

Application des techniques de photogrammétrie avec un drone à la caractérisation de la ressource forestière

Journées de la recherche de l'IGN, édition 2015

Lisein Jonathan, Lejeune Philippe et Pierrot Deseilligny Marc

Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique) / Ecole Nationale des Sciences Géographiques
(France)

Marne-la-Vallée, 19 mars 2015



Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique)



Drone : une technologie de pointe au service des scientifiques



Les drones, des outils polyvalents



Gestion de la Faune



Hydrologie



Agriculture



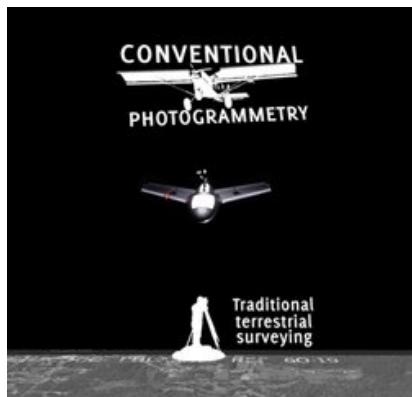
Foresterie

Axe de recherche "drone-foresterie"



La valeur ajoutée des drones en comparaison avec les avions et les satellites

- ▶ La **résolution spatiale** : les avions sans pilote volent à basse altitude, couvrent de petites surfaces mais les images aériennes permettent la distinction de très petits objets.
- ▶ La **résolution temporelle** : Le déploiement des drones est rapide et les coûts opérationnels sont bas.



Application des techniques de photogrammétrie avec un drone à la caractérisation de la ressource forestière

3 sous questions de recherche

- ▶ Comment appréhender le traitement de blocs d'images afin de modéliser le relief de la canopée forestière et d'effectuer le processus d'orthorectification
- ▶ Comment discriminer les essences forestières depuis des images à très haute résolution spatiale et temporelle.
- ▶ Comment identifier et dénombrer les couronnes d'arbres individuelles.

Introduction

Le vecteur, les capteurs

Modélisation du relief de la canopée forestière

Discrimination des essences forestières

Détection des arbres individuels

The mini-UAS¹ Gatewing X100



¹Unmanned Aerial System

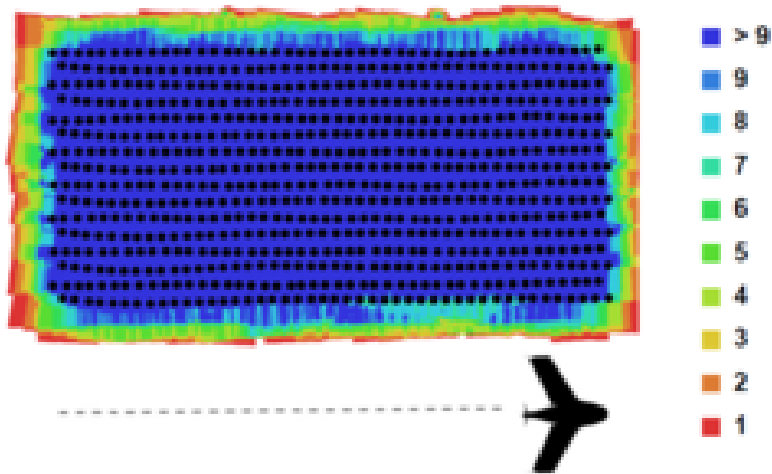


Schéma d'un bloc de 720 images acquises par drone avec le Gatewing X100. La position des prises de vues est représentée par des points noirs et le recouvrement entre images est schématisé par la palette de couleur.

Les capteurs



Ricoh GR3 **proche
infra-rouge**



Ricoh GR4 **visible**



Introduction

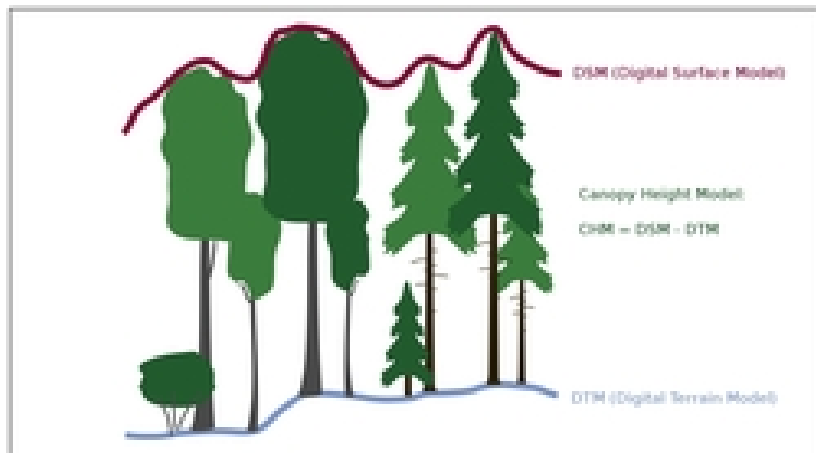
Le vecteur, les capteurs

Modélisation du relief de la canopée forestière

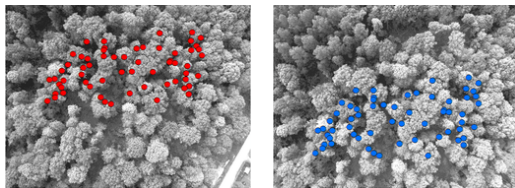
Discrimination des essences forestières

Détection des arbres individuels

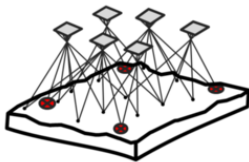
Canopy Height Model - Modèle Numérique de Canopée



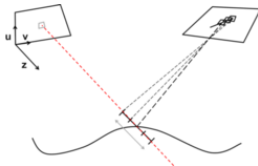
Chaîne de traitement² photogrammétrique



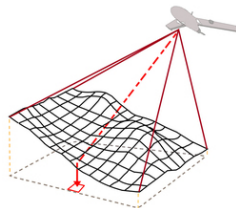
Tie points generation



Aerotriangulation



Dense matching



Orthorectification

La suite photogrammétrique MICMAC, différents niveaux de complexité

Interface graphique

Ligne de commande



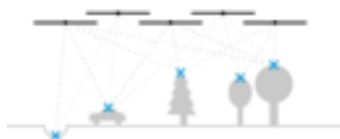
Outils simplifiés

Fichiers <XML>



Outils complexes

Code C++



AreaTriangulation is performed for each Tie Points by the means of Bundle Block Adjustment



Bundle Block Adjustment compute tie point position and camera poses (position and orientation)

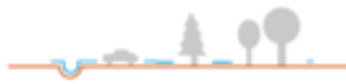


Multiview dense matching operates on each pixels and results on a dense point cloud



DSM[®] is interpolated from
dense point cloud

— Digital Surface Model



Co-registration of the DSM
with a low resolution
topo-DTM[®] is performed by
surface matching for the non
forested part

— Digital Terrain Model



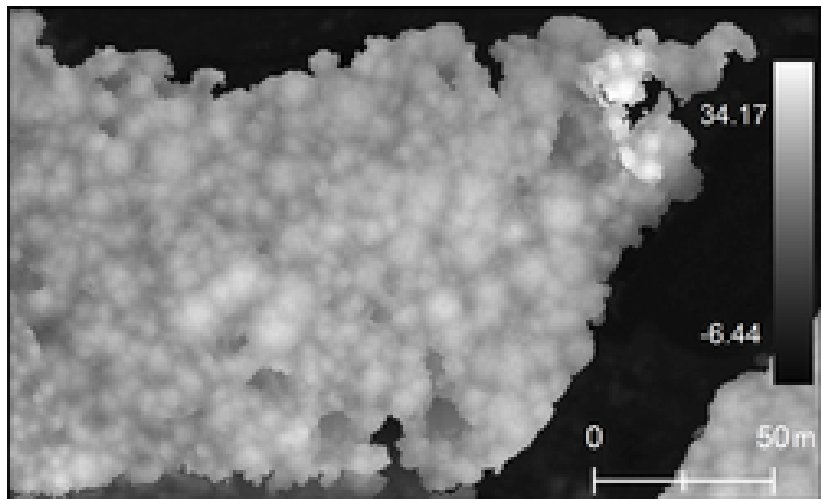
Combination of DSM and
DTM produce the CHM[®]

— Canopy Height Model

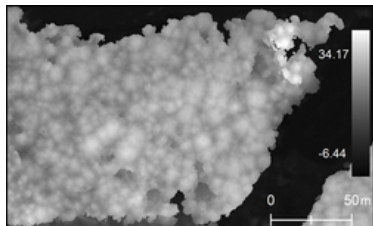


Accuracy is investigated
comparing CHM with field
measurements

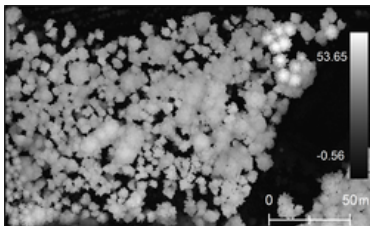
$$H_{CHM} - H_{field} = \Delta H \quad (1)$$



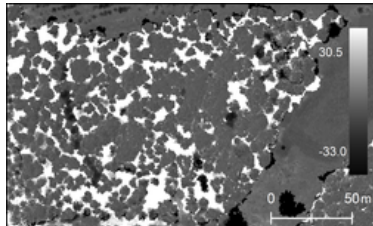
Modèle numérique de Canopée hybride photogrammétrique-lidar



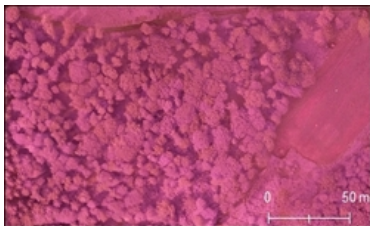
MNC photo-lidar



MNC lidar



soustraction MNCp-MNCI



ortho fausse couleur

Résultats

- ▶ Mesure de la **hauteur individuelle** des arbres **feuillus** avec une précision de **1.5 mètres**.
- ▶ Mesure de la **hauteur dominante** en feuillus avec une précision similaire.
- ▶ Reconstruction photogrammétrique 3D en milieu forestier pas exempte d'erreurs.

Introduction

Le vecteur, les capteurs

Modélisation du relief de la canopée forestière

Discrimination des essences forestières

Détection des arbres individuels

Discrimination des essences forestières

Objectif : Identifier automatiquement les essences forestières et définir **Quand** et **Comment opérer avec un drone**.

- ▶ **10 vols** effectués avec succès, couvrant les 3 saisons de végétation (printemps, été et hiver)
- ▶ altitude de vol entre 150 et 350 mètres.
- ▶ entre 2011 et fin 2014
- ▶ un total de **1058 images**

Beaucoup d'images, à toutes les saisons



Hypothèse de travail

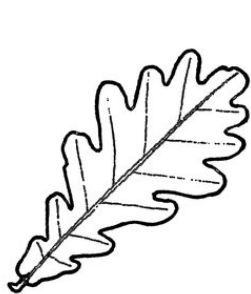
Comment voler

- ▶ Altitude de vol : → Voler bas pour obtenir une haute résolution spatiale

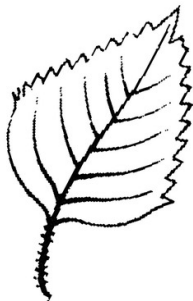
Quand voler

- ▶ Meilleures "dates" pour la discrimination des essences : → début printemps et fin automne

Les essences forestières étudiées



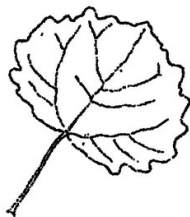
Chêne pédonculé



Bouleaux



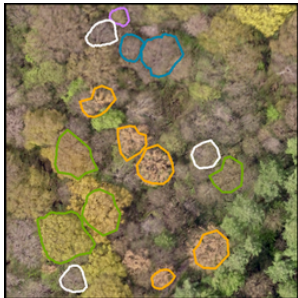
Erable sycomore



Peupliers



Frêne



Survey 1



Survey 2



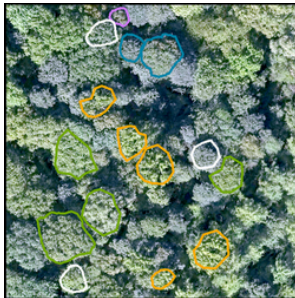
Survey 3



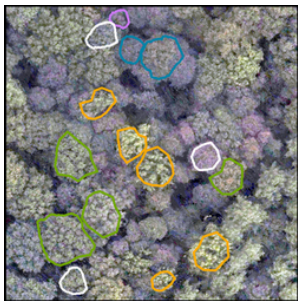
Survey 4



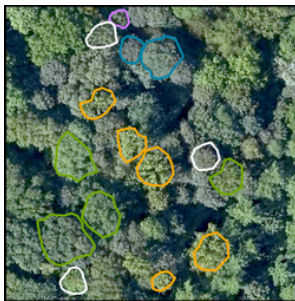
Survey 5



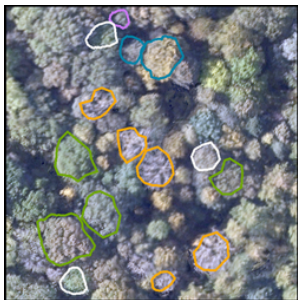
Survey 6



Survey 7



Survey 8

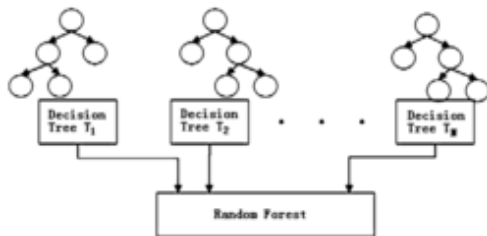


Survey 9



Survey 10

Classification supervisée des essences par Forêts Aléatoires



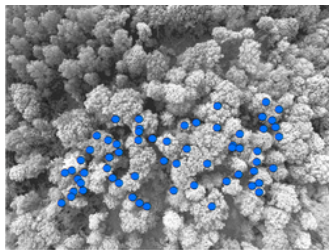
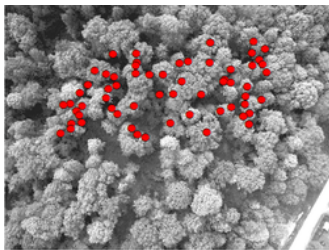
Comment voler

- ▶ Altitude de vol : → Compromis entre résolution-emprise de l'image. Ne pas voler trop bas.
- ▶ Recouvrement : → 70%-90%

Quand voler

- ▶ Meilleure "date" pour la discrimination (automatique) des essences : → fin du printemps, lorsque toutes les feuilles ont débouré

Comment voler - Points homologues



Tie points generation

Importance de la synchronisation de la phénologie au sein d'une même essence



Survey 1



Survey 3



Survey 10

Introduction

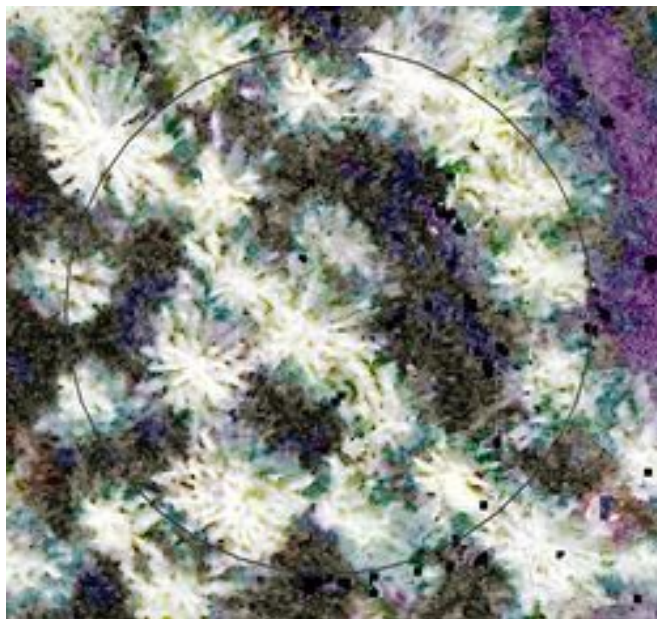
Le vecteur, les capteurs

Modélisation du relief de la canopée forestière

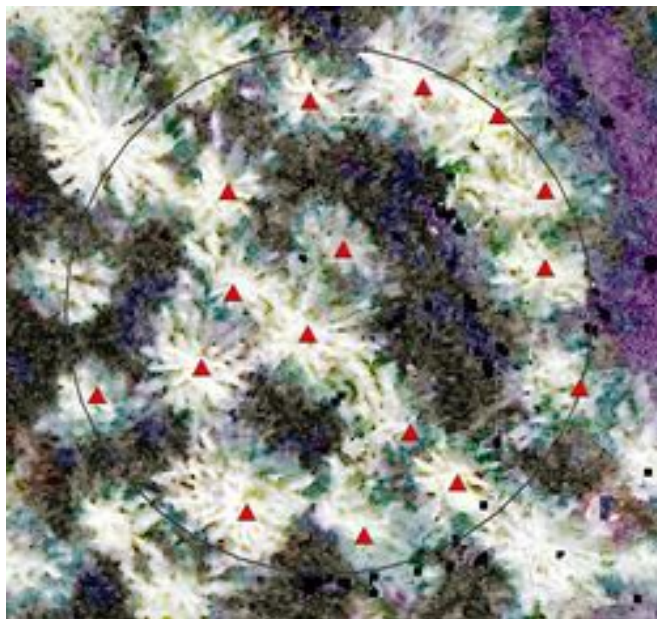
Discrimination des essences forestières

Détection des arbres individuels

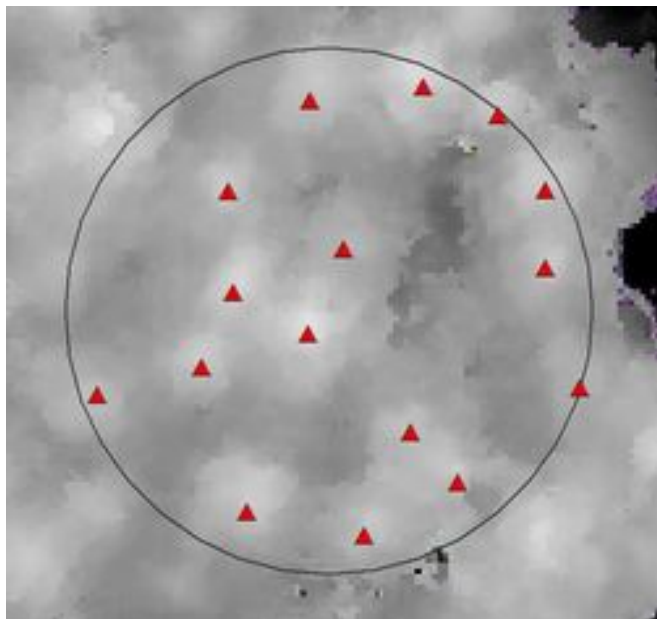
Maximum local : approche multi-source



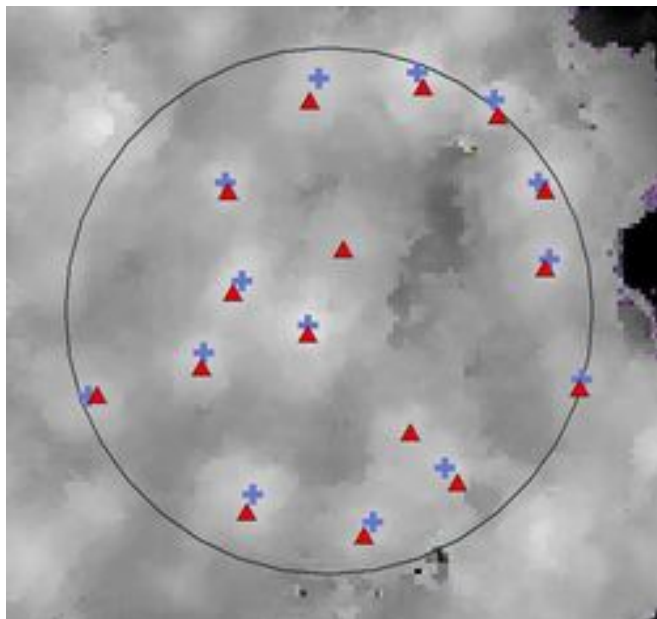
Inventaire terrain



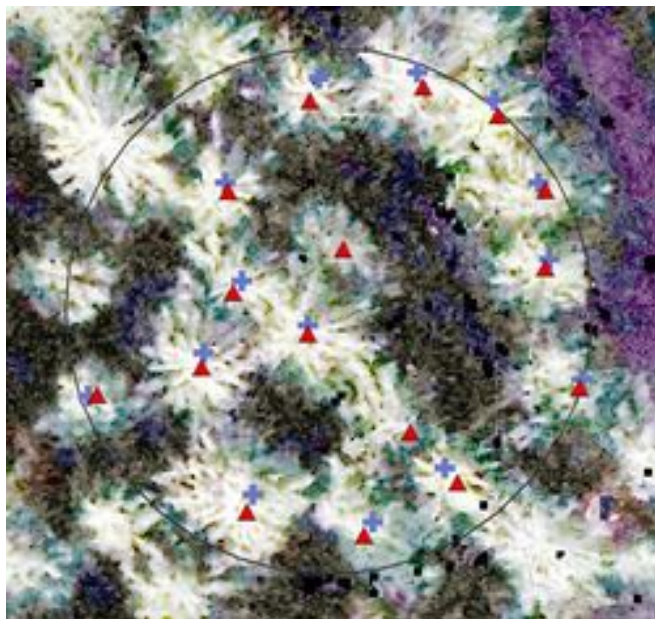
Modèle Numérique de Canopée



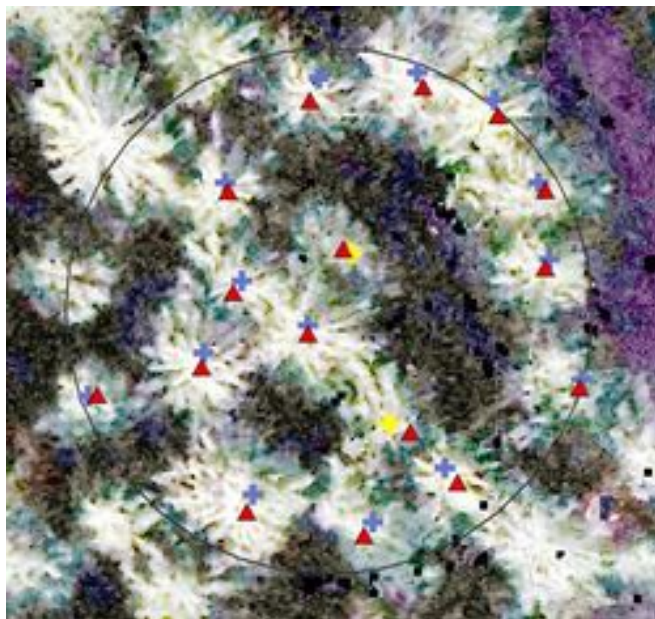
Maximum Locaux sur MNC : arbres dominants



Maximum Locaux sur MNC : arbres dominants



Maximum Locaux sur ortho : arbres dominés



*Merci de
votre
attention*



Contact :
jo.lisein@ulg.ac.be