

Le drone : un nouvel outil au service de l'inventaire des ressources forestières

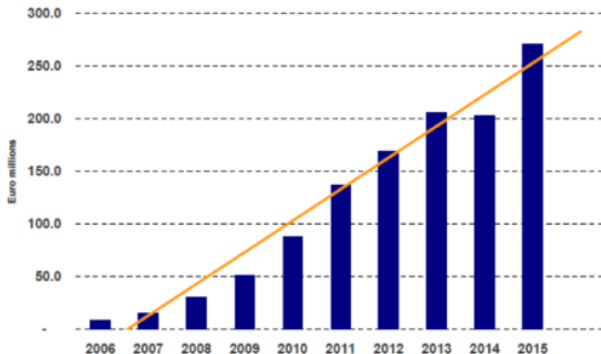
Lisein Jonathan

ULg, Faculté de Gembloux Agro-Bio Tech, Unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels

Saint-Mandé, le 15 janvier 2013



The dawn of drone ecology



Total market for civil and commercial UAS markets in Europe (Frost et Sullivan)

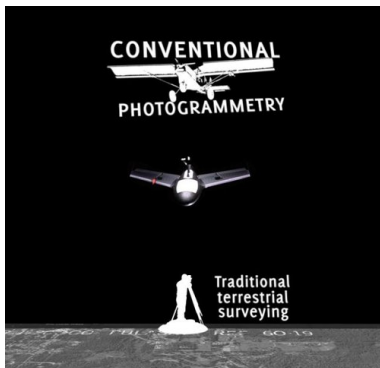
Qu'est ce qu'on peut faire avec un drone?

- Assembler des images aériennes en une mosaïque d'orthophotographies
- De la Stéréoscopie artificielle (restitution 3D à partir d'images)



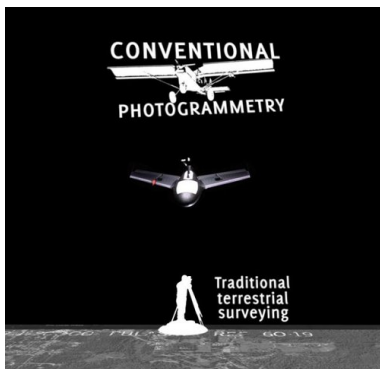
En quoi est-ce un + en foresterie? [1]

- La **résolution spatiale** : les drones volent à basse altitude, couvrent de petites surfaces, mais génèrent des images à très haute résolution



En quoi est-ce un + en foresterie? [2]

- La **résolution temporelle** : la flexibilité de l'outil permet de couvrir (à moindre frais) plusieurs fois dans l'année une zone identique



En quoi est-ce un + en foresterie? [3]

Haute résolution temporelle + haute résolution spatiale =

Série temporelle d'images à haute résolution!



A **time series** is defined as a collection of observations sampled at **equally-spaced** and **ordered** time points

Série temporelle du bois de Grand-Leez

Utilisation de mini drone pour l'inventaire de peuplements forestiers :

- 1 Mesure de la hauteur de la végétation
- 2 Discrimination des essences par analyse spectrale
- 3 Inventaire à deux phases : modèles dendrométriques (C_{moy} , GHA, VHA)

Table des matières

- 1 Introduction
- 2 Utilisation du drone
- 3 Mesure de la hauteur de la végétation
- 4 Discrimination des essences
- 5 Cubage des arbres avec photogrammétrie
- 6 Perspectives



What is a UAV?

UAVs: Unmanned Aerial Vehicles

"UAVs are to be understood as uninhabited and reusable motorized aerial vehicles" (Blyenburg, 1999). These vehicles are remotely controlled, semi-autonomous, autonomous, or have a combination of these capabilities.

Main communities

Military, Artificial Intelligence, Computer Vision, Robotics, Aeronautics, ...
Geomatics (Photogrammetry, Remote Sensing and Surveying)



The mini-UAS¹ Gatewing X100



¹Unmanned Aerial System

Aspects législatifs belges :

- Autorisation du propriétaire d'utiliser son terrain pour décoller et atterrir
- Autorisation de la commune d'utiliser un terrain pour décoller et atterrir
- Autorisation de la DGTA² de voler avec UAS
- Le cas échéant : autorisation de Belgocontrol (militaires)

Aspects législatifs français :

- Distinction entre zones urbaines et zones rurales
- Vols à vue en-dessous de 150 m AGL

²Direction Générale des Transports Aériens

Les paramètres d'acquisition d'images

Relatifs au drone :

- La zone rectangulaire à couvrir
- L'altitude de vol
- Le recouvrement des images

Relatifs à l'appareil photo :

- La sensibilité (ISO)
- La vitesse d'obturation

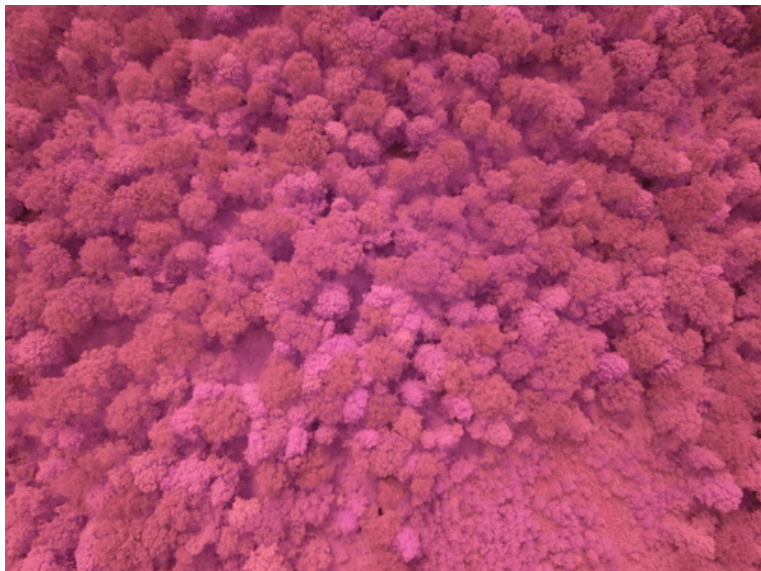


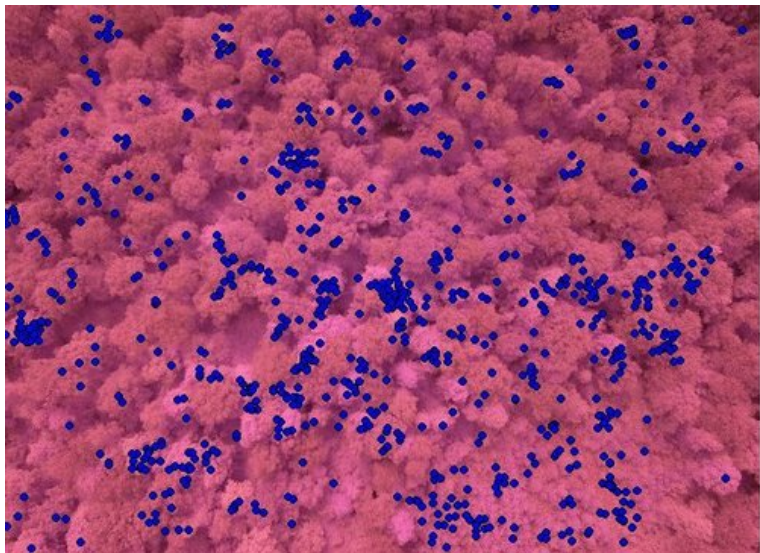
Workflow - Chaîne de traitements



Pipeline :

- Détermination des points de liaison
- Orientation (alignement, assemblage) des images
- Modélisation de la géométrie de la scène
- Orthorectification et assemblage de la mosaïque
- (+ étape de géoréférencement, étape de calibration de la camera)





Agisoft PhotoScan

Processing Report
10 December 2012



Survey Data

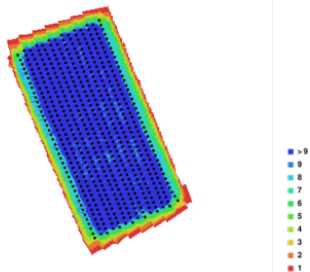


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	560	Camera stations:	560
Flying altitude:	220.855 m	Tie-points:	831094
Ground resolution:	0.047005 m/pix	Projections:	2656296
Coverage area:	2.69774 sq km	Error:	1.41904 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Precalibrated
GR DIGITAL 3	3648 x 2736	6 mm	EXIF

Table. 1. Cameras.

Digital Elevation Model

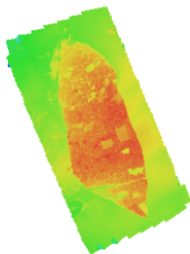
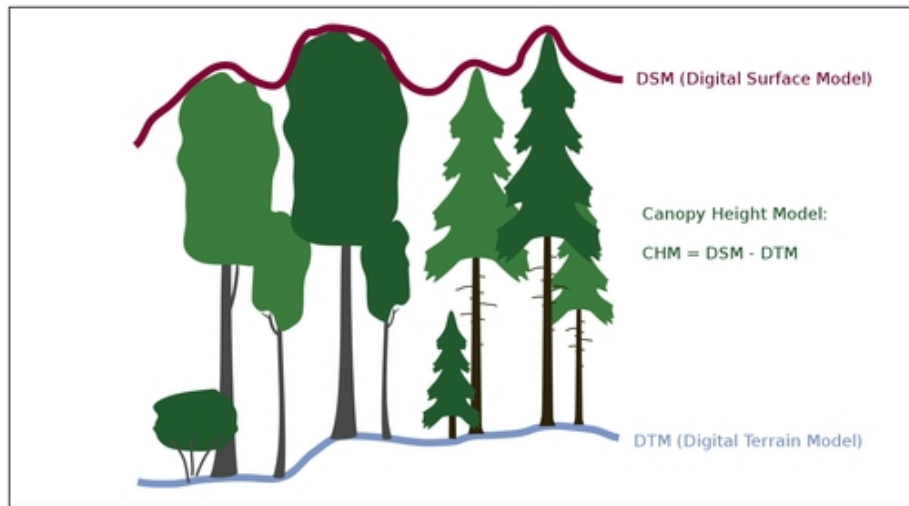


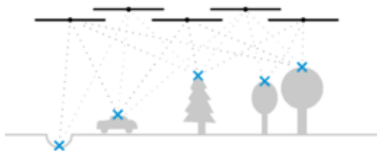
Fig. 3. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 0.268437 m/pix
Point density: 3.24491 points per sq m

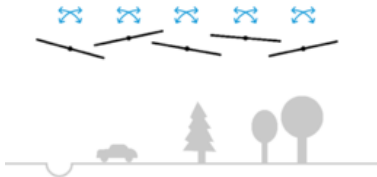
- 1 Introduction
- 2 Utilisation du drone
- 3 Mesure de la hauteur de la végétation**
- 4 Discrimination des essences
- 5 Cubage des arbres avec photogrammétrie
- 6 Perspectives

Canopy height model





Area Triangulation 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^a is interpolated from
dense point cloud

^aDigital Surface Model



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

^aDigital Terrain Model



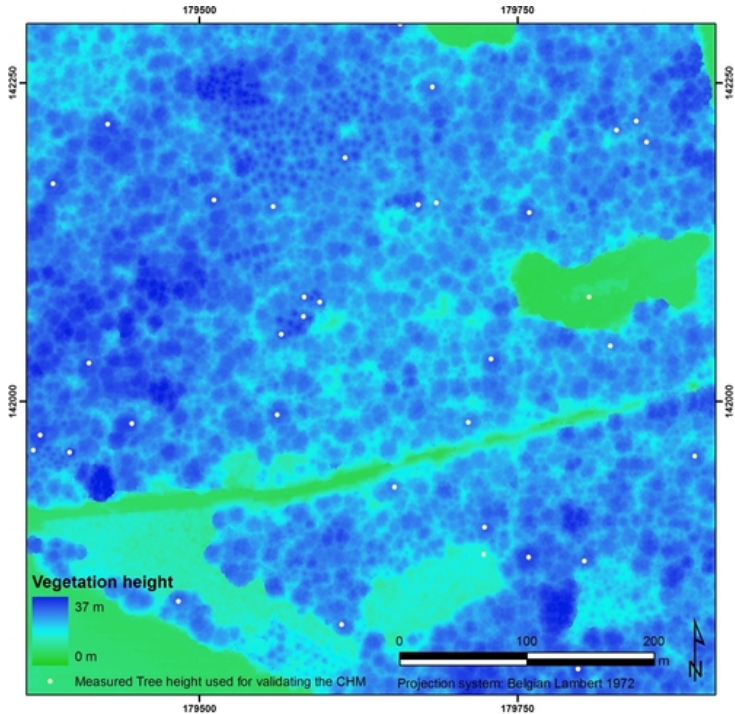
Combination of DSM and
DTM produce the CHM^a

^aCanopy Height Model



Accuracy is investigated
comparing CHM with field
measurements:

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



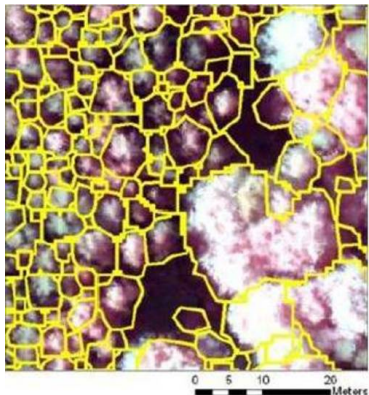
Conclusion :

- Mesure de la hauteur des arbres dominants avec une précision de 1.5 mètres pour Grand-Leez :
meilleurs résultats attendus pour la zone de Felenne car MNT lidar et hauteurs des arbres mesurées plusieurs fois.
- Reconstruction 3D en milieu forestier pas exempt d'erreurs (complexité de la surface de la canopée, mouvement des branches et feuilles, anisotropie de la réflectance, etc)

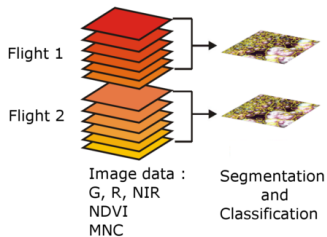
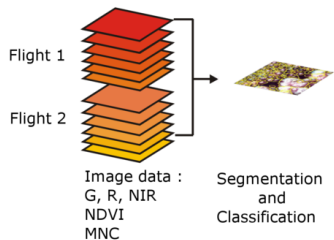
- 1 Introduction
- 2 Utilisation du drone
- 3 Mesure de la hauteur de la végétation
- 4 Discrimination des essences**
- 5 Cubage des arbres avec photogrammétrie
- 6 Perspectives

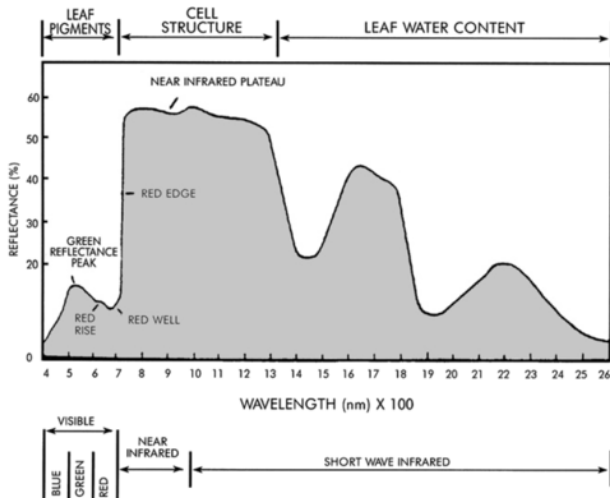
Discrimination des essences en deux étapes :

- Segmentation de l'image en objets (ensembles de pixels)
- Classification des objets



Object-based Images Analysis





General spectral reflectance curve for a green leaf. Note blue and red absorption, weak green reflection, and strong near-infrared reflection. Adapted from Murtha et al. (1997, fig. 5-11).

Normalized Difference Vegetation Index

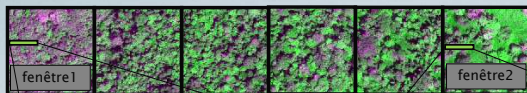
$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

avec *NDVI* L'indice de végétation normalisé;
NIR Le proche infrarouge (near infrared);
R Le rouge (red).

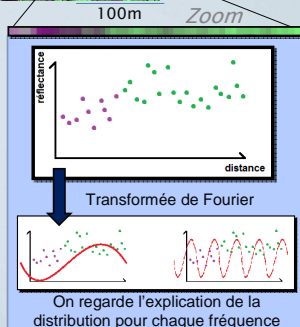
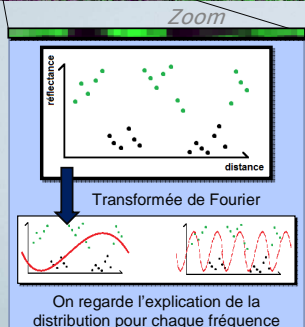
Fourier-based textural ordination³ : permet d'effectuer une caractérisation de la texture qui soit interprétable en termes de structure de canopée, qui se limite à un nombre très réduit d'indices, et ce de façon non-supervisée.

³travaux de NICOLAS BARBIER (IRD; UMR AMAP, Montpellier)

L'ANALYSE TEXTURALE EN TROIS SLIDES

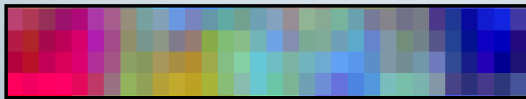
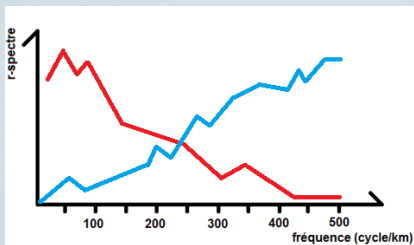
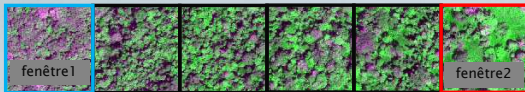


Transformée de Fourier à toutes les fréquences possibles



Périodogramme

L' ANALYSE TEXTURALE EN TROIS SLIDES



Réflectance/pixel



Structure spatiale de la
réflectance/ fenêtre

Conclusion :

- Utilisation de série temporelle (vols printemps, été et automne) pour la discrimination des essences
- Approche pour la Segmentation : Object-based Images Analysis
- Approche pour la Classification : forêt aléatoire (Random Forest)

- 1 Introduction
- 2 Utilisation du drone
- 3 Mesure de la hauteur de la végétation
- 4 Discrimination des essences
- 5 Cubage des arbres avec photogrammétrie**
- 6 Perspectives

Modélisation 3D d'arbres en forêt dense humide : vers une amélioration des estimations de biomasse et de croissance⁴

Contexte :

- Abondance d'individus à tronc irréguliers en Forêt Dense Humide
- Individus de dimensions généralement importantes
- Difficulté de mesurer ce type d'arbres avec des outils dendrométriques classiques

Approche de la thèse :

- Mesures indirectes: scanner T-LiDAR, photogrammétrie
- Comparaison entre les mesures indirectes et les mesures destructives
- Construction de fonctions de défilement

⁴Doctorat de S. Bauwens

Workflow du traitement des données brutes

Mesures de troncs irréguliers

- Scanner LiDAR terrestre
- Photogrammétrie terrestre
- Mesures destructives (saucissonnage)

Traitement

I. LiDAR-Photogrammétrie

- Génération et calage de nuage de points (NP)
- Nettoyage du NP

A

- Restitution 3D du tronc
- Tranchage du NP suivant le squelette

→ Détermination de la surface/périmètre des sections

B

- Maillage
- tranchage

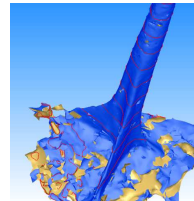
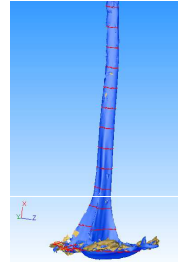
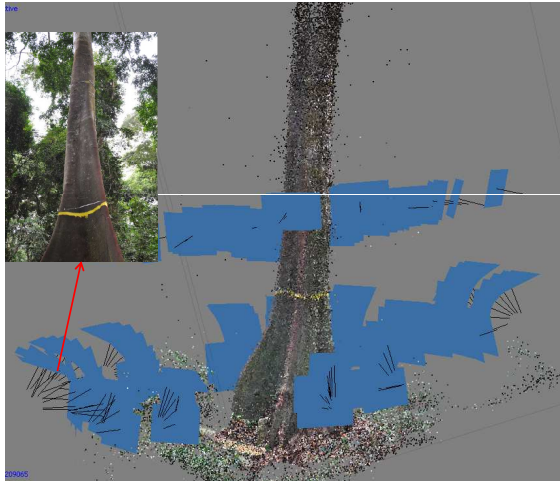
→ Détermination de la surface et du périmètre des sections
→ Estimation du volume du tronc ou la base du tronc

II. Mesures destructives (sous-échantillon)

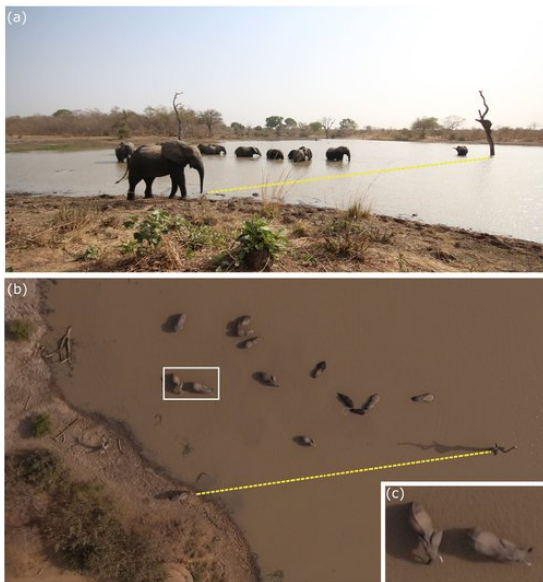
- Geo-référencement des images des sections
- Digitalisation des sections

→ Détermination de la surface et du périmètre des sections
→ Estimation du volume du tronc ou la base du tronc

Exemple en Photogrammétrie



- 1 Introduction
- 2 Utilisation du drone
- 3 Mesure de la hauteur de la végétation
- 4 Discrimination des essences
- 5 Cubage des arbres avec photogrammétrie
- 6 Perspectives**



Unmanned aerial survey of elephants - Vermeulen et al. 2013, *in press (PlosOne)*

Utilisation de micmac⁵ en milieu forestier

- Adaptation des paramètres de la chaîne PASTIS-AperO-Micmac-Porto

⁵travaux de Marc Pierrot-Deseilligny, ENSG

Multicopter



Merci de
votre
attention

