



Utilisation des drones pour la caractérisation de la végétation riveraine des cours d'eau :

CARTOGRAPHIE DES PLANTES INVASIVES
COMPOSITION SPÉCIFIQUE ET ÉTAT SANITAIRE

Contexte des recherches

Série de projets Ulg - administration gestionnaire CE

- Initiée en 2012
- Apport de la télédétection pour la gestion des cours d'eau
 - Test implémentation de nouveaux outils : drone et LiDAR
- Réalisation en parallèle d'un doctorat
 - Collaboration ENS Lyon (H. Piégay - co directeur)

◦ 2 échelles de travail :

- Locale :
 - 10-30 km de cours d'eau
- Régionale :
 - 13000 km de cours d'eau

Type de donnée

Imagerie drone

Imagerie LiDAR

Nuages de points photogrammétrique

Contexte des recherches

Série de projets Ulg - administration gestionnaire CE

- Initiée en 2012
- Apport de la télédétection pour la gestion des cours d'eau
 - Test implémentation de nouveaux outils : drone et LiDAR
- Réalisation en parallèle d'un doctorat
 - Collaboration ENS Lyon (H. Piégay - co directeur)

- 2 échelles de travail :

- Locale :

- 10-30 km de cours d'eau

- *Régionale :*

- 13000 km de cours d'eau

Type de donnée

Imagerie drone

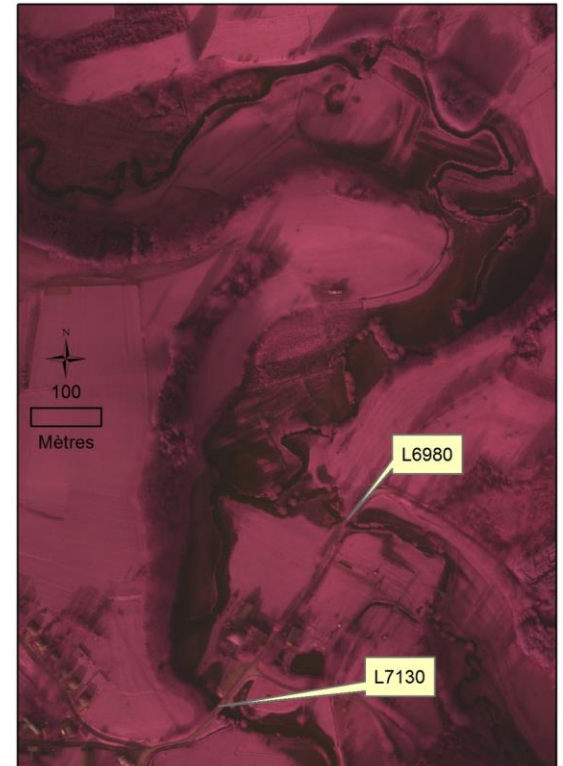
Imagerie LiDAR

Nuages de points photogrammétrique

Contexte des recherches

Apport des drones pour la gestion de cours d'eau

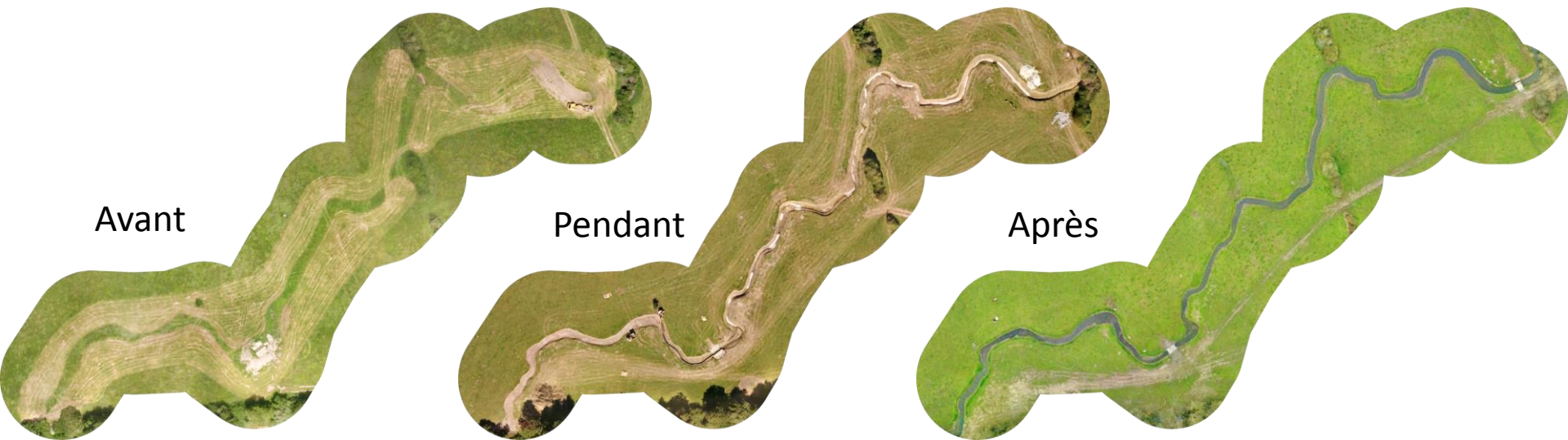
- Tests de différentes thématique :
- Cartographie de cours d'eau en crue



Contexte des recherches

Apport des drones pour la gestion de cours d'eau

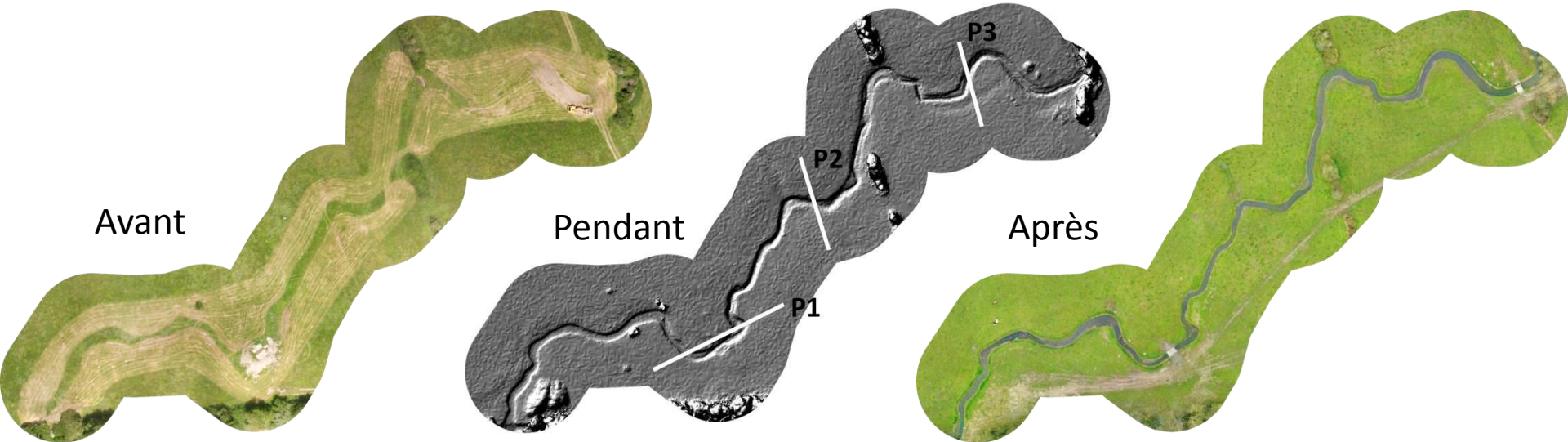
- Tests de différentes thématique :
 - Cartographie de cours d'eau en crue
 - Suivi de chantier de restauration : production d'orthomosaique et de MNS



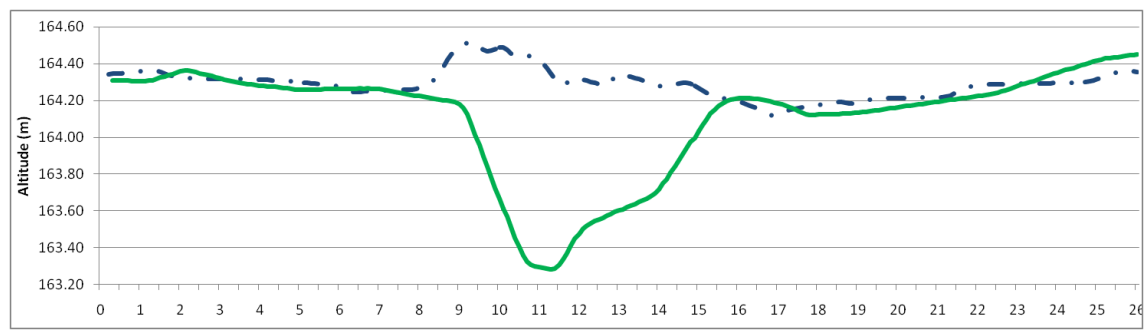
Contexte des recherches

Apport des drones pour la gestion de cours d'eau

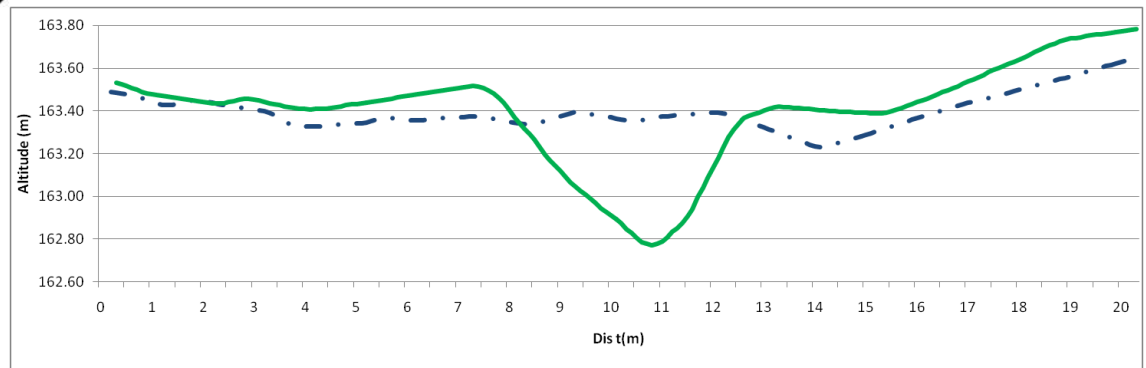
- Tests de différentes thématique :
 - Cartographie de cours d'eau en crue
 - Suivi de chantier de restauration : production d'orthomosaique et de MNS



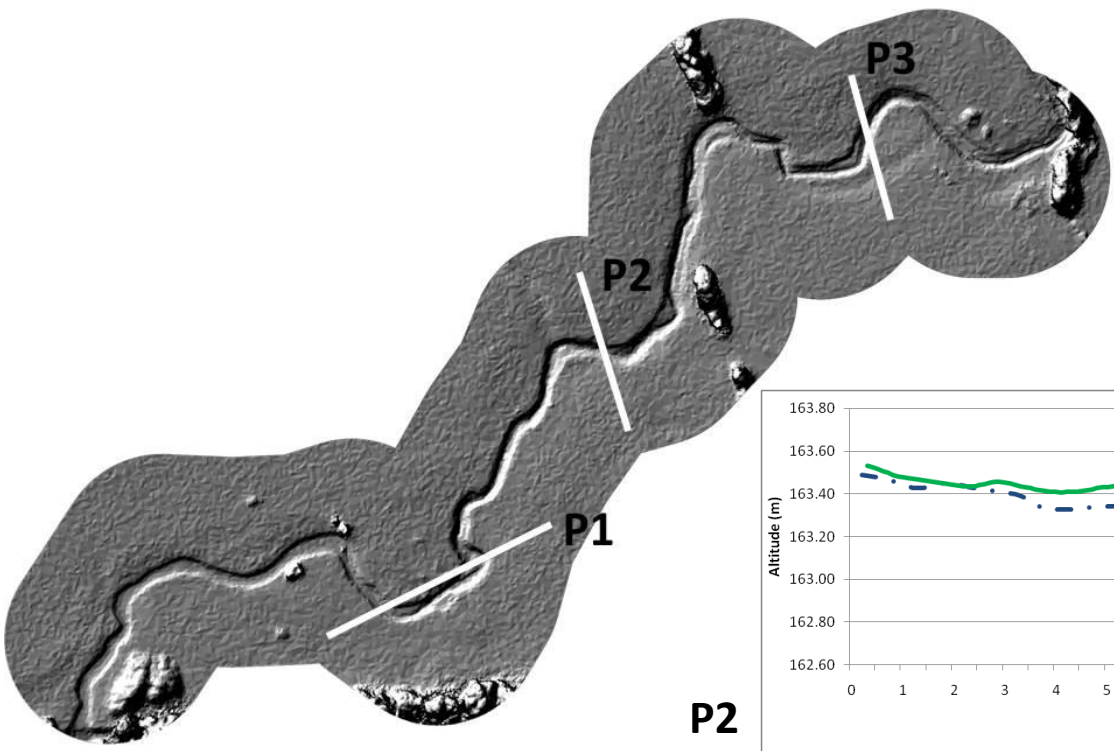
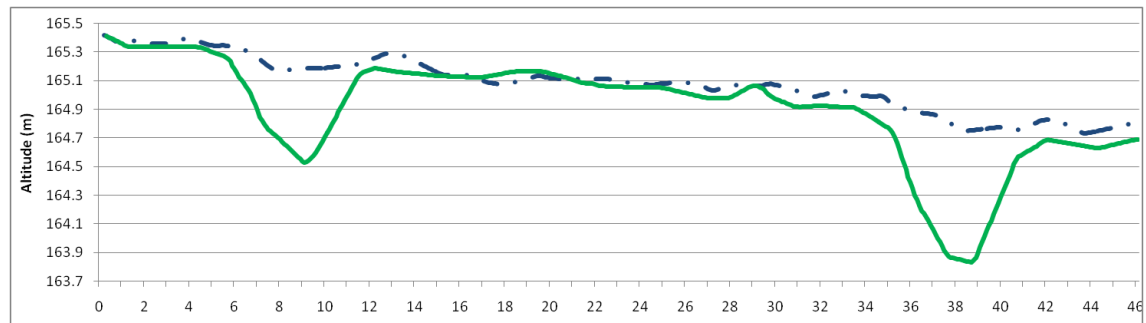
P3



P2



P1



Contexte des recherches

Apport des drones pour la gestion de cours d'eau

- Tests de différentes thématique :
 - Cartographie de cours d'eau en crue
 - Suivi de chantier de restauration : production d'orthomosaïque et de MNS
 - Composition spécifique et état sanitaire des ripisylves
 - Cartographie des plantes invasive



Retour d'expérience présenté aujourd'hui
→ Thématiques les plus poussées dans le projet
2 publications récentes



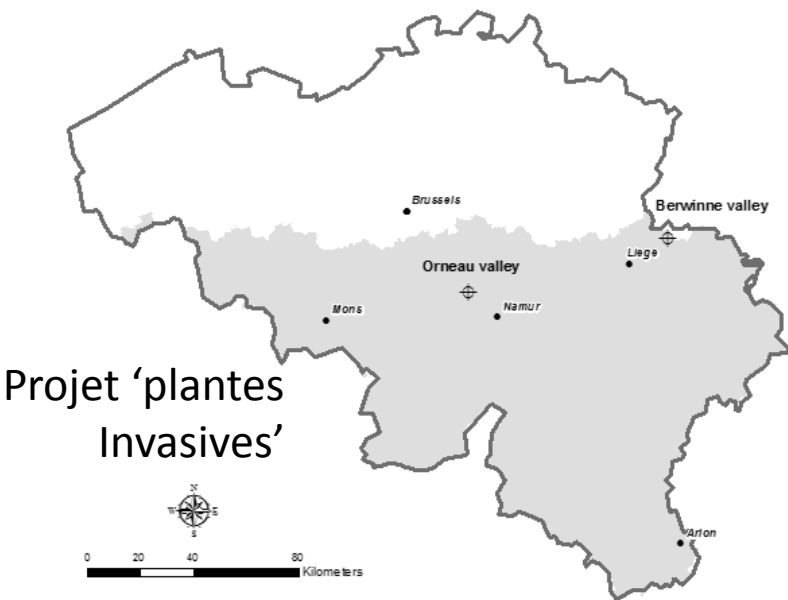
Michez, A., Piégay, H., Jonathan, L., Claessens, H., & Lejeune, P. (2016). Mapping of riparian invasive species with supervised classification of Unmanned Aerial System (UAS) imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 44, 88-94.

Michez, A., Piégay, H., Jonathan, L., Claessens, H., & Lejeune, P. (SOUS PRESSE). Classification of riparian forest species and health condition using multi-temporal and hyperspatial imagery from Unmanned Aerial System. *Environmental Monitoring and Assessment*

Méthodologie

Sites d'étude

2 sites pour chaque étude



Projet 'ripisylves'

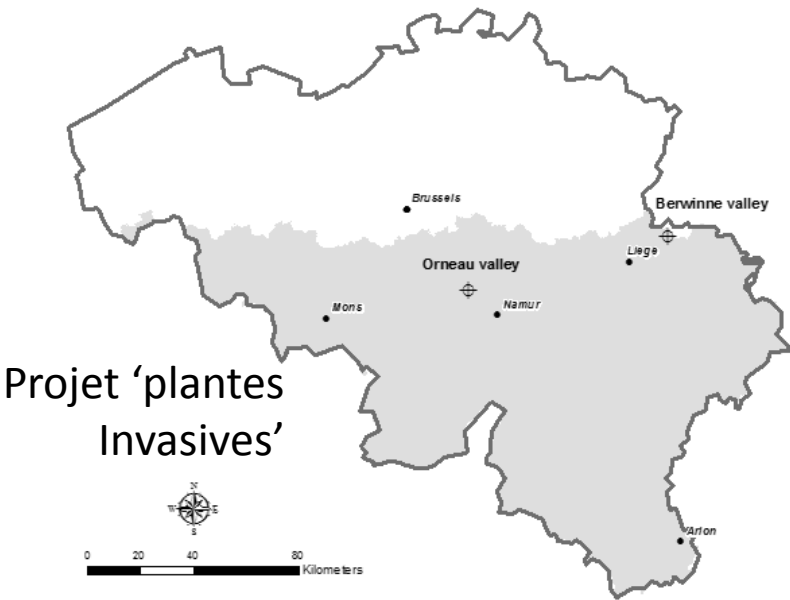


Site 1: River Salm Agricultural landscape River length: ca. 1700m
Site 2: River Houille Forested landscape River length: ca. 2300m

Méthodologie

Plateforme drone

2 sites pour chaque étude



Projet 'plantes Invasives'



Projet 'ripisylves'



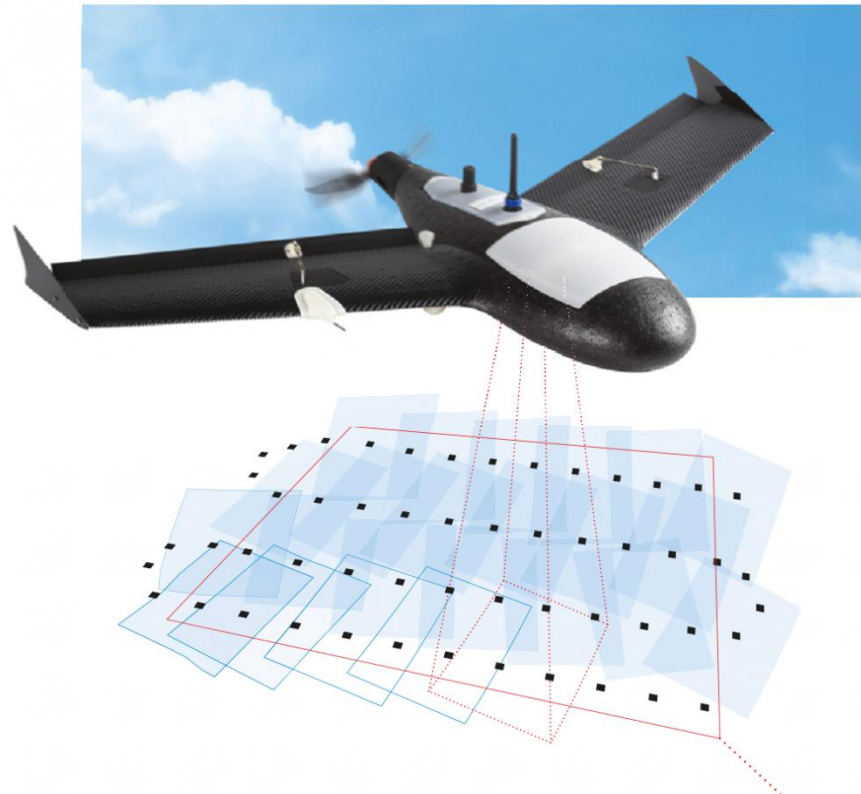
Site 1: River Salm Agricultural landscape River length: ca. 1700m
Site 2: River Houille Forested landscape River length: ca. 2300m

Méthodologie

Plateforme drone

Utilisation du Gatewing X100

- Type « aile fixe »
- Autonomie : 40 min.
- 2 kg
- Jusqu'à 4 km² / vol

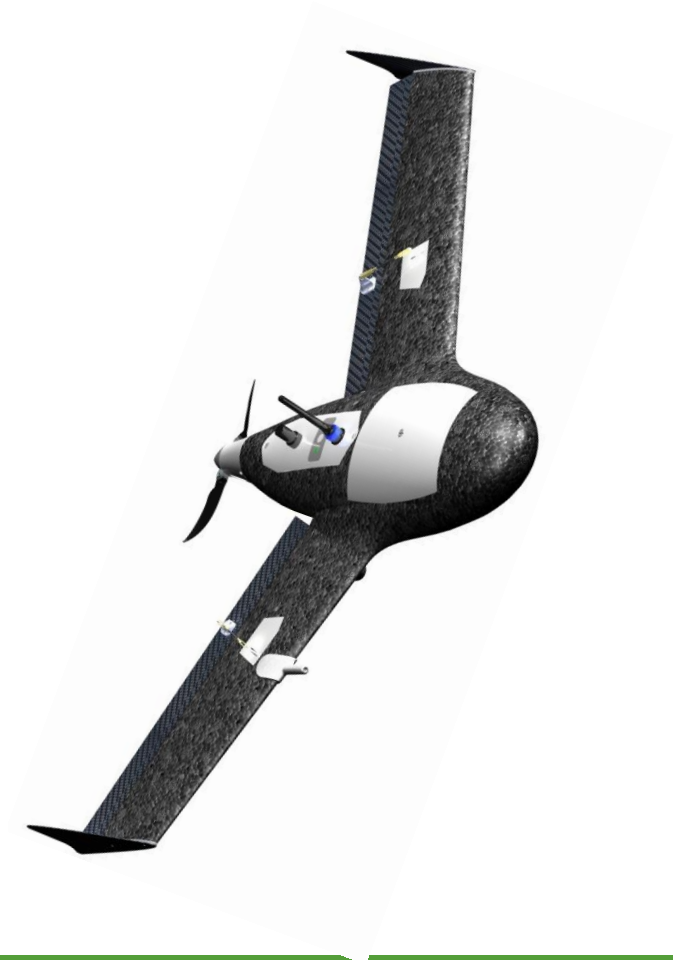


Méthodologie

Plateforme drone

Utilisation du Gatewing X100

- Type « aile fixe »
- 1 appareil photo
 - Moyenne gamme
 - 10 Mégapixel
 - Avec ou sans filtre NIR



Méthodologie

Plateforme drone

Utilisation du Gatewing X100

- Décollage via rampe de lancement



Méthodologie

Plateforme drone

Utilisation du Gatewing X100

- Atterrissage « sur le ventre »



Méthodologie

Acquisition imagerie drone

2 approches :

- Multidates pour le projet ripisylve
 - Constitution d'une série temporelle
 - 18 (6 dates) site 1 et 7 (4 dates) acquisitions
- 'Mono' date pour le projet plante invasive
 - Un projet de classification par projet d'acquisition
 - Sélection d'une fenêtre phénologique :
 - Floraison / coloration des feuilles
 - Cas particulier de la balsamine
 - Floraison plutôt diffuse
 - 2 vols (début / fin) : -> gérés séparément dans la classif)

Méthodologie

Production de la donnée

Production d'orthophotomosaïques :

- Projet 'ripisylve - série temporelle' :
 - Attention particulière pour le géoréférencement
 - Points de contrôles au sol et/ou alignement avec données LiDAR
 - Site 1 : 18 ortho (0.1m) ; Site 2 : 7 ortho (0.1m)
- Projet 'invasive' : géoréférencement direct (GPS drone)
 - Site 1 : 6 ortho (0.05) ; site 2 (renouée) : 0.1m
- Usage de Agisoft PhotoScan

Projet 'ripisylves'
Site 1
06/09 → 16/11/2012



Méthodologie

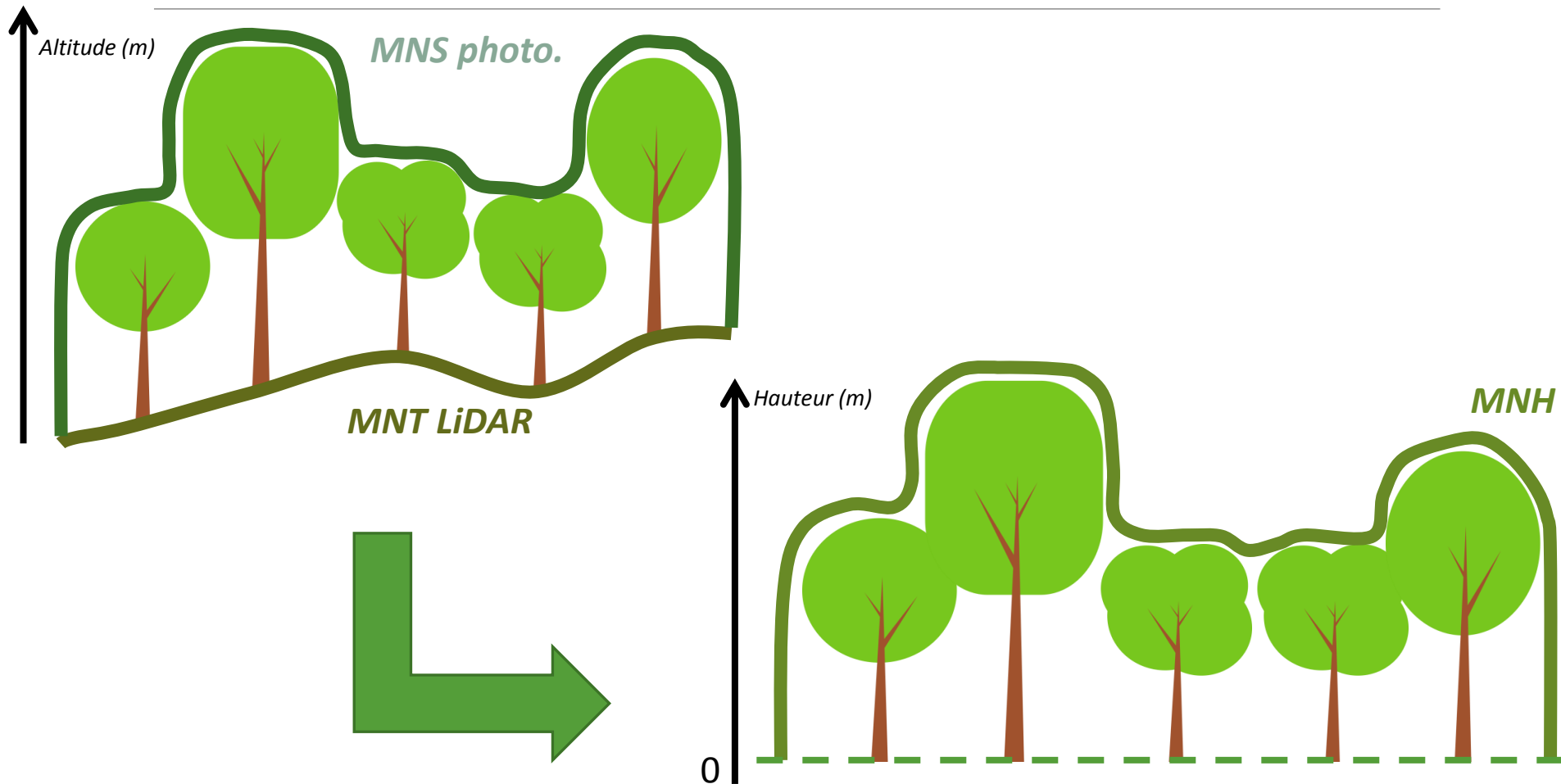
Production de la donnée

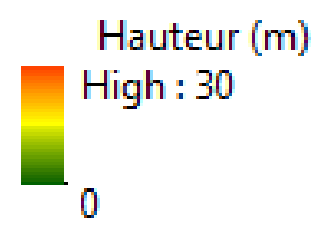
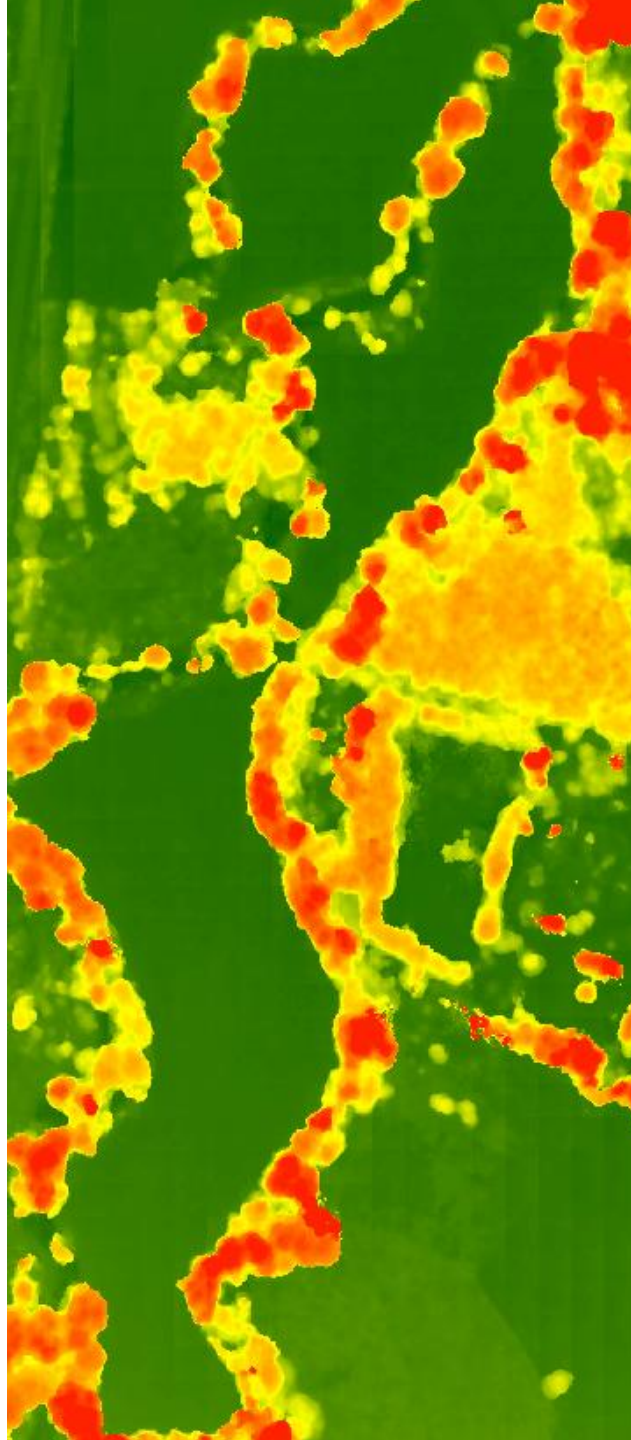
Production d'un modèle numérique de canopée

- Cas du projet ripisylve
 - Hauteur de la végétation pour les 2 sites d'étude
 - MNS photogrammétrique - MNT LiDAR :
 - Modèle Numérique de Hauteur (Canopée)
- **1 !** Pour la série temporelle
 - Choix de la meilleure date d'acquisition
 - Netteté, lumière, erreur de re-projection, ...

Méthodologie

Production de la donnée





Méthodologie

Traitement de la donnée

Segmentation (eCognition)

- Test de différentes échelle de segmentation
- Calcul de variables spectrales / texturales / 3D

Classification supervisée

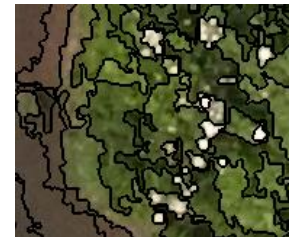
- Random forest - R
- Usage d'une vérité terrain sous format 'polygone'
 - Seuil surfacique pour sélectionner classer les segments

Projet 'ripisylves'

- Composition sp. : 4 sp + 'autre arbre'
- Etat sanitaire de l'aulne glutineux (site 1)

Projet 'invasives'

- Localisation des surfaces envahies



Segmentation de l'orthoimage (eCognition)

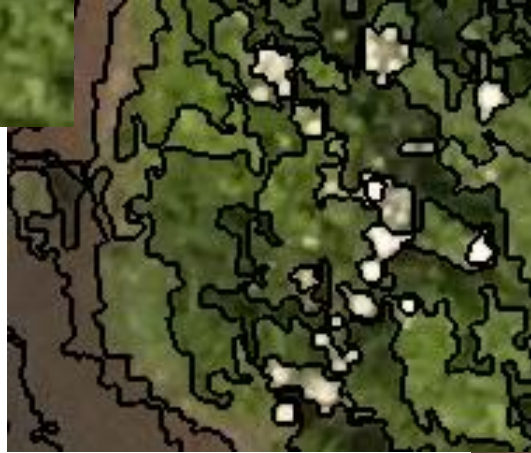








Ortho



Objets segmentés



Objets digitalisés



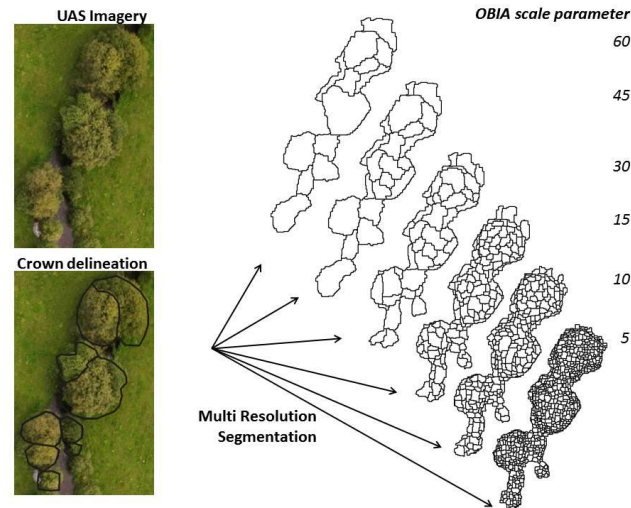
**Constitution d'un
jeux de données de référence :
apprentissage + validation (→ cross validation)**

Méthodologie

Traitement de la donnée

Segmentation

- Usage de eCognition
 - Ortho
 - MNH de référence (surface considérée comme constante)
- Test de différentes échelles de segmentation



UAS Imagery



Crown delineation



OBIA scale parameter

60

45

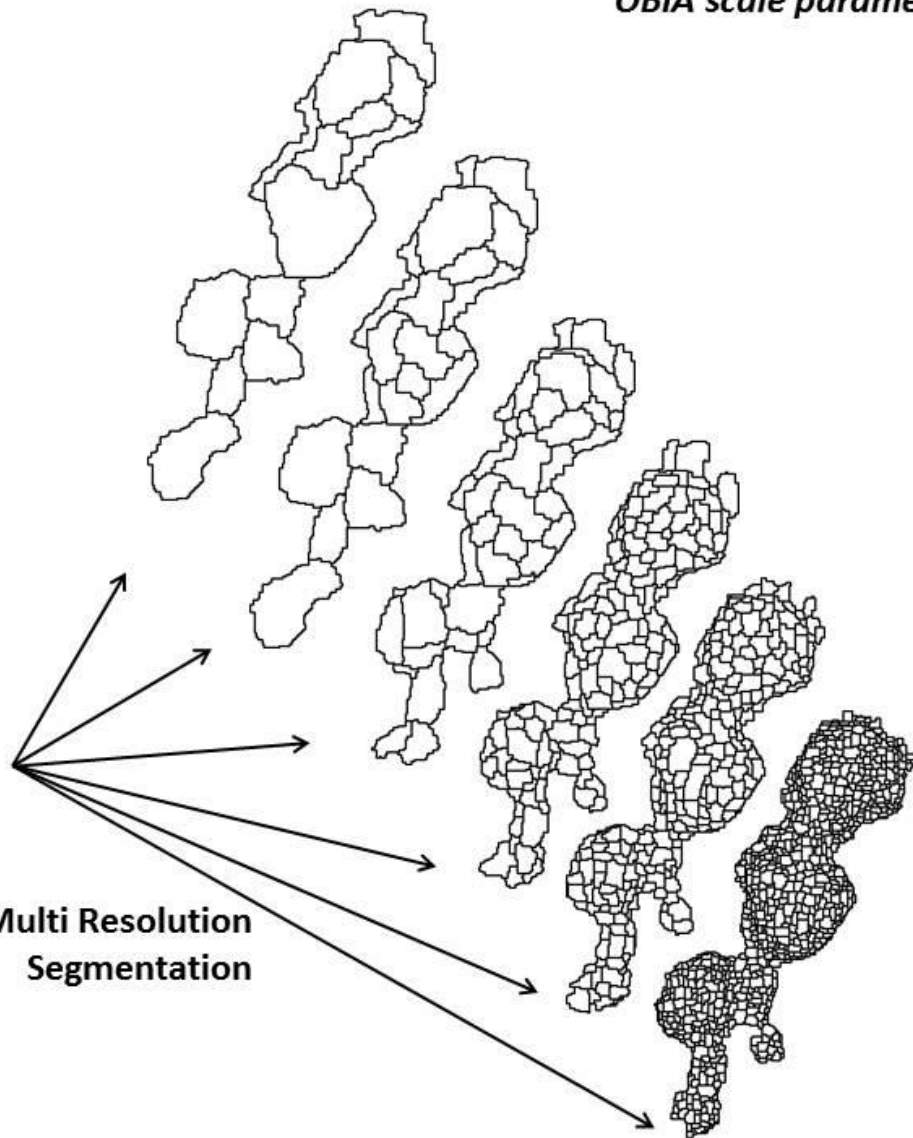
30

15

10

5

**Multi Resolution
Segmentation**



Méthodologie

Traitement de la donnée

Segmentation

- Usage de eCognition
 - Ortho
 - MNH de référence (surface considérée comme constante)
- Calcul de variables texturales
 - Texture de type Haralick
- Calcul de variables spectrales
 - Projet 'invasives' : moyenne / écart type
 - Projet 'ripisylve' : test nombreuses variables * nombreuses images
 - > 500 variables au total pour le site 1 !

→ Processus de sélection de variables (VSURF - R)

Class	Type	Formula (case of band ratio)	Camera	Variables number	
				Site 1	Site 2
Texture	GLCM Entropy, Standard Deviation, Correlation, Mean and Contrast (all direction)		Both	270	105
	Mean		Both	54	21
	Brightness	$(\bar{R} + \bar{G} + \bar{B})/3$ OR $(\bar{R} + \bar{G} + \overline{NIR})/3$	Both	18	7
	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	$(\bar{R} - \overline{NIR})/(\bar{R} + \overline{NIR})$	NIR	8	4
	Green NDVI (GNDVI)	$(\bar{G} - \overline{NIR})/(\bar{G} + \overline{NIR})$	NIR	8	4
	Normalized Green-Red Vegetation Index (NGRVI)	$(\bar{G} - \bar{R})/(\bar{G} + \bar{R})$	Both	18	7
	Normalized Green Blue Index (NGBI)	$(\bar{G} - \bar{B})/(\bar{G} + \bar{B})$	RGB	10	3
	Normalized Red Blue Index (NRBI)	$(\bar{R} - \bar{B})/(\bar{R} + \bar{B})$	RGB	10	3
Spectral	Green Ratio Vegetation Index (GVI)	\overline{NIR}/\bar{G}	NIR	8	4
	Ratio Vegetation Index (RVI)	\overline{NIR}/\bar{R}	NIR	8	4
	Band ratio: G/R	\bar{G}/\bar{R}	Both	18	7
	Band ratio: G/B	\bar{G}/\bar{B}	RGB	10	3
	Band ratio: R/B	\bar{R}/\bar{B}	RGB	10	3
	Normalized Red	$\bar{R}/(\bar{R} + \bar{G} + \overline{NIR})$ OR $\bar{R}/(\bar{R} + \bar{G} + \bar{B})$	Both	18	7
	Normalized Green	$\bar{G}/(\bar{R} + \bar{G} + \overline{NIR})$ OR $\bar{G}/(\bar{R} + \bar{G} + \bar{B})$	Both	18	7
	Normalized NIR	$\overline{NIR}/(\bar{R} + \bar{G} + \overline{NIR})$	NIR	8	4
	Normalized Blue	$\bar{B}/(\bar{R} + \bar{G} + \bar{B})$	RGB	10	3
					234
Vertical structure	Mean Height		Both	1	1
	Skewness of height		Both	1	1
	Standard deviation of height		Both	1	1
				3	3
			TOTAL	507	199

Résultats

Précision des classifications

Cas du projet 'invasives'

- Précisions

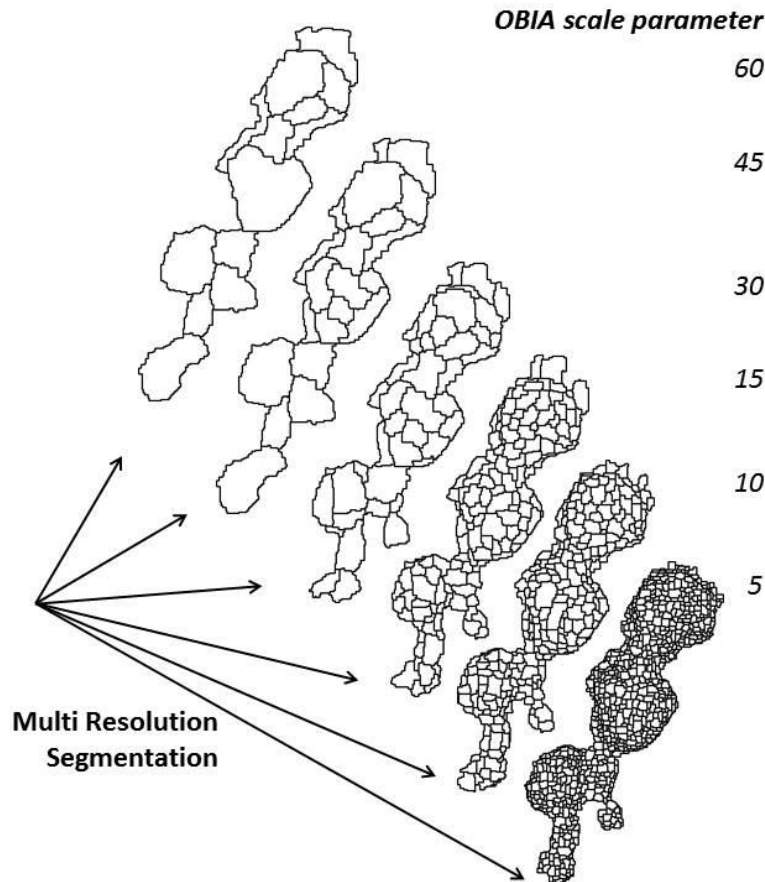
Réf classification	Echelle d'analyse OBIA							
	60		45		30		10	
	KI	GA	KI	GA	KI	GA	KI	GA
<i>I. glandilufera</i> (07/2012)	17 +/- 13	58 +/- 6.5	24 +/- 8	62 +/- 4	31 +/- 5	66 +/- 3	37 +/- 2	68 +/- 1*
<i>I. glandilufera</i> (09/2012)	23 +/- 12	62 +/- 6	22 +/- 11	61 +/- 6	30 +/- 6	65 +/- 3	45 +/- 2	72 +/- 1*
<i>H. mantegazzianum</i> (06/2012)	91 +/- 6	96 +/- 3	92 +/- 5	96 +/- 3	93 +/- 5	97 +/- 2*	89 +/- 2	95 +/- 1
Japanese knotweed (10/2012)	17 +/- 16	58 +/- 8	32 +/- 13.1	66 +/- 7	29 +/- 10	64 +/- 5	38 +/- 3	69 +/- 2*


- Précisions excellentes pour la berce
- Faible pour la balsamine et les renouées

Résultats

Précision des classifications

Cas du projet 'ripisylve'



	Site 1	Site 2
		
	Glob. Accuracy +/- S.D. (%)	Glob. Accuracy +/- S.D. (%)
60	60.2 +/- 5.5	48.5 +/- 5.7
45	64.4 +/- 8.6	51.4 +/- 5.5
30	69.9 +/- 6.1	54.4 +/- 4
15	69.8 +/- 3.2	66.4 +/- 2.3
10	76.8 +/- 1.8	71.9 +/- 1.3
5	77.4 +/- 1.3	74 +/- 0.8
	79.5 +/- 0.7	74 +/- 0.3
		84.1 +/- 0.2
	78.1 +/- 0.3	90.3 +/- 0.3

Résultats

Précision des classifications

Cas du projet 'ripisylve'

Cartographie des plantes invasives (berce du Caucase)

La berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*)

- Fortement liée aux berges des cours d'eau
 - Bon habitat (lumière, régulièrement remanié, ...)
 - Propagation facilitée par les crues
- Gestion prioritaire pour l'administration (risque sanitaire)

Pourquoi utiliser les drones ?

- Inventaire pré/post gestion :
- **Avant** : nécessité de connaître le linéaire impacté pour un BV géré
- **Après** : évaluation de la qualité de la gestion

Cartographie des plantes invasives (berce du Caucase)

Pourquoi utiliser les drones ?

- Inventaire terrain fastidieux, couteux, ... dangereux
- Bon contraste avec son environnement : cible blanche sur fond vert



Cartographie des plantes invasives (berce du Caucase)

Résultats :

- Très bonne performance de la classification (93%)
- Malgré un entraînement sur 20% (+/- 10 ombelles)
- Transfer envisageable vers l'opérationnel :
 - Besoin d'un vol drone et de repérer quelques ombelles !

Cartographie des dégâts de sangliers en culture de maïs

Problématique émergente en Wallonie :

- Extension de l'aire de distribution du sanglier hors du milieu forestier
- Extension de la culture de maïs au sud du sillon Sambre et Meuse



Merci !

Classification of riparian forest species and health condition using multi-temporal and hyperspatial imagery from unmanned aerial system

Adrien Michez · Hervé Piégay · Jonathan Lisein · Hugues Claessens · Philippe Lejeune

Received: 27 April 2015 / Accepted: 20 November 2015
© Springer International Publishing Switzerland 2015

Abstract Riparian forests are critically endangered many anthropogenic pressures and natural hazards. The importance of riparian zones has been acknowledged by European Directives, involving multi-scale monitoring. The use of this very-high-resolution and hyperspatial imagery in a multi-temporal approach is an emerging topic. The trend is reinforced by the recent and rapid growth of the use of the unmanned aerial system (UAS), which has prompted the development of innovative methodology. Our study proposes a methodological framework to explore how a set of multi-temporal images acquired during a vegetative period can differentiate some of the deciduous riparian forest species and their health conditions. More specifically, the developed approach intends to identify, through a process of variable selection, which variables derived from UAS imagery and which scale of image analysis are the most relevant to our objectives.

The methodological framework is applied to two study sites to describe the riparian forest through two fundamental characteristics: the species composition and the health condition. These characteristics were selected not only because of their use as proxies for the riparian zone ecological integrity but also because of their use for river management.

A. Michez (✉) · J. Lisein · H. Claessens · P. Lejeune
Gemblox Agro-Bio Tech—Biosystem Engineering
Department—Forest Management, University of Liege, 2 Passage
des déportés, 5030 Gemblox, Belgium
e-mail: adrien.michez@ulg.ac.be

A. Michez · H. Piégay
UMR 5600 CNRS EVS, Site ENS, University of Lyon, 15 Parvis
R. Descartes, 69362, Lyon Cedex 07 BP 7000, France

The comparison of various scales of image analysis identified the smallest object-based image analysis (OBIA) objects (ca. 1 m²) as the most relevant scale. Variables derived from spectral information (bands ratios) were identified as the most appropriate, followed by variables related to the vertical structure of the forest. Classification results show good overall accuracies for the species composition of the riparian forest (five classes, 79.5 and 84.1 % for site 1 and site 2). The classification scenario regarding the health condition of the black alders of the site 1 performed the best (90.6 %).

The quality of the classification models developed with a UAS-based, cost-effective, and semi-automatic approach competes successfully with those developed using more expensive imagery, such as multi-spectral and hyperspectral airborne imagery. The high overall accuracy results obtained by the classification of the diseased alders open the door to applications dedicated to monitoring of the health conditions of riparian forest. Our methodological framework will allow UAS users to manage large imagery metric datasets derived from those dense time series.

Keywords Hyperspatial imagery · Unmanned aerial system · UAS · Random forests · Riparian forest · Forest health condition

Introduction

Despite their relatively low area coverage, riparian forests are central landscape features that provide several

39
40
41 Q3
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60



Mapping of riparian invasive species with supervised classification of Unmanned Aerial System (UAS) imagery



Adrien Michez^{a,*}, Hervé Piégay^b, Lisein Jonathan^a, Hugues Claessens^a, Philippe Lejeune^a

^a University of Liege, Gemblox Agro-Bio Tech, Biosystem Engineering Department, Forest Management, 2 Passage des Déportés, 5030 Gemblox, Belgium
^b University of Lyon, UMR 5600 CNRS EVS, Site ENS, 15 Parvis R. Descartes, 69362 Lyon Cedex 07, BP 7000, France

ARTICLE INFO

Article history:
Received 2 March 2015
Received in revised form 24 April 2015
Accepted 26 June 2015

Keywords:
Mapping of invasive species
Unmanned aerial system
UAS
Supervised classification
Random forests

ABSTRACT

Riparian zones are key landscape features, representing the interface between terrestrial and aquatic ecosystems. Although they have been influenced by human activities for centuries, their degradation has increased during the 20th century. Concomitant with (or as consequences of) these disturbances, the invasion of exotic species has increased throughout the world's riparian zones.

In our study, we propose a easily reproducible methodological framework to map three riparian invasive taxa using Unmanned Aerial Systems (UAS) imagery: *Impatiens glandulifera* Royle, *Heracleum mantegazzianum* Sommier and Levier, and Japanese knotweed (*Fallopia sachalinensis* (F. Schmidt Petrop.), *Fallopia japonica* (Houtt.) and hybrids). Based on visible and near-infrared UAS orthophoto, we derived simple spectral and texture image metrics computed at various scales of image segmentation (10, 30, 45, 60 using eCognition software). Supervised classification based on the random forests algorithm was used to identify the most relevant variable (or combination of variables) derived from UAS imagery for mapping riparian invasive plant species. The models were built using 20% of the dataset, the rest of the dataset being used as a test set (80%).

Except for *H. mantegazzianum*, the best results in terms of global accuracy were achieved with the finest scale of analysis (segmentation scale parameter = 10). The best values of overall accuracies reached 72%, 68%, and 97% for *I. glandulifera*, Japanese knotweed, and *H. mantegazzianum* respectively. In terms of selected metrics, simple spectral metrics (layer mean/camera brightness) were the most used. Our results also confirm the added value of texture metrics (GLCM derivatives) for mapping riparian invasive species.

The results obtained for *I. glandulifera* and Japanese knotweed do not reach sufficient accuracies for operational applications. However, the results achieved for *H. mantegazzianum* are encouraging. The high accuracies values combined to relatively light model-inputs needed (delineation of a few umbels) make our approach a serious contender as a cost-effective tool to improve the field management of *H. mantegazzianum*.

© 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Riparian zones are key landscape features, representing the interface between terrestrial and aquatic ecosystems. Despite a low area coverage, they provide several ecosystem services and display an exceptionally rich biodiversity (Naiman and Décamps, 1997). Riparian zones have been influenced by human activities for centuries, notably because they often involve concentrated human settlements (Décamps et al., 1988). Nevertheless, their rate of

degradation has increased during the 20th century. Up to 90% of the flood plains in Europe and North America have already been intensively modified, with extinction of their functionality (Tockner and Stanford, 2002).

Various anthropic disturbances can influence riparian habitats: hydrological alteration (Jansson et al., 2000), watershed and adjacent land use, logging, grazing (Hancock et al., 1996), and even recreational activities (Washitani, 2001). Concomitant with (or as consequences of) these disturbances, the invasion of exotic species has increased throughout the world's riparian zones (Richardson et al., 2007).

The trend of invasion by exotic species in riparian zones is well documented (Planty-Tabacchi et al., 1996; Lake and Leishman,

* Corresponding author.
E-mail address: adrien.michez@gmail.com (A. Michez).