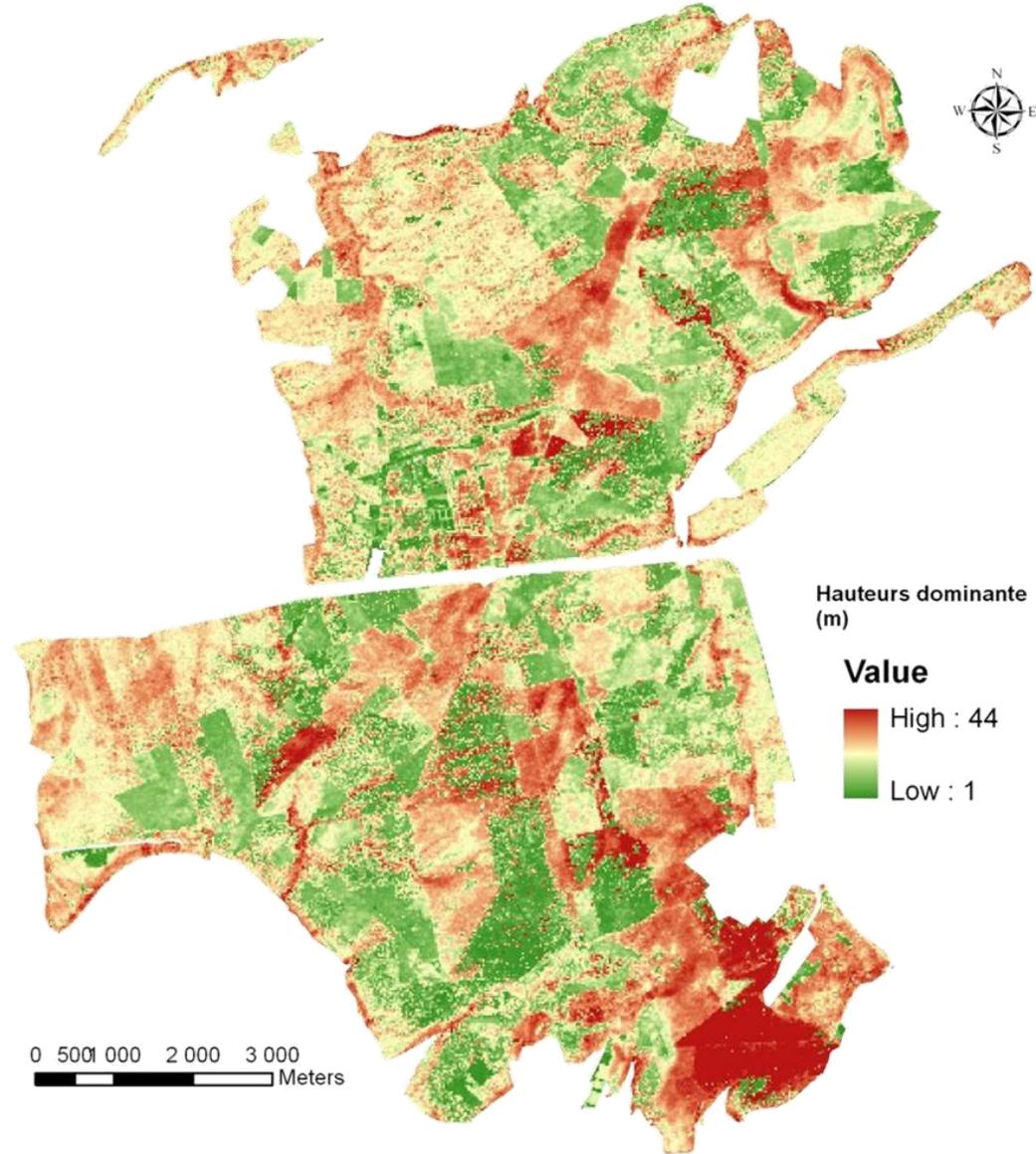
■ Ces métriques peuvent être obtenues :

- A partir d'un nuage de points (LIDAR aéroporté)
- D'un modèle numérique de surface (Photogrammétrie, LIDAR aéroporté, RADAR)
- A partir d'images 2D

■ Variables prédites

- Hauteur dominante, diamètre dominante, surface terrière, volume

Exemple de carte de H0 obtenue par Lidar aéroporté



Ex. : H0 sur FD Haye

■ Cartographie des variables dendrométriques : H0

- Fonctionne avec métriques LIDAR ou MNS

- Précision : +/- 1 m avec données LIDAR aéroporté

■ Intérêt pour l'aménagement

- Programmation des travaux et des 1ères éclaircies (futaie régulière)

- Cartographies des grands stades de développement (futaie régulière)

- En cas de mesures répétées : estimation de la fertilité

- Utilisation des archives photographiques de l'IGN
- Approches par photogrammétrie
- Nécessite un bon MNT (LIDAR)

- **Cartographie des variables dendrométriques : D0, G et V**
 - **Meilleure précision avec des métriques LIDAR**
 - De 10 à 20 % selon contexte et densité de points
 - **Utilisation de métriques MNS encore exploratoire**

- **Intérêt pour l'aménagement**
 - **Programmation des coupes**
 - **Classement des parcelles**
 - **Optimisation des exploitations (Montagne, câble en particulier)**

- **Intérêt pour l'application de l'aménagement**
 - **Aide à la description de parcelle avant martelage**

■ Réalisation de placettes d'inventaires

■ LIDAR terrestre

- Très haute résolution, très bonne précision

■ Accès aux données classiques (diamètre, position)

■ Accès à de nouvelles variables

- Volume des tiges
- Qualité
- LAI...

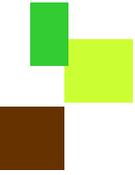
■ Mesure d'échantillons d'arbres

■ Mesure détaillée des arbres au LIDAR Terrestre

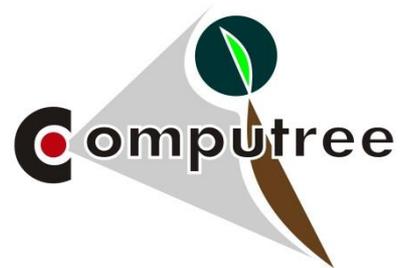
■ Mise au point de tarifs de cubages...

■ Intérêt pour l'aménagement

■ Réalisation de placettes permanentes



La plateforme Computree



■ Dans le cas de la télédétection aéroportée

- Nuages de points / MNS à l'échelle de la forêt (de 1 à 30 pts / m²)

- Calcul de métriques par placette (voire arbre) utilisables pour la modélisation de variables dendrométriques

- Il existe des logiciels (LasTools, Fusion...) : pas tous gratuits, mais surtout on a pas la maîtrise des métriques implémentées

■ Dans le cas de la proxi-télédétection (LIDAR terrestre)

- Nuages de points à l'échelle de la placette (50M de pts / placette)

- Algorithmes de détection des arbres et de leurs caractéristiques géométriques (architecture, forme...)

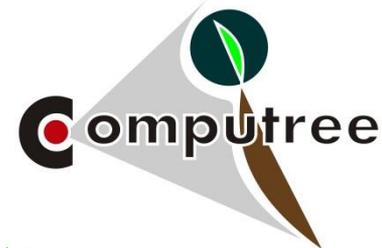
- Peu de logiciels dédiés à la forêt sur le marché

- Logiciel généralistes peu adaptés
- Logiciel dédié (Treemetrics), mais spécialisé plantations résineuses

- Depuis 2010, l'ONF a mis en place une plateforme de traitement des données LIDAR terrestre, nommée Computree
 - En collaboration avec l'ENSAM de Cluny
 - Approche fortement collaborative
 - 2015 : traitement données télédétection aéroportée

- Objectif : regrouper les travaux et faciliter les collaboration dans le domaine de l'analyse de données 3D pour la mesure forestière

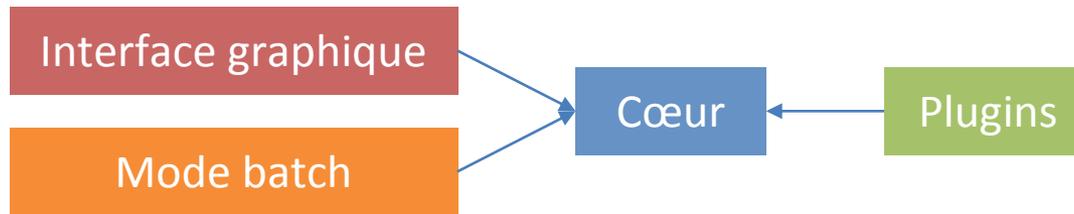
- Philosophie de la plateforme :
 - Ouverte : Open-source, portable (windows, mac, linux)
 - Modulaire : Fonctionnement par plugins (de différents laboratoires)
 - Performante : c++ / Qt, traitements multi-cœurs
 - Ergonomique : visualisation 3D, fonctionnalités de diagnostique



Architecture de la plateforme COMPUTREE

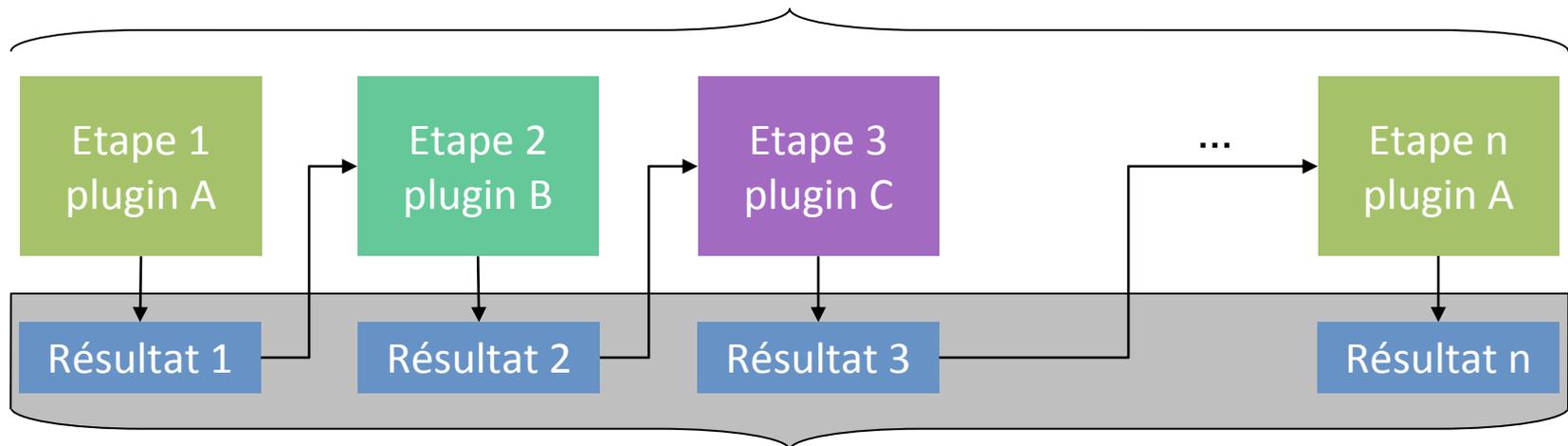
■ Plateforme Modulaire

■ Architecture



■ Fonctionnement par séquence d'étapes algorithmiques

Étapes algorithmiques issues de plugins indépendants



Structures de données génériques

Interface graphique standard

Gestion des étapes

Gestionnaire d'étapes

Nom	Temps / Afficher
Prénoyel placette 28	0h:0m:26s:585ms
CT_ResultPointCloud	<input type="checkbox"/>
OE_StepExtractPlot (36)	0h:0m:5s:893ms
ExtractedPlot	<input type="checkbox"/>
OE_StepExtractSoil03 (37)	0h:0m:23s:879ms
Densite pts sol (Raster)	<input type="checkbox"/>
MNH (Raster)	<input type="checkbox"/>
MNS (Raster)	<input type="checkbox"/>
MNT (Raster)	<input checked="" type="checkbox"/>
Triangulation2D	<input type="checkbox"/>
SoilScene	<input type="checkbox"/>
VegetationScene	<input checked="" type="checkbox"/>
OE_StepHorizontalClustering04 (38)	0h:0m:59s:866ms
HorizontalClustering	<input type="checkbox"/>
OE_StepFilterClustersBySize (39)	0h:0m:4s:577ms
HorizontalClustering (COPY)	<input type="checkbox"/>
OL_StepThrowParticules02 (40)	0h:0m:12s:702ms
HorizontalClustering (COPY)	<input type="checkbox"/>
OL_StepCreatePolylines02 (41)	0h:0m:3s:276ms
HorizontalClustering (COPY)	<input type="checkbox"/>
OL_StepFilterArcPolylines02 (42)	0h:0m:5s:124ms
HorizontalClustering (COPY)	<input type="checkbox"/>
OE_StepDetectSection06 (43)	0h:0m:4s:816ms
Section	<input type="checkbox"/>

Gestion détaillée des vues

Gestionnaire de modèle d'ItemDrawable

Nom	Valeur
Section	<input type="checkbox"/>
ItemGroup	<input type="checkbox"/>
Groupe de points	<input type="checkbox"/>
Barycentre	<input type="checkbox"/>
Cylindre	<input checked="" type="checkbox"/>
Coordonnée MNT	<input type="checkbox"/>

Configuration des ItemDrawable

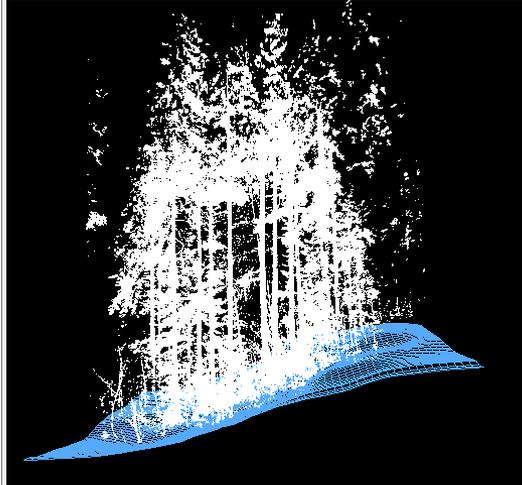
CT_Cylinder

Nom	Valeur
1 Dessiner le cylindre	<input checked="" type="checkbox"/> Afficher
2 Dessiner l'axe	<input type="checkbox"/> Afficher
3 Dessiner le cercle médian	<input type="checkbox"/> Afficher
4 Niveau de transparence [0;255]	150

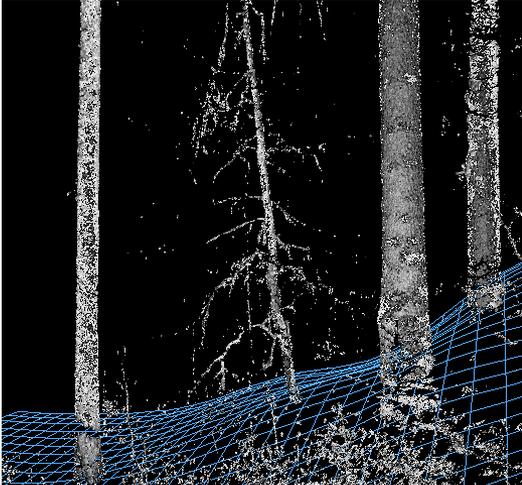
Gestionnaire d'ItemDrawable Configuration des ItemDrawable

Système de vues

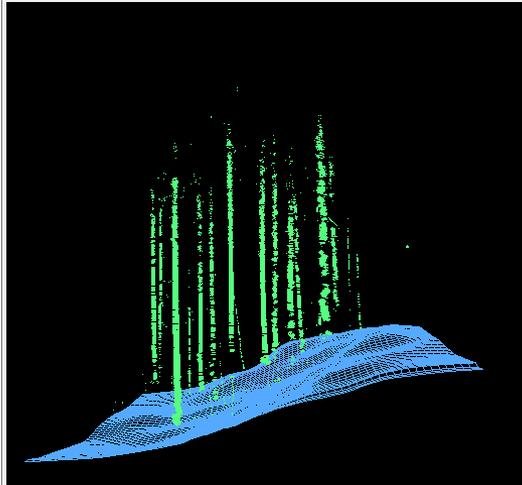
Document 1



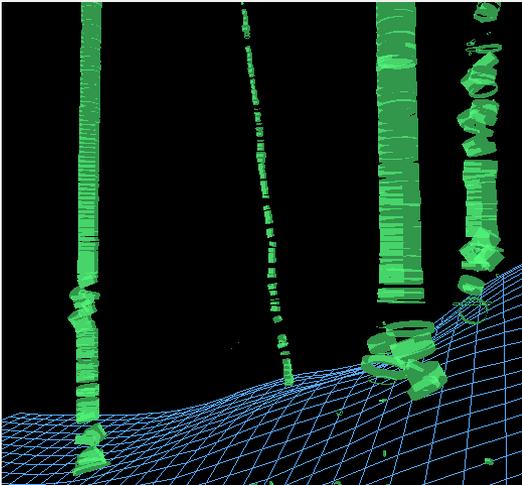
Document 4



Document 3



Document 2



- **Un site internet officiel, axé communication**

 - <http://computree.onf.fr>

- **Un site pour les utilisateurs et développeurs de plugins**

 - <http://rdinnovation.onf.fr/computree>

 - Téléchargement (Computree, plugins)

 - Documentation utilisateur, *How-to's (en cours)*

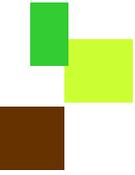
 - Code source (administration des droits pour chaque plugin)

 - *Documentation développeur, tutoriels (en cours)*

 - Générateur de code pour les développeurs de plugins

 - Forums d'échanges, signalement de bugs, demandes d'évolution

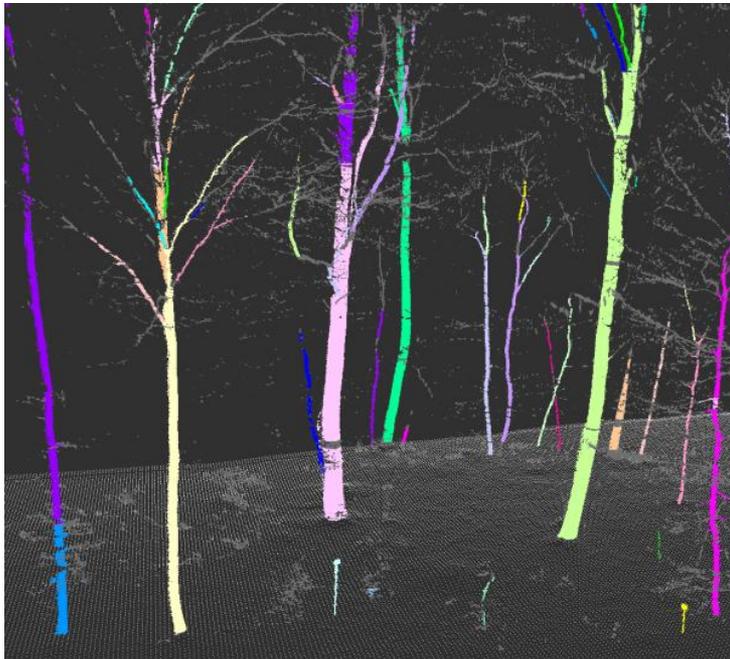
➔ **Dans les deux cas : en Français et en Anglais**



Travaux et partenariats en cours

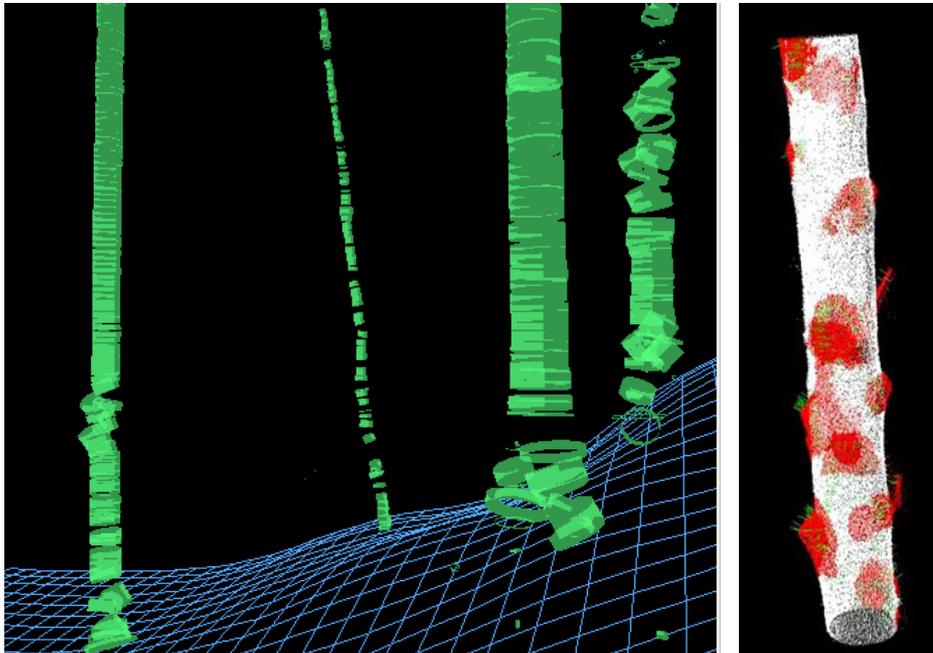
Placettes d'inventaires au LIDAR terrestre

- **Objectif : réaliser des placettes d'inventaire au LIDAR terrestre**
 - **Détection du sol, réalisation d'un MNT** (dispo, thèse en cours)
 - **Détection des arbres et de leur position** (dispo, thèses en cours)
 - **Mesure du diamètre à 1,30 m** (dispo, tests en cours)
 - **Reconnaissance des essences** (thèse finie, à intégrer et à tester)



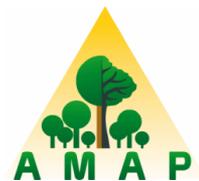
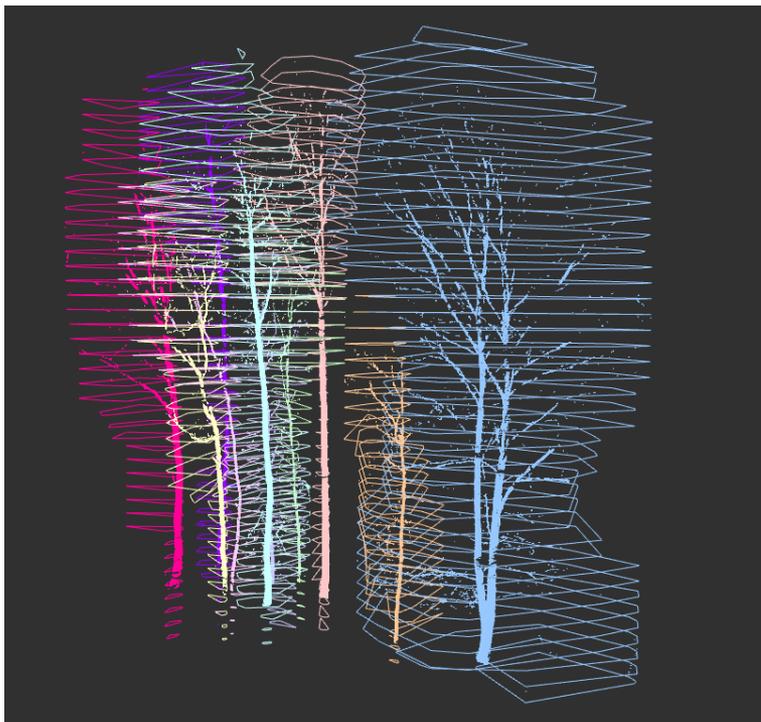
Placettes d'inventaires au LIDAR terrestre

- **Objectif : enrichir les mesures possibles, grâce au LIDAR terrestre**
 - **Mesure du volume des tiges** (dispo, thèse en cours)
 - **Qualification de la qualité des grumes** (thèse en cours : Qualidar)
 - **Mesure d'arbres tropicaux** (thèse en cours)



Mesure des arbres au LIDAR terrestre

- **Objectif : Mesurer la géométrie détaillée des arbres (Recherche)**
 - **Enveloppe des houppiers** (dispo en manuel, thèses en cours)
 - **Architecture des houppiers** (travaux en cours)
 - **Mesure de la surface foliaire** (travaux en cours)
 - **Combustibilité des peuplements** (travaux en cours)



Caractérisation des placettes au LIDAR terrestre

- **Objectif : Caractériser la structure des peuplements (Recherche)**
 - **Approches par voxels → profils de végétation (dispo)**
 - **Reconstruction de peuplements (en cours d'intégration)**
 - **Co-registation avec données de TLD aéroportée (travaux en cours)**

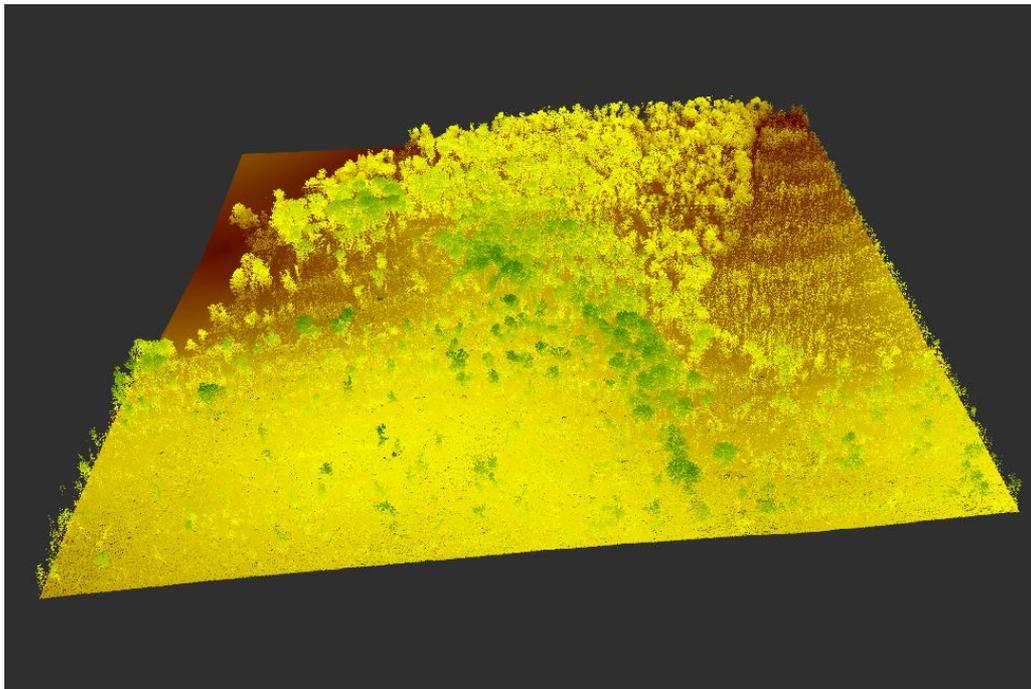


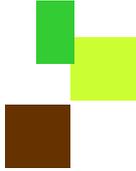
Ressources naturelles
Canada



Traitement de données de télédétection aéroportée

- **Objectif : Calculer des métriques LIDAR / MNS**
 - **Métriques / placettes** (en cours d'intégration)
 - **Détection de couronnes** (en cours d'intégration)
 - **Automatisation traitements / grandes surfaces** (en cours d'intégration)





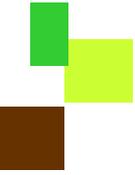
Conclusion

Conclusion et avenir de la plateforme

- **Communauté Computree dynamique et en pleine expansion**
 - Nombre de plugin croissants
 - De plus en plus de développeurs de plugins autonomes
 - De nombreuses thèses / M2 s'appuient sur Computree
 - Collaboration non francophones en cours de démarrage

- **Pour conforter Computree dans sa dimension partenariale :**
 - ➔ Transfert de la gouvernance au GIP Ecofor (en cours)
 - ➔ Financement multi partenarial de la plateforme

- **Vers un usage opérationnel**
 - A l'ONF : traitement des données TLD aéroportée (transfert en cours)
 - Au Québec : groupe d'utilisateurs finaux appuyé par l'Université de Sherbrooke



Merci pour votre attention