

## Résumé

Une série temporelle de 20 orthophotomosaïques acquises avec un drone est utilisée afin de déterminer quelles sont les dates optimales pour discriminer 5 essences feuillues (le bouleau, les chênes indigènes, l'érable, le frêne et le peuplier). La méthode des forêts aléatoires permet de sélectionner les vols les plus discriminants. Les vols les plus efficaces dans la différenciation de ces essences forestières sont ceux effectués en début et en fin printemps, tandis que l'ajout des acquisitions s'étant déroulées en automne améliorent la discrimination. La combinaison de deux dates d'acquisition permet d'atteindre une précision de classification de 78,73%.

## Matériel & Méthode

**Acquisition des images** 20 blocs d'images sont acquis au cours de la période de végétation, à différentes hauteurs (entre 125 et 350 mètres), tantôt avec un appareil photographique couleur, tantôt avec un appareil photographique modifié pour les acquisitions dans le proche infra-rouge [GNI, 2014]. Les vols se sont déroulés entre avril 2011 et octobre 2013 sur la Forêt de Grand-Leez, Belgique (130 hectares).

**Chaîne de traitements photogrammétriques** Ces blocs d'images sont traités avec des algorithmes d'orientation externe (*Structure-from-Motion*) et de photogrammétrie implémentés dans le logiciel *Agisoft Photoscan*. Ces traitements résultent en une série temporelle d'orthophotomosaïques à haute résolution (20 cm/pixel).

**Délimitation des houppiers** Les couronnes d'arbres sont manuellement identifiées et digitalisées par photointerprétation sur le terrain : l'opérateur muni d'une tablette pc observe les houppiers sur le terrain et les délimite sur les orthophotomosaïques. Une série d'indices statistiques descriptifs est ensuite calculée depuis les orthophotomosaïques pour chacune de ces couronnes d'arbre.

**Classification et sélection des vols les plus discriminants** La discrimination des essences s'effectue par une approche d'analyse d'images orientée objet [STUMPF et KERLE, 2011]. La classification des 5 essences forestières est effectuée avec la méthode des forêts aléatoires implémentées dans [R].

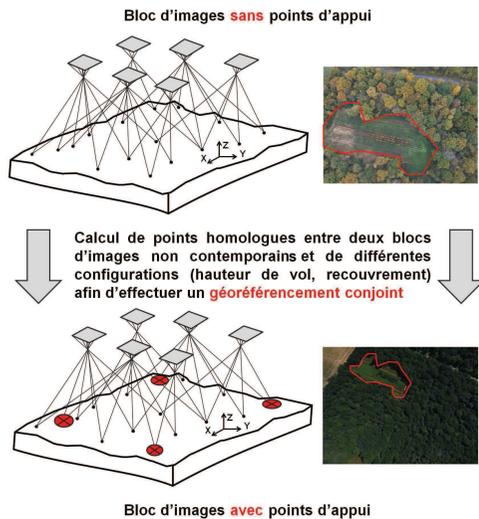


FIGURE 1: Géoréférencement conjoint des 20 blocs d'images : un seul des blocs d'images dispose de points d'appui. Les autres blocs d'images sans point d'appui sont orientés avec ce bloc d'image Maître. Malgré le diachronisme entre les acquisitions et les différences dans la configuration des prises de vues, des points homologues sont détectés.



FIGURE 2: Mise en place du drone Gatewing X100. L'endurance de vol est de 40 minutes avec une vitesse croisière de 80 km/h, permettant le survol de 100 ha avec un recouvrement longitudinal et latéral de 80% à 250 m d'altitude (résolution de 8.5 cm).

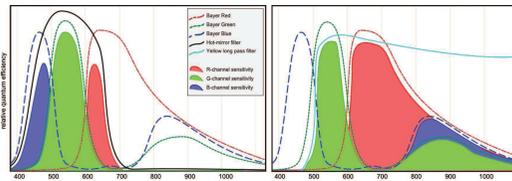


FIGURE 3: Spectres d'absorptions pour l'appareil couleur (RGB) et l'appareil proche infra-rouge (NIR), adapté de NILAND *et al.* [2014].

## Résultats

Les 4 premiers vols sélectionnés au moyen de VSURF (Variable selection using Random Forest, GENUER *et al.* [2010]) sont présentés figures 4-7. Les trois premiers vols sélectionnés sont des vols effectués au printemps, tandis que le suivant est un vol effectué en automne.

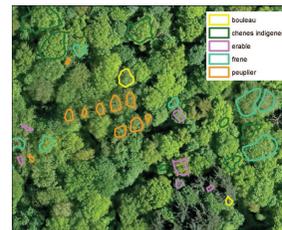


FIGURE 4: Ortho du 28-05-2013 (RGB)

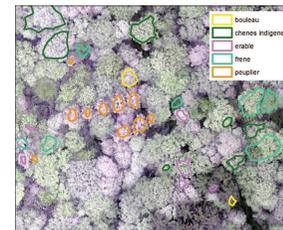


FIGURE 5: Ortho du 27-04-2011 (NIR)

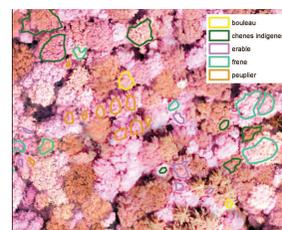


FIGURE 6: Ortho du 05-06-2012 (NIR)

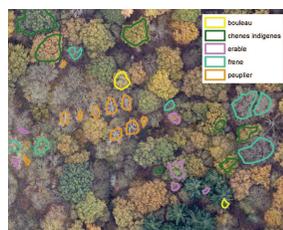


FIGURE 7: Ortho du 08-11-2011 (RGB)

	bouleau	chênes indigènes	érable	frêne	peuplier	erreur de classification
bouleau (n=102)	81.15	2.40	8.05	4.65	5.75	0.20 %
chênes indigènes (n=216)	1.30	185.10	7.40	16.50	5.70	0.14 %
érable (n=152)	13.50	23.70	100.55	10.70	3.55	0.34 %
frêne (n=98)	3.30	6.10	9.15	74.95	4.50	0.24 %
peuplier (n=71)	3.10	0.05	0.75	6.20	60.90	0.14 %

Matrice de confusion moyenne (20 random forest) pour la classification des 5 essences forestières sur base des 2 premières dates sélectionnées (figure 4 et 5). Pour chacune de ces dates, 2 vols sont utilisés: un en couleur, l'autre en proche infra-rouge. L'erreur out-of-bag moyenne est de 21.27%

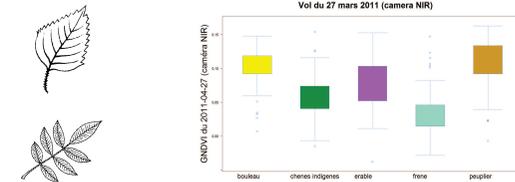


FIGURE 8: Le BOULEAU et le FRENE se discriminent le mieux avec un vol en début de printemps.

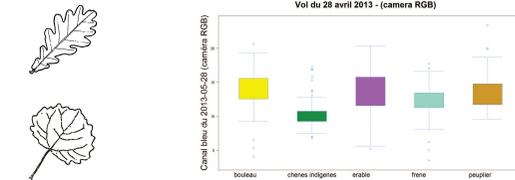


FIGURE 9: Les CHENES INDIGENES et le PEUPLIER se discriminent le mieux avec un vol à la fin du printemps.

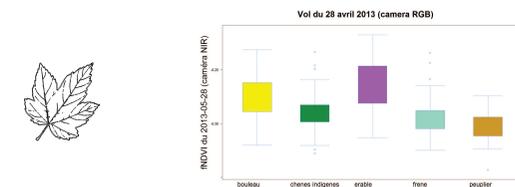


FIGURE 10: L'ERABLE se discrimine le mieux avec un vol en début de printemps.

## Discussions & Perspectives

La classification supervisée des essences forestières à partir d'images acquises par drone a montré des résultats satisfaisants. L'amélioration des processus de mosaïquage des orthophotographies (*blending* et *corrections radiométriques*) ainsi que l'utilisation d'autres métriques dérivées des orthophotomosaïques apporteraient un gain en termes de précision de classification. L'ajout d'essences supplémentaires fera l'objet de recherches ultérieures et permettra d'élargir le champ d'application de l'utilisation des drones pour la classification des essences forestières.

## References

GENUER B., PIZAZ J.M., TURLAUX-MALLET C. [2010]. Variable selection using Random Forests. *Pattern Recognition Letters* 31 (14), 2225-2236.

GNI R. [2014]. Use of Unmanned Aerial Systems for multispectral survey and tree classification: a test in a park area of northern Italy. *European Journal of Remote Sensing* 251-260.

NILAND W., DE JONG R., DE JONG S.M., WYLER M.A., BAYER C.W., COOPS N.C. [2014]. Monitoring plant condition and phenology using infrared sensitive consumer grade digital cameras. *Agricultural and Forest Meteorology* 184, 98-106.

STUMPF A., KERLE N. [2011]. Object-oriented mapping of landfills using Random Forests. *Remote Sensing of Environment* 115 (10), 2364-2377.