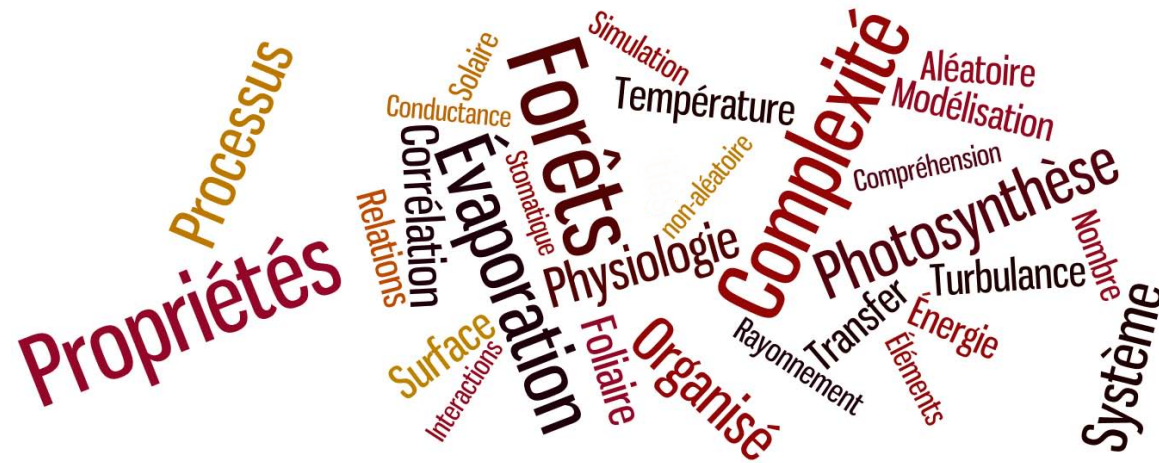
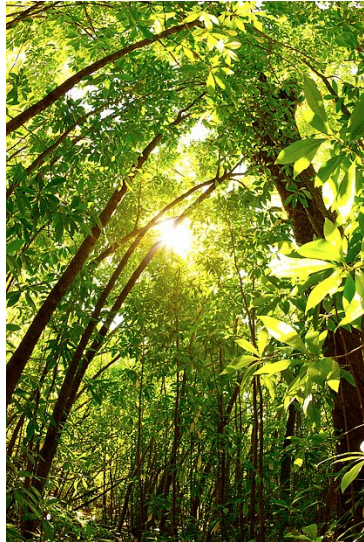


Sur l'utilisation du LiDAR en forêt, et les secrets de leur structure interne



Martin Béland

Professeur adjoint

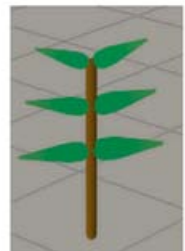
Université Laval





Qu'est-ce que la structure en forêt?

- **Arrangement spatial** (position, orientation, étendue, quantité) des composantes des arbres
- Leaf Area Index (LAI): Quantité de feuillage vert (photosynthétiquement actif) par unité de surface au sol (m^2/m^2)
- Orientation des feuilles: angle de la normale des feuilles par rapport au zénith



- Historique:

- Définition du LAI en **1947**
- Loi de Beer-Lambert adaptée pour estimer le LAI en forêt en **1953**
- Plusieurs méthodes de mesure de la structure dans les années **60**
- Foliage clumping **1971**
- Traitements de la structure dans les modèles de productivité dans les années **80** (Norman & Welles, Sellers)
- Approches géométrique-optique dans les années **90** (Li & Strahler)



« Structure matters »: La structure compte

- Influence la radiance mesurée par **satellite** pour décrire et suivre l'état des forêts à l'échelle globale
 - LAI, biomasse, albedo, fapar

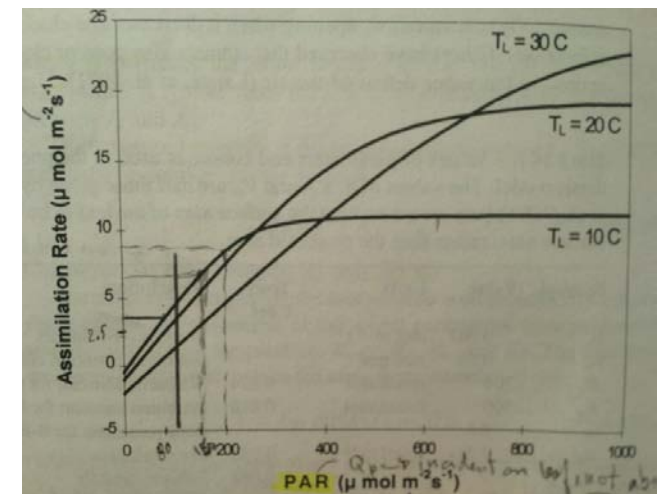
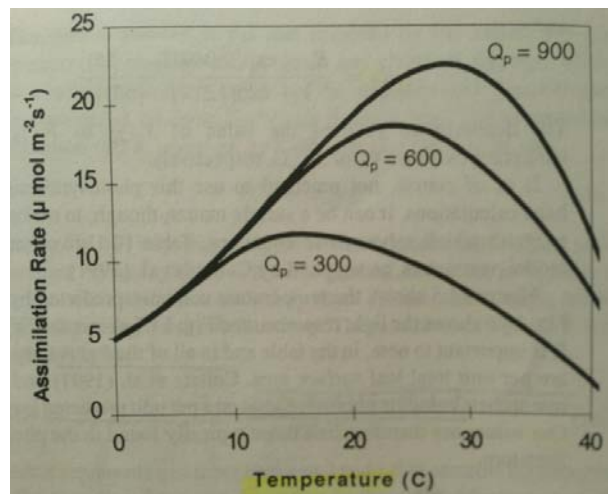
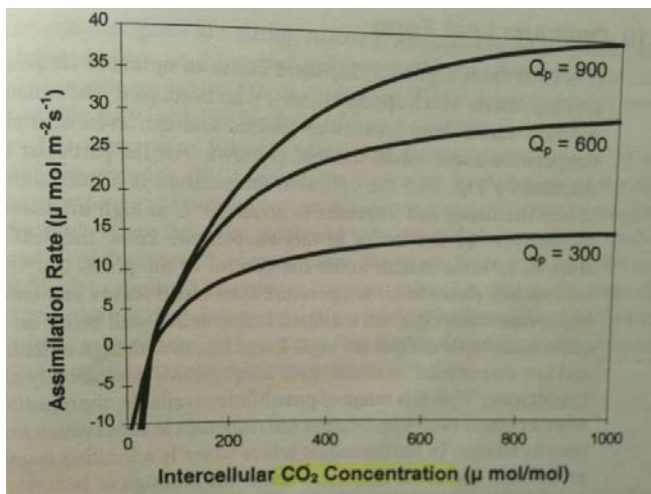


Photo: Ursus & Nadeschkin



« Structure matters »: La structure compte

- Influence la **productivité** des forêts et leur réponse à des **stress et changements** environnementaux
 - CO₂ atmosphérique, température, éclairement diffus





Juhan Ross, 1970

Un modèle mathématique de **productivité des plantes** doit contenir les aspects suivants:

1. **Micrométéorologie**: description 3D des quantités physiques influençant la photosynthèse et respiration des phytoéléments (radiation, CO_2 , eau, température, vent, etc.)
2. **Biophysique**: description des processus d'échange d'énergie (radiation, chaleur sensible et latente) et de masse (CO_2) entre les plantes et leur environnement
3. **Physiologie**: description des facteurs physiques (PAR absorbé, CO_2 interne, disponibilité en eau), chimiques (Chlorophylle et nutriments), et biologiques (caractéristiques de l'appareil photosynthétique)
4. **Phytométrie**: description de la distribution en 3D et de l'orientation des phytoéléments (hauteur, LAI, distribution verticale de surface foliaire, orientation des feuilles)



Et si on connaissait la structure détaillée en 3D des forêts?

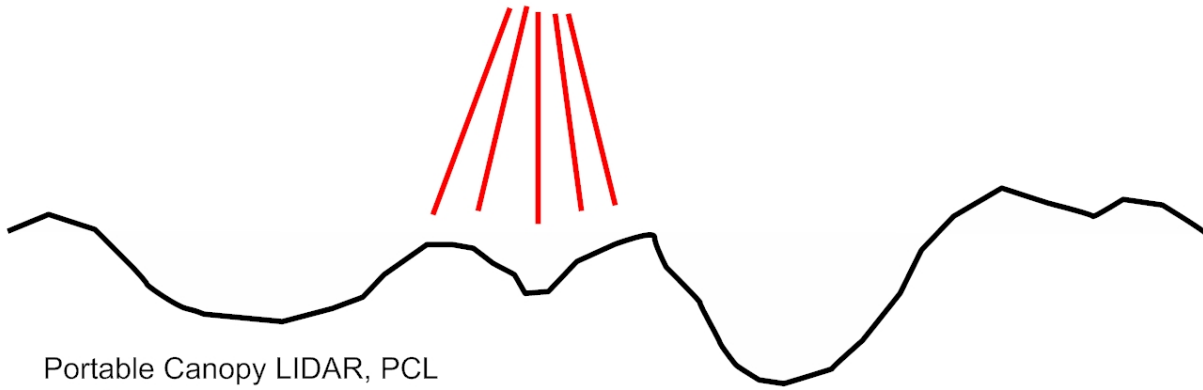
Kees (C. T.) de Wit, **1970** :

« two-stage models have already a tendency to **outgrow present day computers** and budgets ». [...] it is **naive to pursue** construction of simulation models which are supposed to simulate complex-eco-systems like forests as a whole ».

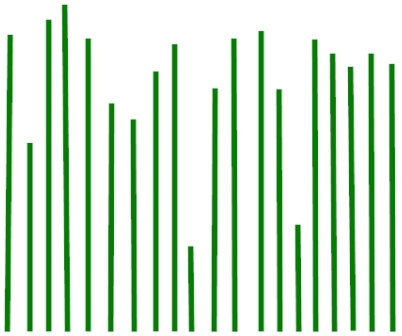
Apple fondé en 1976

Systèmes et données lidar

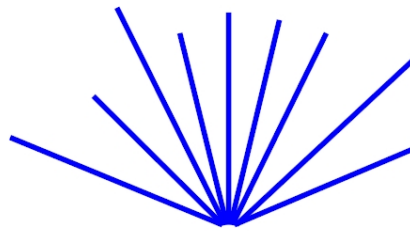
Airborne Laser Scanning, ALS



Portable Canopy LIDAR, PCL



Terrestrial Laser Scanning, TLS

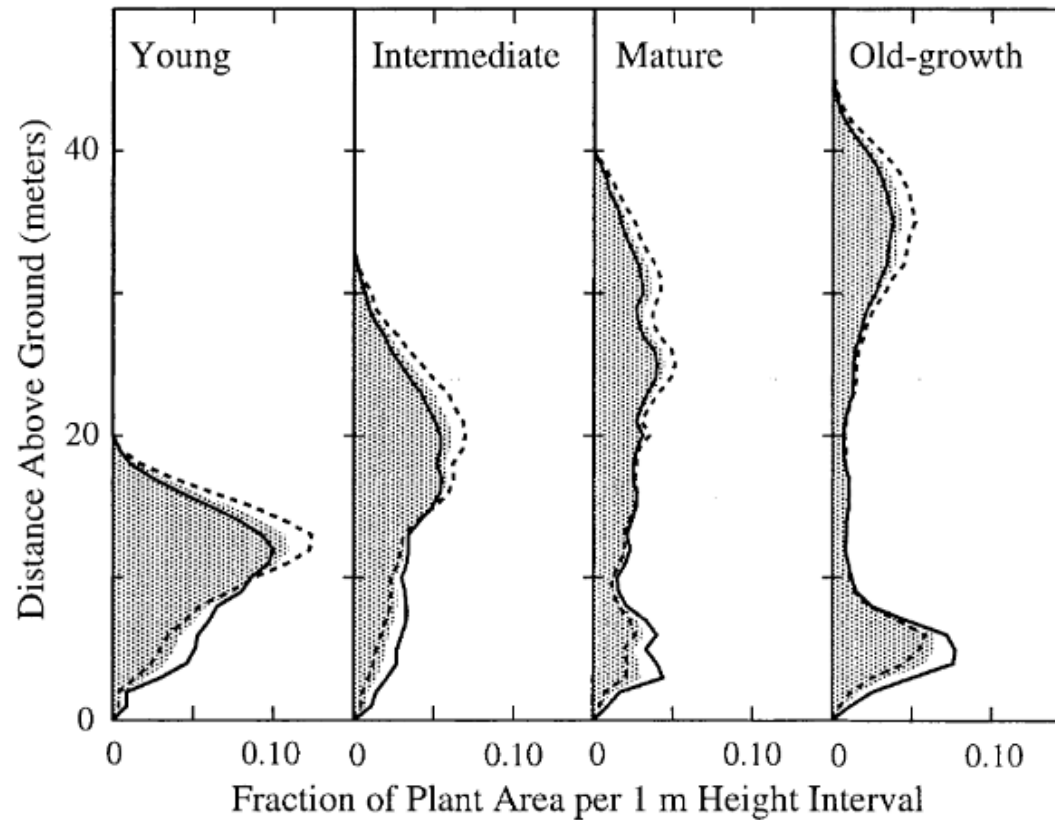


Prochainement, lidar par satellite

<p>Airborne LiDAR (top image UNAVCO)</p>	<p>Intern Rehana Chaudhri uses the pedestrian laser designed by Jess Parker to generate images of forest structure.</p> <p>Making a CAT-Scan of the forest.</p> <p>Portable Canopy LiDAR</p>
<p>Terrestrial LiDAR (top image Riegl)</p>	<p>UAV-based LiDAR (images Riegl)</p>

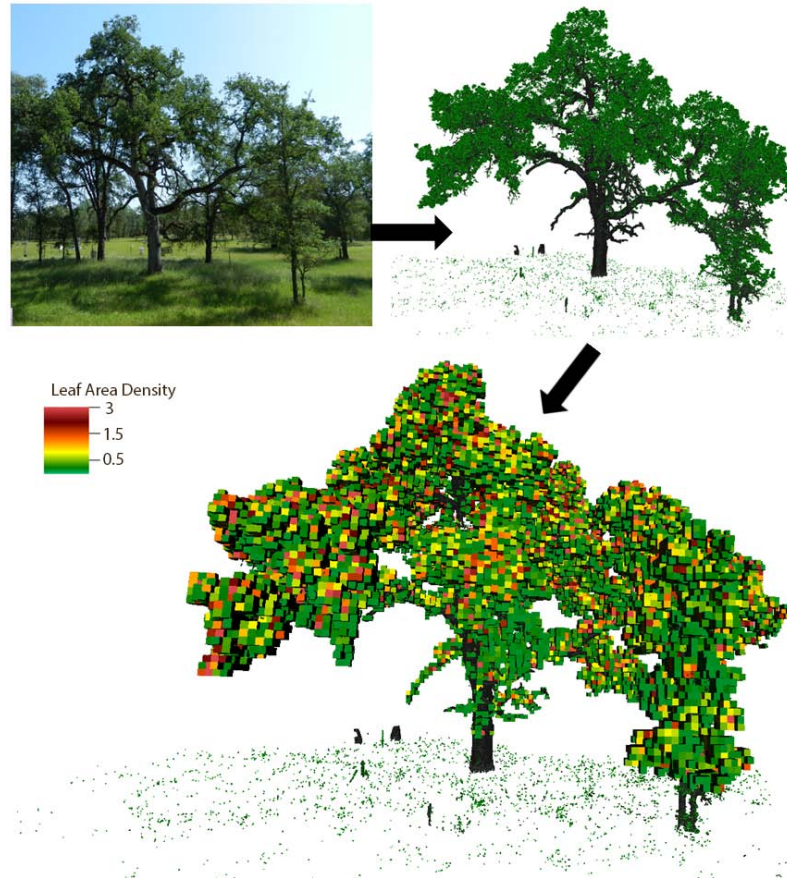


La distribution verticale de feuillage





La distribution 3-D de surface foliaire

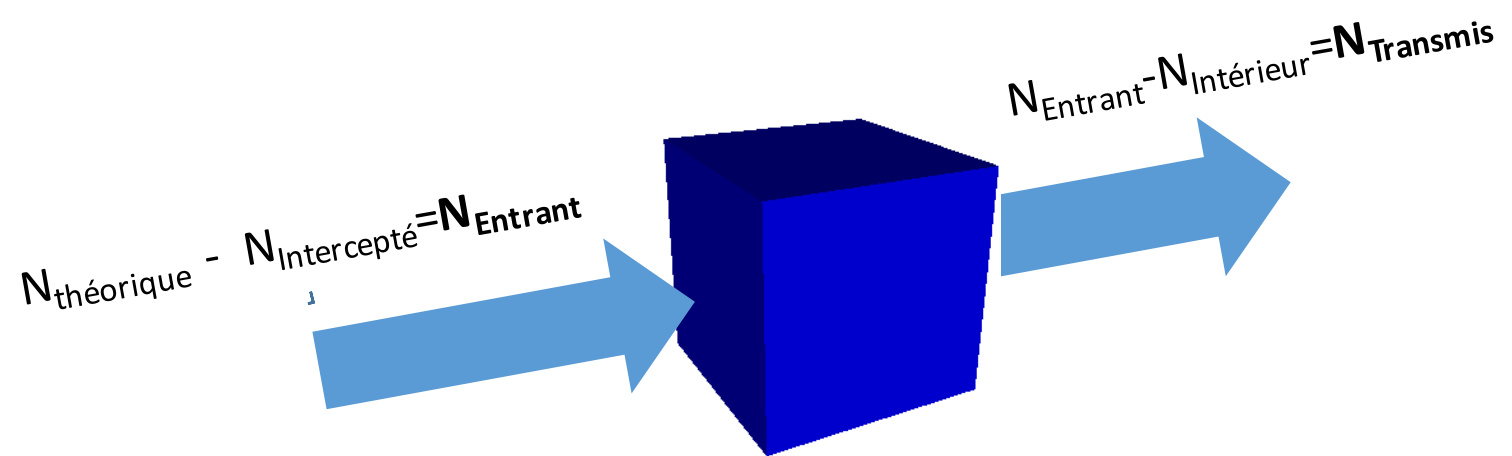




Estimer la densité de surface foliaire à l'échelle du voxel

- Loi Beer-Lambert sur la transmission de lumière:

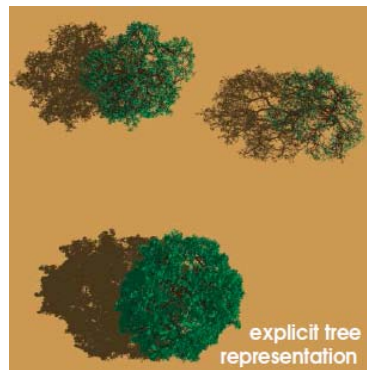
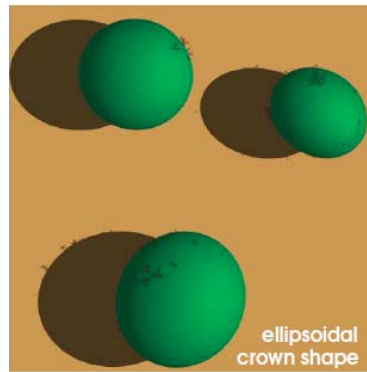
$$T^{Dir}(\theta) = \exp(-LAD \cdot d \cdot G(\theta))$$



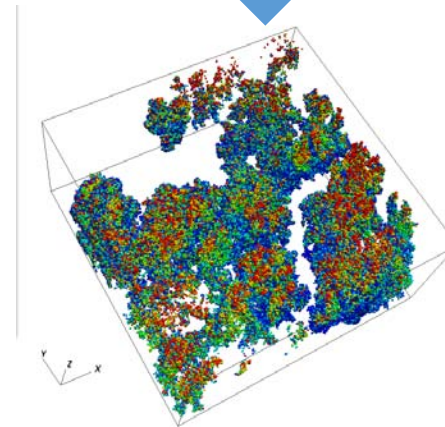
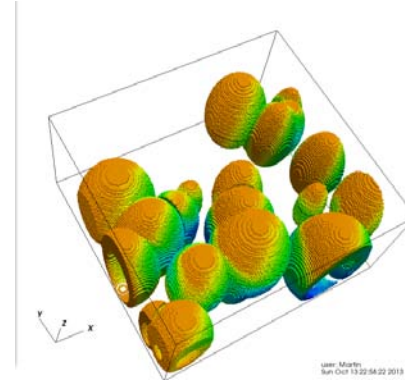


Progrès dans la modélisation de la lumière

Rayonnement solaire **réfléchi**

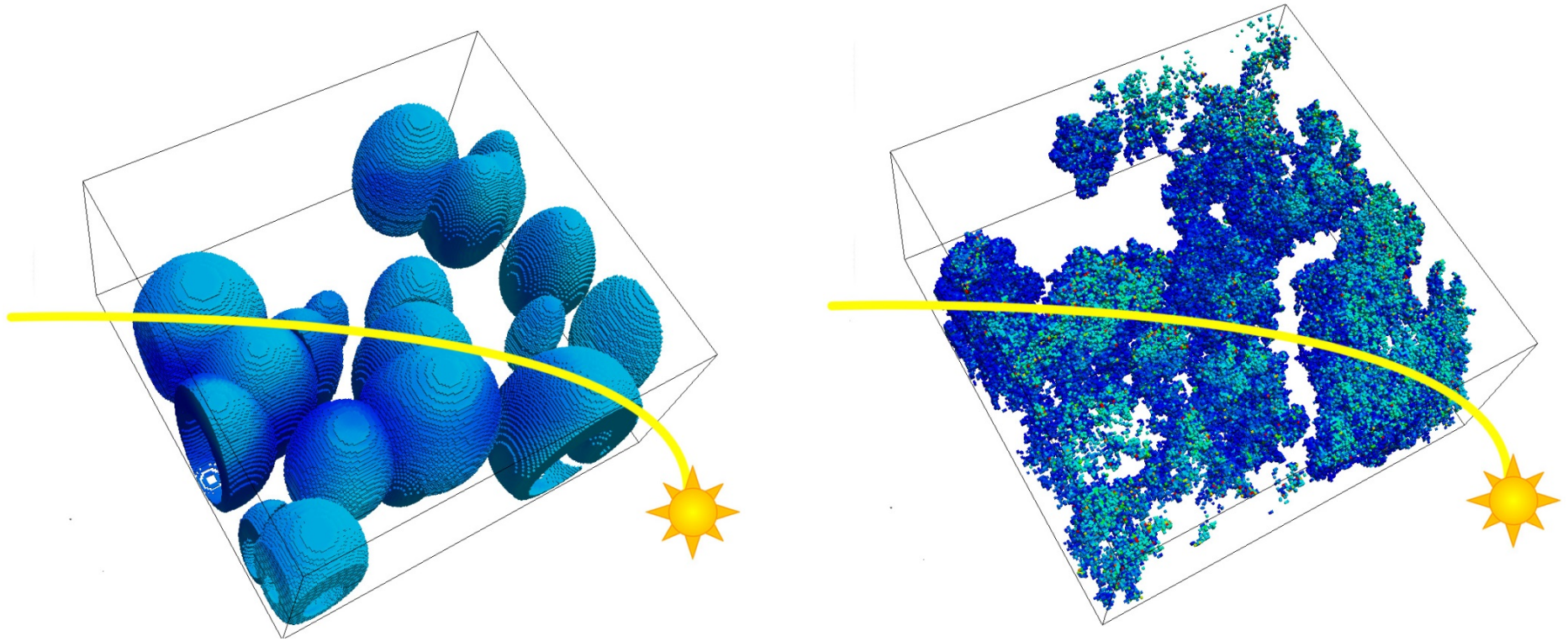


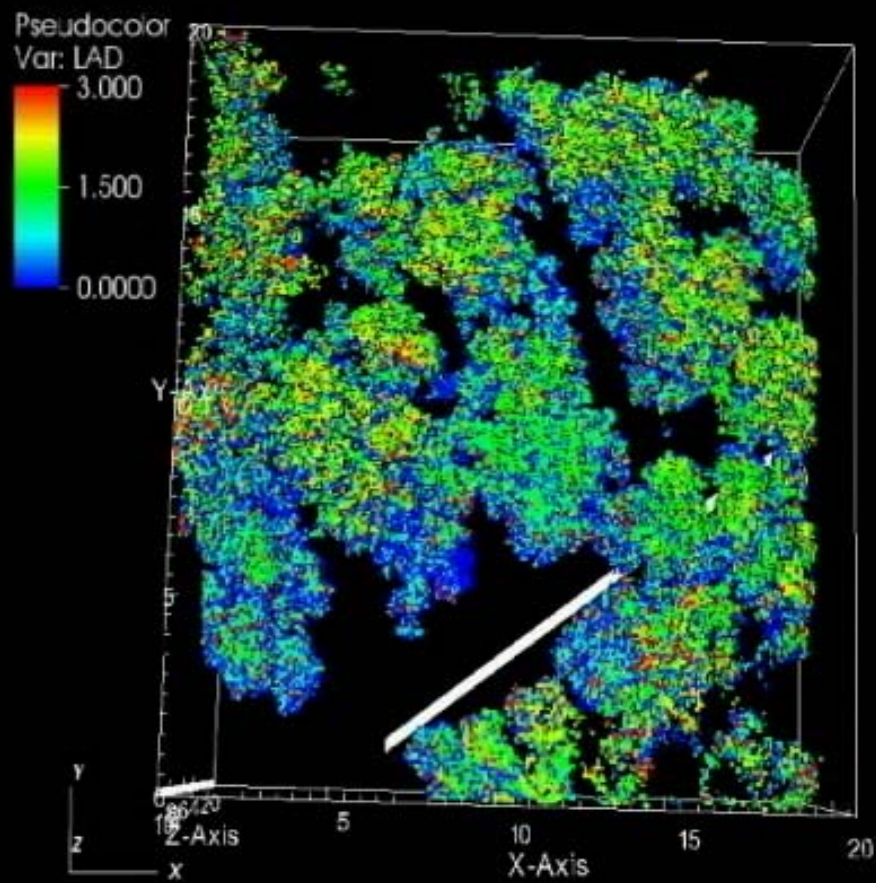
Rayonnement solaire **absorbé**





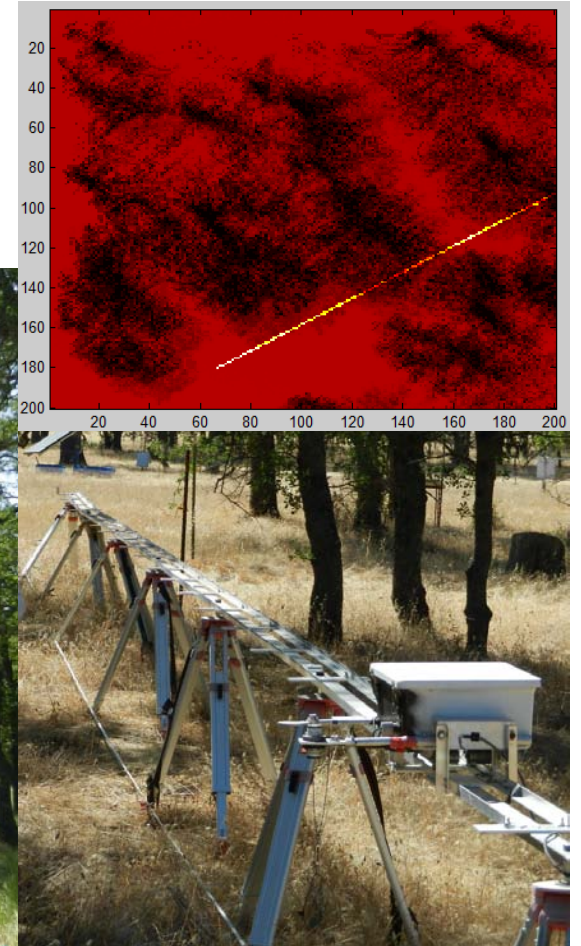
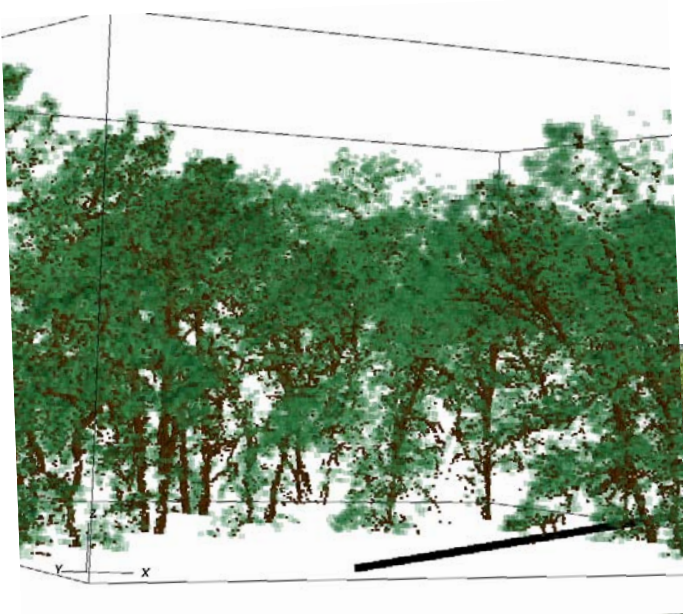
Absorption de lumière: dynamique journalière





User: Marth
Sat Oct 13 13:33:58 2012

Validation des simulations



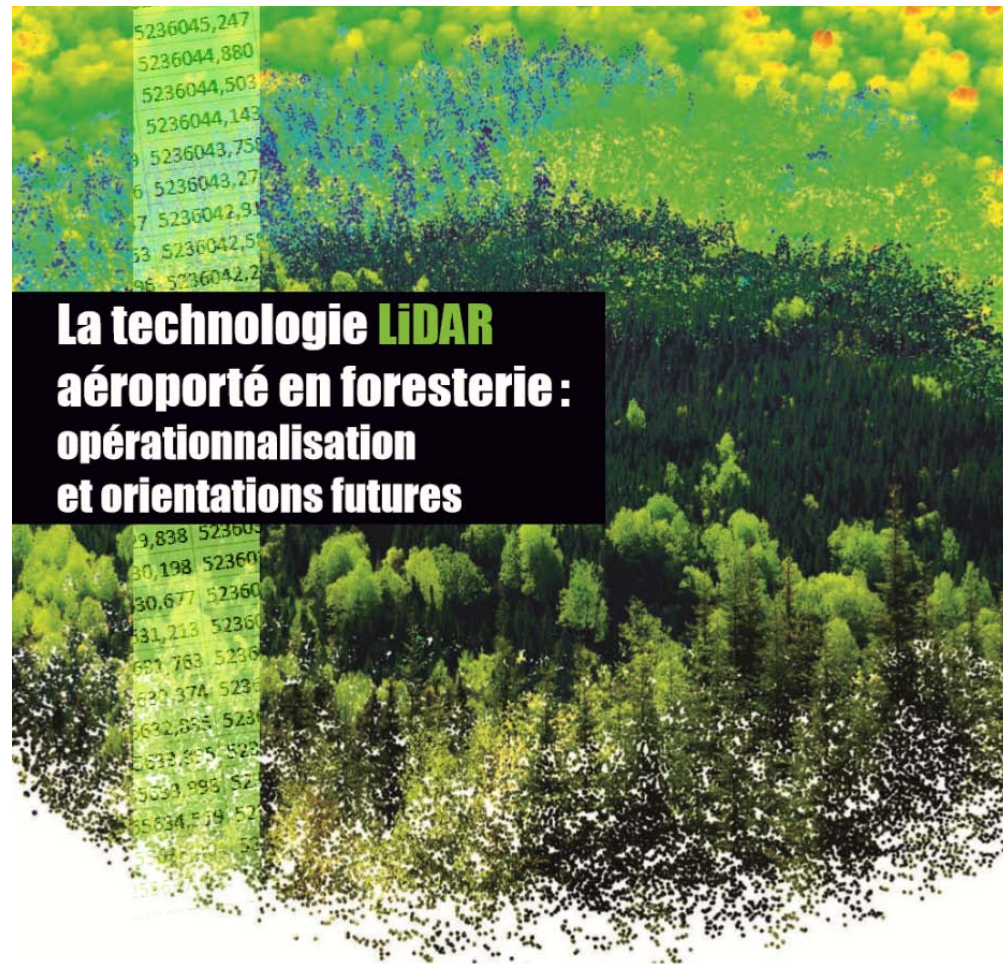


Quantités simulées

- Foliage Clumping
- Albedo
- Radiance
- Interception de lumière
- Ps et E: un jour.

Atelier lidar
4-5 mai
U Laval

Postes M.Sc. et
Ph.D. disponibles



4 et 5 mai 2016
Amphithéâtre Hydro-Québec,
pavillon Alphonse-Desjardins,
Université Laval

- Rencontre des acteurs publics et privés
- Exploration des outils et données disponibles
- Transfert d'expertise et nouveaux développements
- Études de cas et perspectives d'avenir

Information et inscription
atelierlidar.ffgg.ulaval.ca

Merci de votre attention

