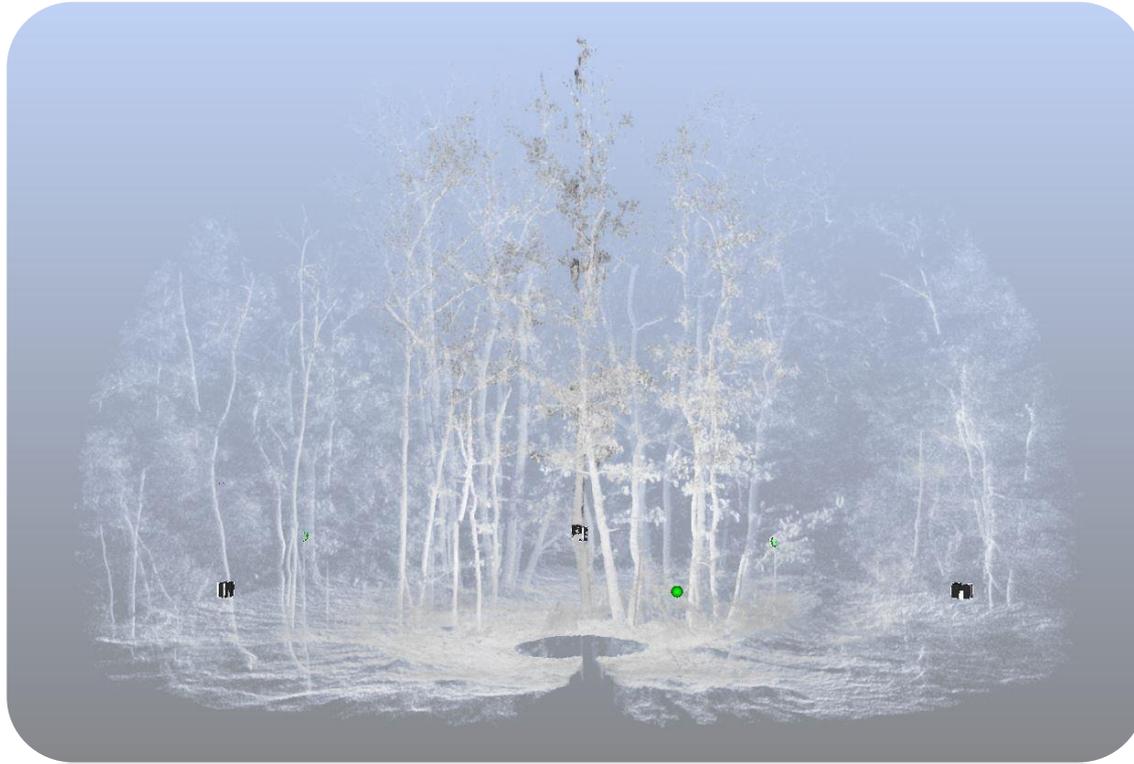


Caractérisation de la surface et biomasse foliaire de couverts forestier à l'aide d'un LiDAR terrestre



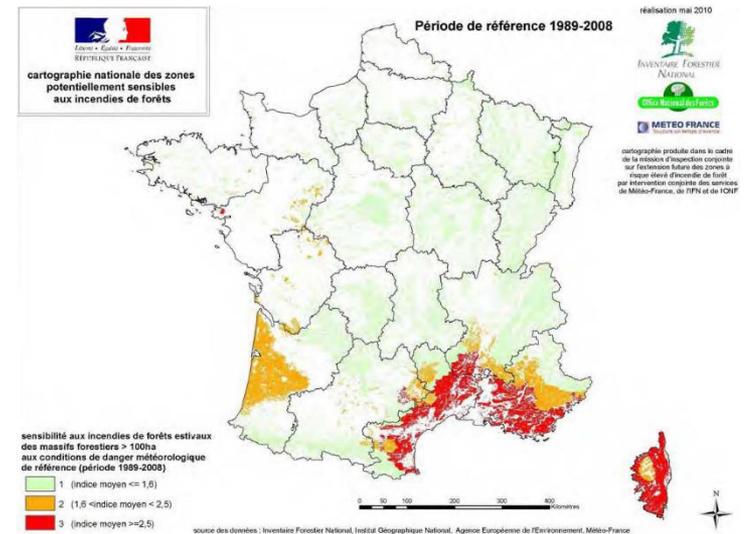
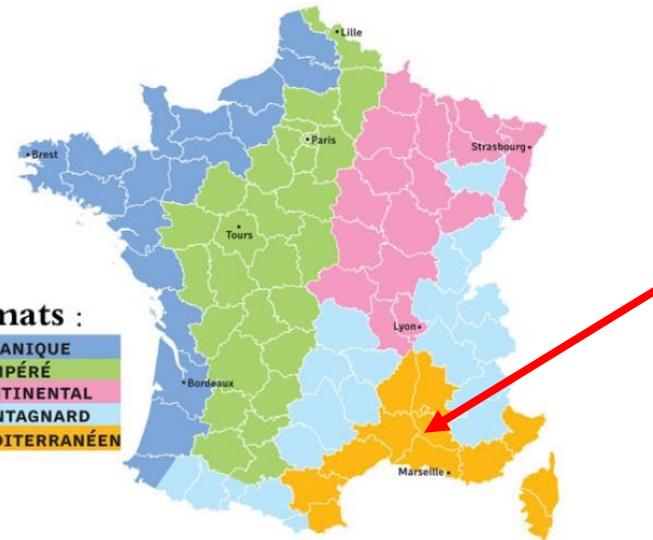
Maxime Soma François Pimont Richard Fournier Jean-Luc Dupuy

Unité de recherche Écologie des forêts méditerranéennes

Équipe physique et écologie du feu



Les climats :



Contexte de recherche

Enjeux de la caractérisation de la surface et de la biomasse foliaire:

Flux de matière et d'énergie atmosphère - surface

- Eau / CO₂
- Transferts radiatifs (lumière) / Chaleur sensible
- Production de biomasse et cycle de la matière organique (sol...)

→ Microclimat

→ Mécanismes écophysologiques (photosynthèse, transpiration)

→ Structure du peuplement (phénologie, état sanitaire, régénération...)

Combustible

(propagation du feu, intensité, rayonnement)



Méthodes actuelles

- Méthodes destructives
Extrêmement coûteuses en temps et en personnel

- complète
- partielle → allométrie

Obtention d'un profil vertical

- Méthodes optiques
(photo hémisphérique, pourcentage), imprécises

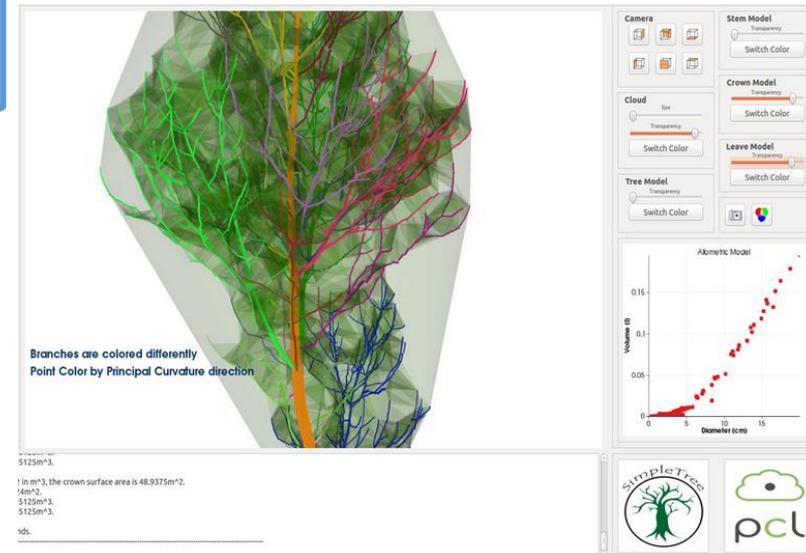
- Méthodes LiDAR
 - Architecturales: Reconnaissance Morphologiques des surfaces et/ou volumes propres au tronc ou aux feuilles (L-Architect, SimpleTree)

- Indices de densité relative

2D



3D



Credits: <http://www.simpletree.uni-freiburg.de>

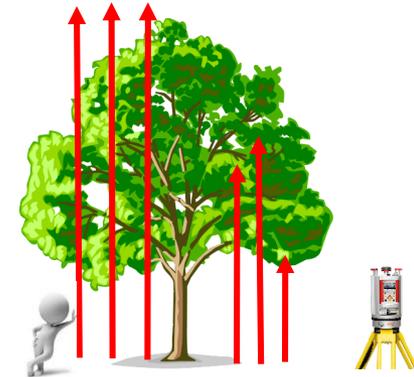
Principes des indices LiDAR

Leaf area density $\left(\frac{m^2}{m^3}\right) = 2\lambda$ avec λ le coefficient d'atténuation

- Extension de la méthode « **fréquence de contact** »
(Warren & Wilson 1960) :

Nombre de contact de feuille par unité de longueur (sonde) $\lambda_c^l = \frac{\sum_{j=1}^{N_p} C_j^l}{N_p L}$

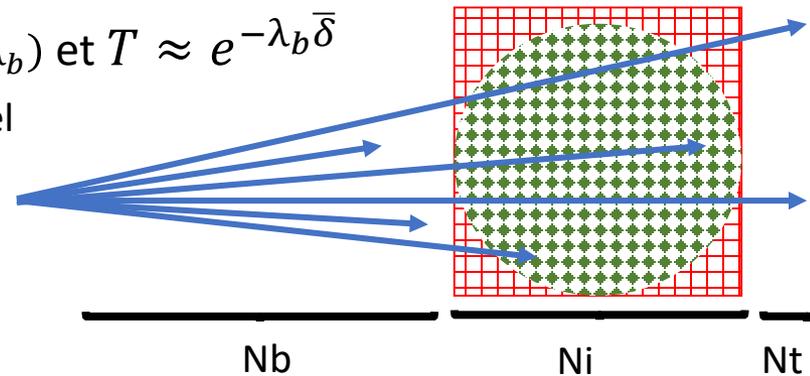
LiDAR → correction nécessaire: Par voxel, $\lambda_c^l = \frac{\sum_{j=1}^{N_p} I_j}{N_p L \frac{\sum_{j=1}^N \tilde{\delta}_j}{\sum_{j=1}^N \delta_j}}$ (Béland 2011)



- Application de la loi de **Beer-Lambert** : « la transmittance de la lumière dans un milieu turbide diminue de manière exponentielle avec la densité et l'épaisseur du milieu traversé »

$RDI = \frac{N_t}{N_t - N_b} = Absorbance(\lambda_b) = 1 - Transmittance(\lambda_b)$ et $T \approx e^{-\lambda_b \bar{\delta}}$
avec $\bar{\delta}$ la distance parcourue par le rayon dans le voxel

→ $\lambda_b = A^{-1}(RDI) = -\frac{\ln(1-RDI)}{\bar{\delta}}$



Objectifs

1. Tester les méthodes LiDAR, basées sur l'approche par indices de densité relative (développement et vérification sur des scènes d'échelles différentes), pour établir la distribution 3D du matériel
2. Améliorer ces méthodes en identifiant et en levant les verrous scientifiques et techniques
3. Appliquer ces méthodes à des campagnes de collectes opérationnelles d'inventaire forestier (Institut géographique national)

Stratégie de recherche

Acquisition de données pour des espèces de morphologies variées et à différentes échelles

→ Différentes relations selon morphologies du feuillage

3 espèces:

Quercus pubescens (Chêne blanc)

Quercus ilex (Chêne vert)

Pinus halepensis (Pin d'alep)

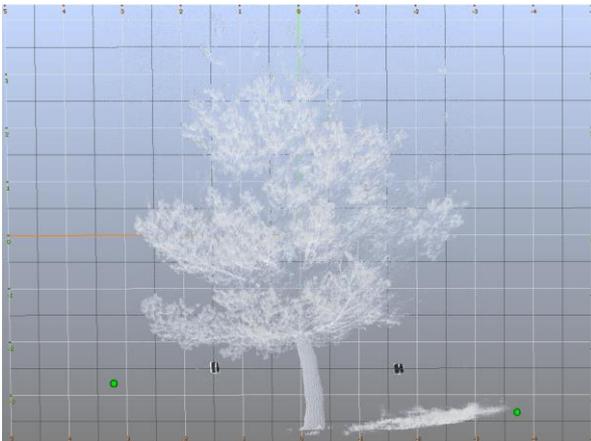


3 échelles :

Branche

Arbre individuel

Placette



Données acquises à 3 échelles distinctes

		Echelle		
		Branche (10 à 14)	Individu (5)	Placette
Espèce	Quercus ilex	Acquis (+RIEGL)	Acquis	2 placettes Peuplement mixte (400m ²) (en cours)
	Pinus halepensis	Acquis (+RIEGL)	Acquis	
	Quercus pubescens	Acquis	Possiblement	4 placettes (r=6m) (folié + défolié)

**Mesures destructives:
Biomasse + Surface
→SLA**

**Allométrie
calibrée
localement**

Stratégie de recherche

Acquisition de données à l'échelle de la branche au laboratoire

→ Différentes relations selon morphologies du feuillage



Scans puis mesures destructives (**masse, surface**, teneur en eau) par étapes (différent états):

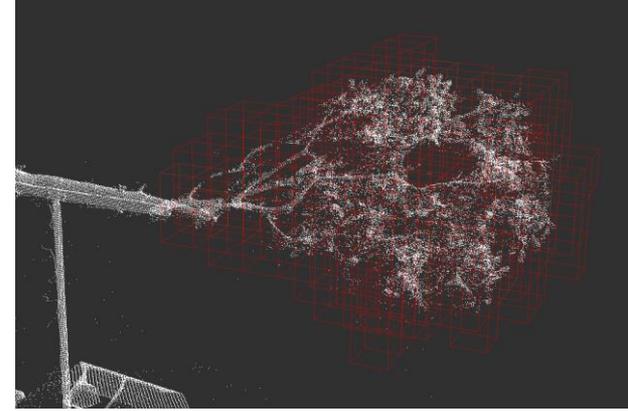
- Pleinement feuillée
- Partiellement feuillée
- Défeuillée

à différentes distances:
2,5m / 5m / 10m / 15m / 20m

$$\lambda_b = \lambda_b^{leaf} + \lambda_b^{wood}$$

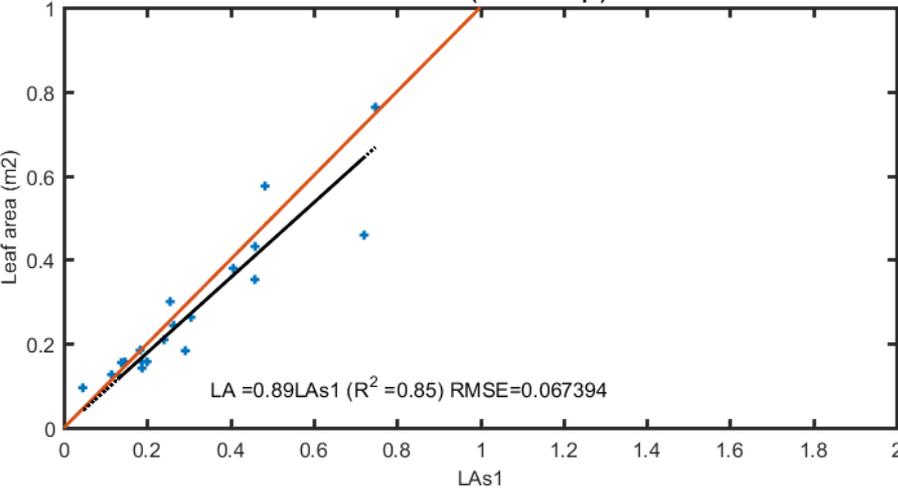
Ensemble des points – Ensemble des points de bois
= Points de feuillage

Résultats – Fiabilité de la mesure



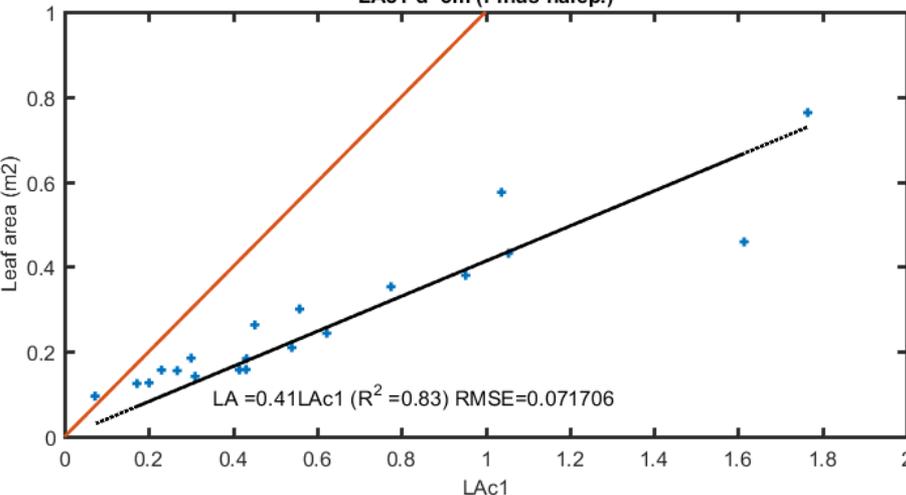
Approche Beer-Lambert – chemin moyen :

LAs1 d=5m (Pinus halep.)



Voxels « grands »
(a=0,7m)

LAc1 d=5m (Pinus halep.)

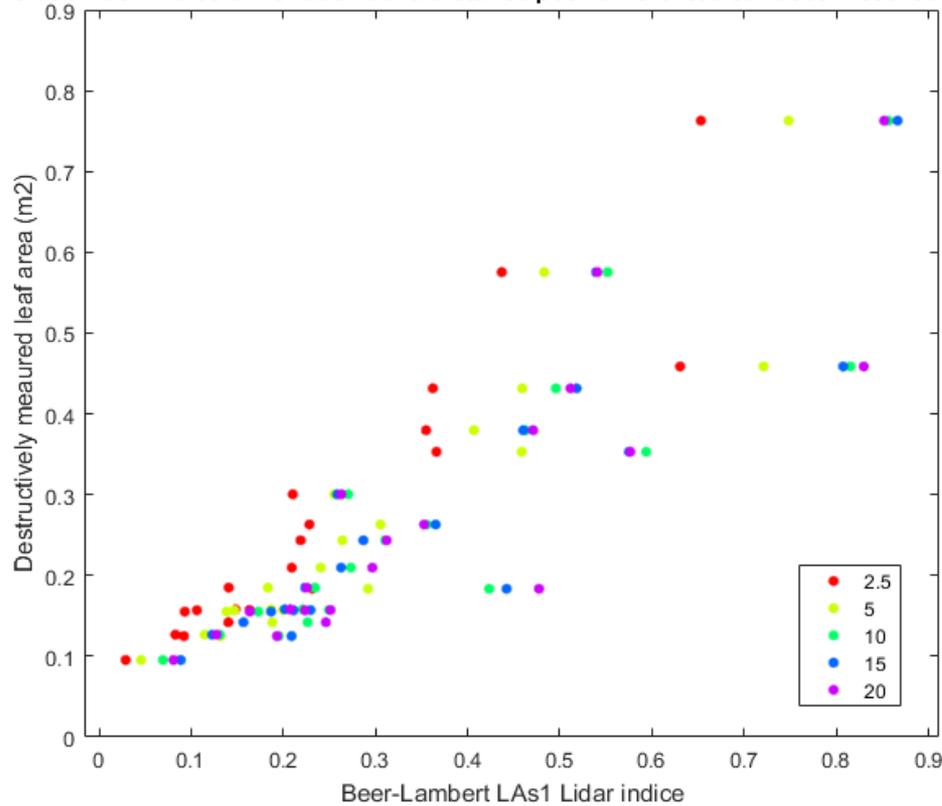


Voxels « petits »
(a=0,1m)

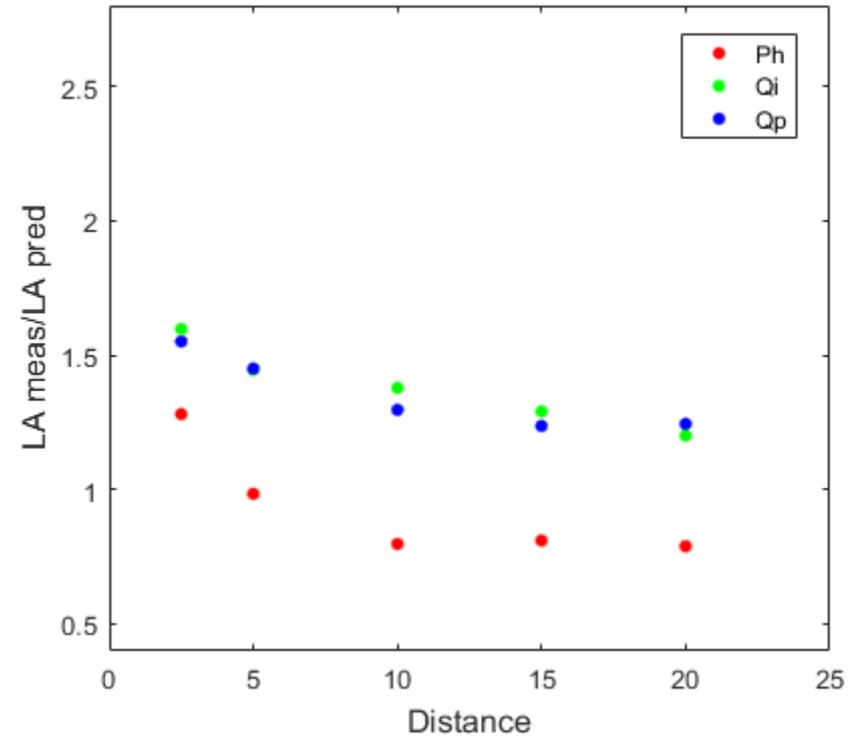
- Existence d'une corrélation
- Différences tailles de voxels
- Possibilité d'une approche semi-empirique par calibration (agrégation...)

Résultats – Sensibilité de la mesure à la distance

Evolution de l indice en fonction de la distance pour différentes surfaces mesurées (Pinus)



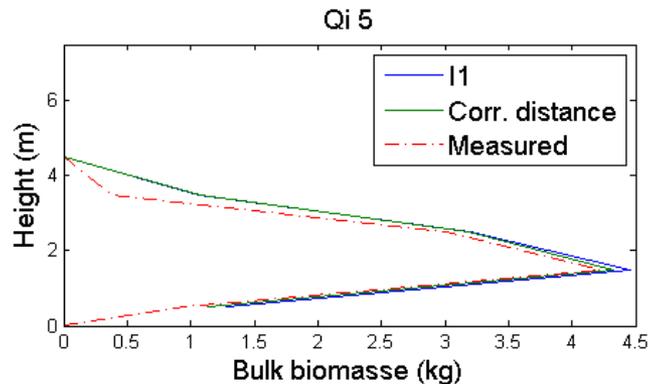
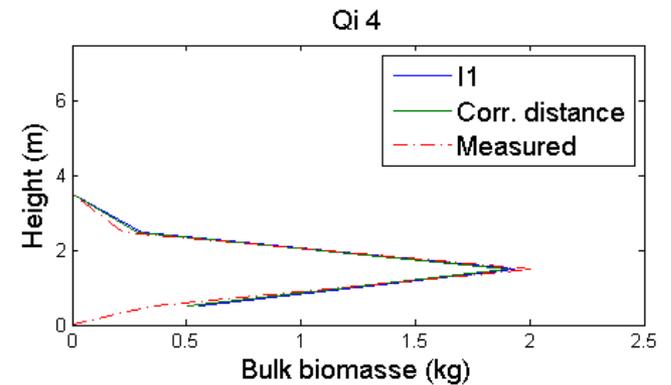
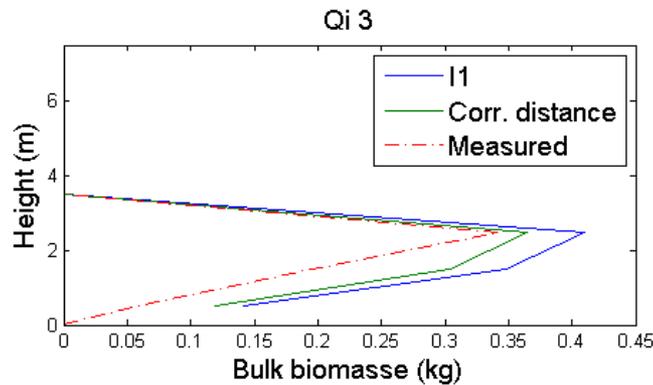
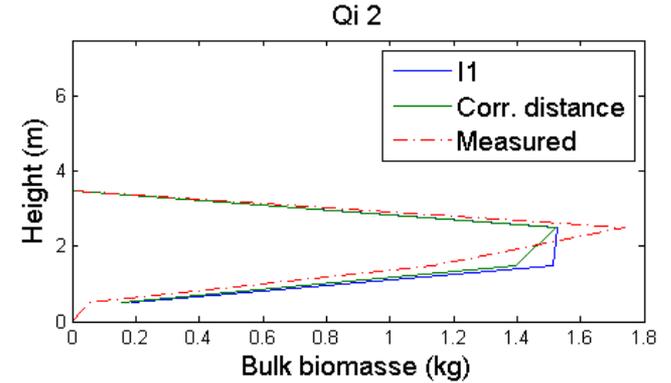
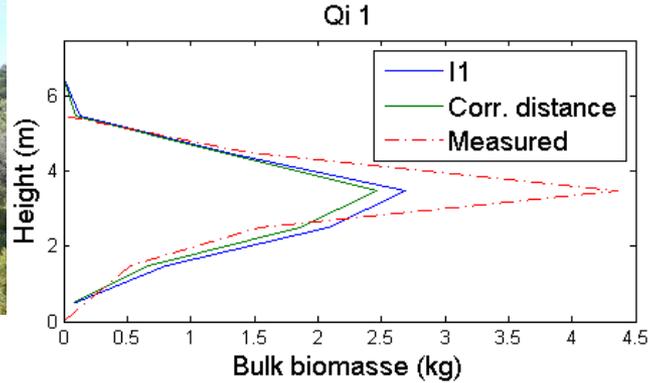
Distance effect on LAs1



Augmentation des indices avec la distance
(jusqu'à +50%)

$$LA_{measured} = coef(d) \times LA_{LiDAR}$$

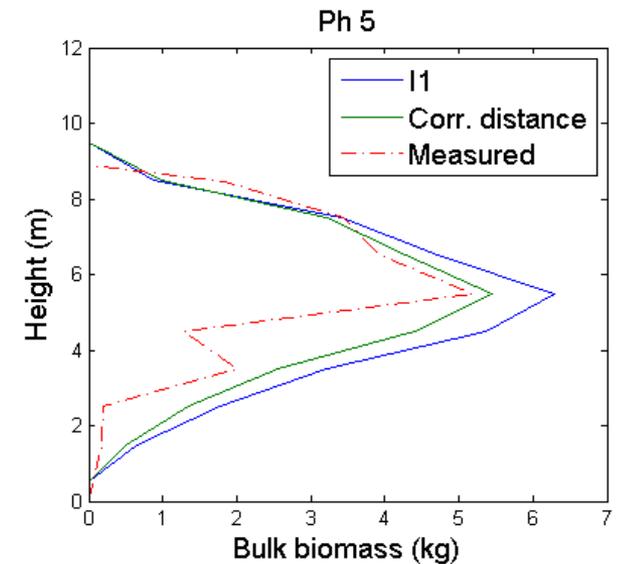
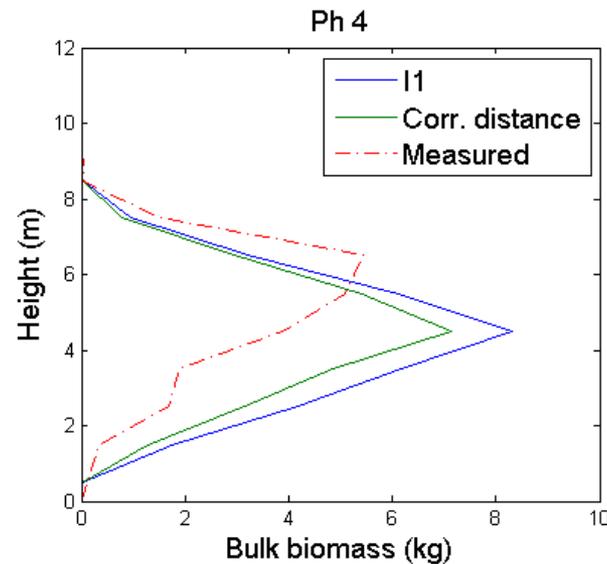
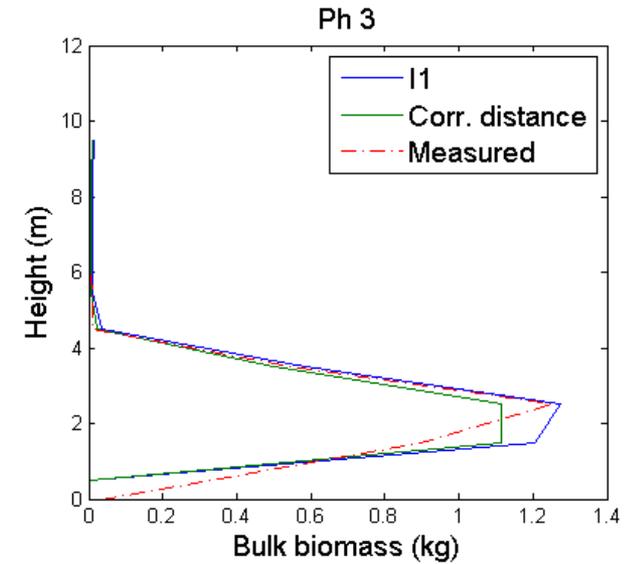
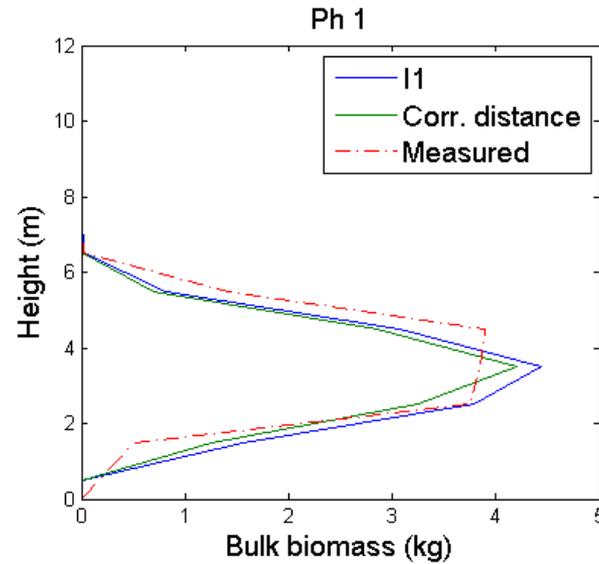
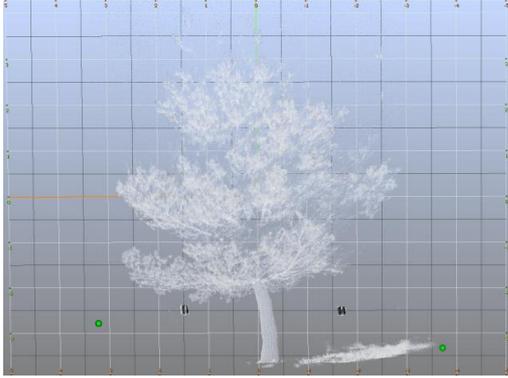
Résultats préliminaires à l'échelle de l'arbre: profils



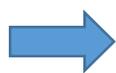
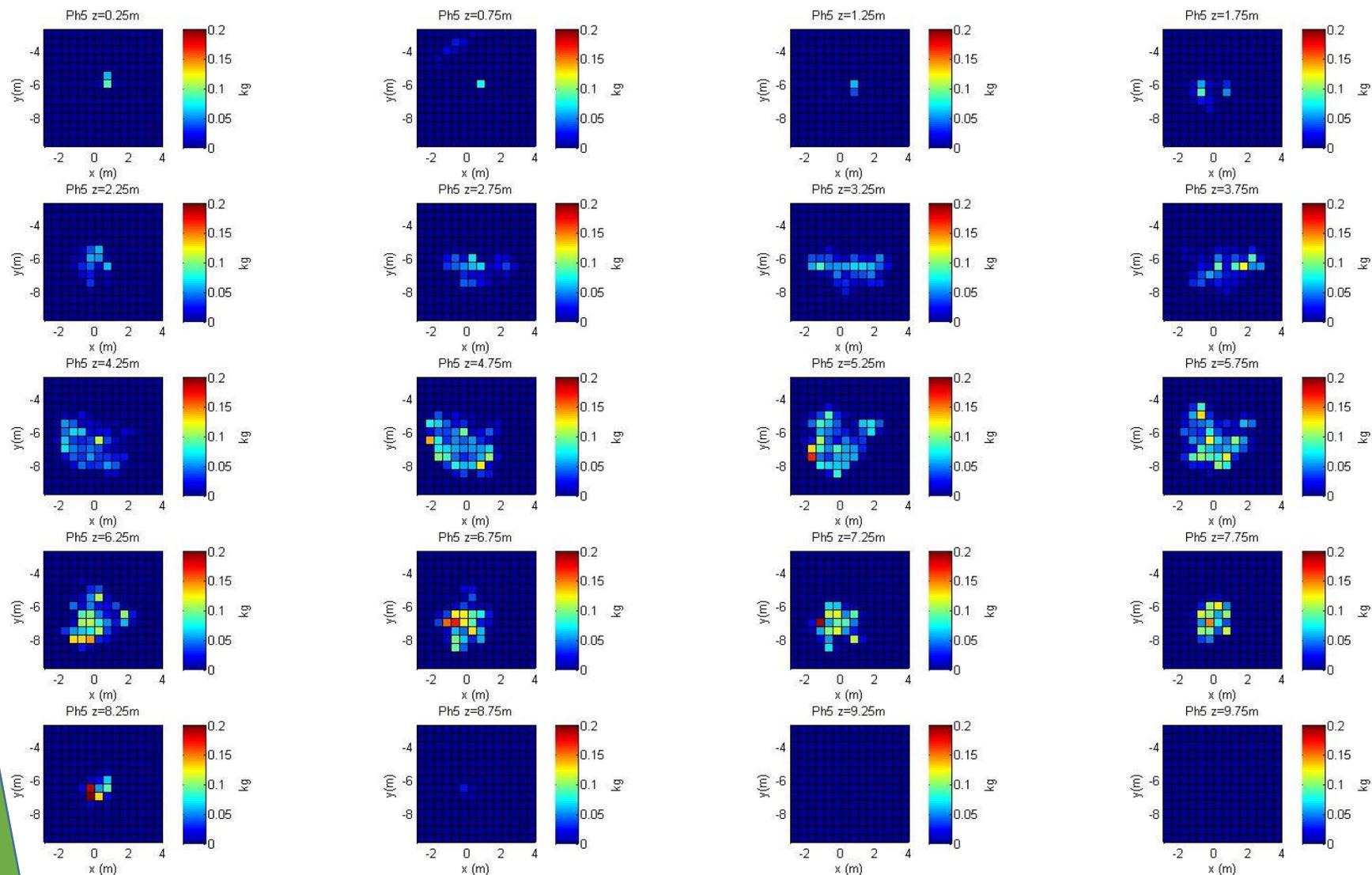
Adéquation au sein d'une
gamme large de biomasse:

- sur les profils de densité en général
- sur la hauteur maximum
- sur la valeur au pic de densité

Résultats préliminaires à l'échelle de l'arbre: profils

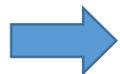
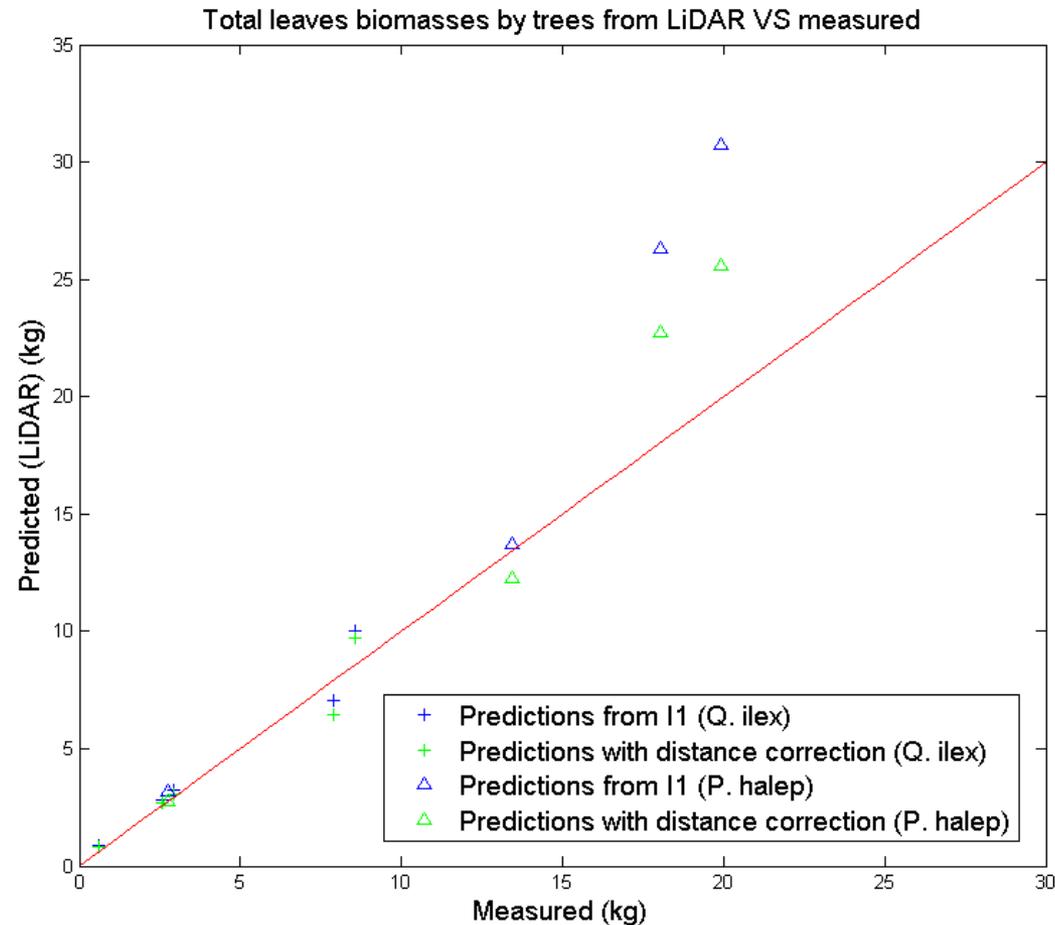


Résultats préliminaires à l'échelle de l'arbre: cartes 3D



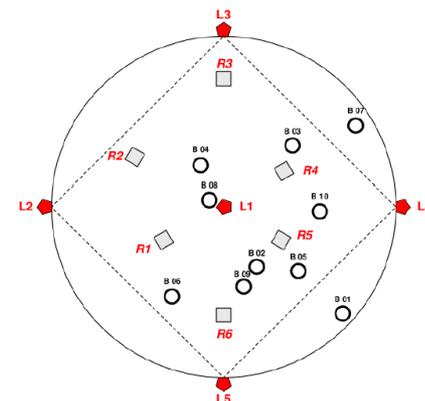
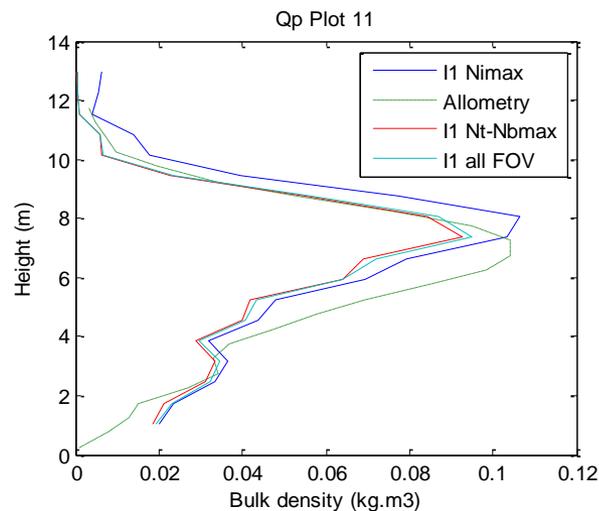
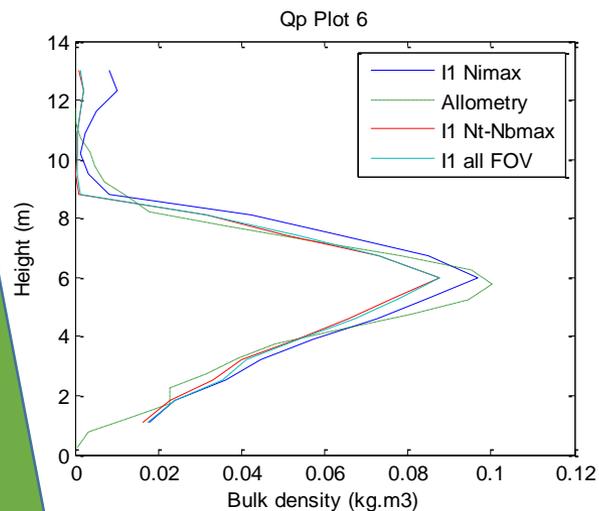
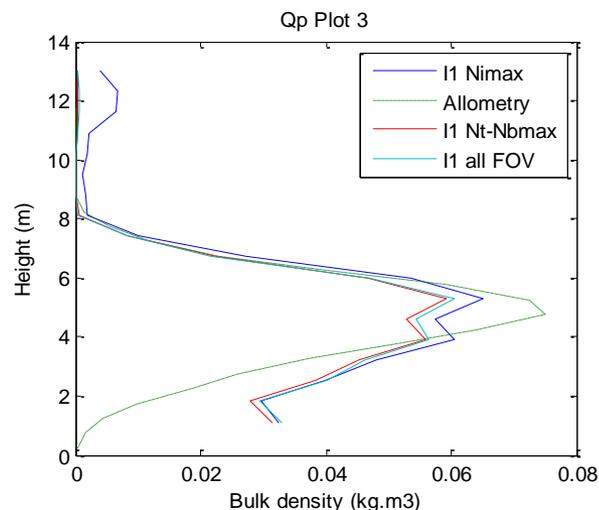
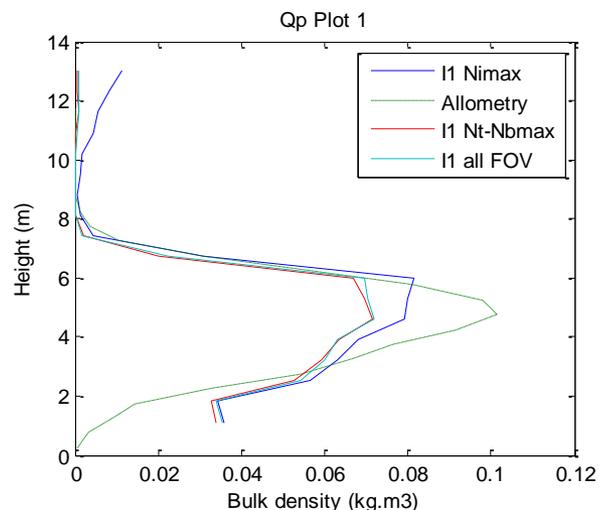
Accès à l'information 3D Homogénéité dans la couronne
Fidélité à l'enveloppe de l'arbre

Résultats préliminaires à l'échelle de l'arbre: biomasse



Précision sur la biomasse foliaire totale de l'arbre
Robustesse interspécifique de l'approche

Résultats préliminaires à l'échelle de la placette



Similaire avec étude
précédemment effectuée
au même endroit
(Pimont 2015)

Proche de la réalité

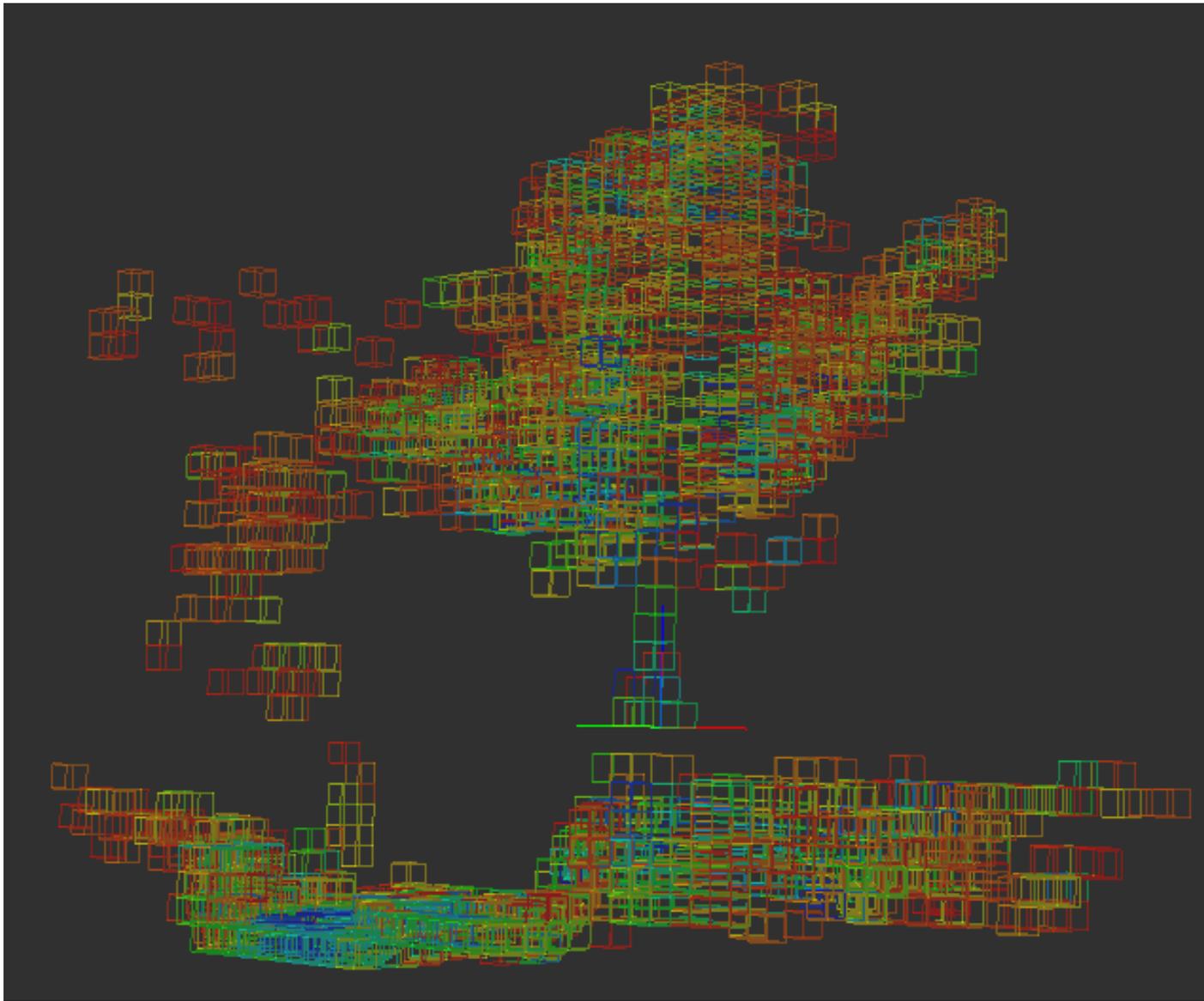
Scène plus apte à tester
les designs de scans

Présence de bois

Limite du sous bois

Conclusions

- Résultats préliminaires encourageants
- Perspectives d'amélioration:
 - Prise en compte de l'effet de la distance
 - Choix de la taille des voxels : occlusion
 - Séparation bois/feuille
 - Calcul des intervalles de confiance



Merci pour votre attention