



FORESEE Workshop - Forestry applications of remote sensing technologies
8-10 October 2014 - INRA Champenoux - France

Potentiel of muti-source data for forest variable retrieval



N. Chehata (1), D. Guyon(2)

- 1) ENSEGID- Bordeaux INP
- 2) INRA Bordeaux, UMR ISPA



La Région
Lorraine

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE
ANR

Contexte forestier

- Applications opérationnelles :
 - Suivi de la ressource forestière : état et évolution
 - Cartographie forestière, changements (coupes, tempêtes)
 - Perturbations : Dépérissements, Mortalités de grande ampleur: intensité ou étendue ou durée
- Contexte de grande échelle
 - Assemblage de plusieurs images acquises sous différentes conditions et à différentes dates
- Contexte de suivi temporel
 - Acquisition d'images multi-dates, multi-résolutions, multi-sources

Données multi-sources

- Différentes résolutions spatiales, spectrales et temporelles
- Différentes structures de données : 2D, 3D
- Données optiques (VIS – PIR)
 - Basse résolution (250m – 1000m), haute résolution temporelle (~1j)
 - HR (10-60m), THR (<5m), faible résolution temporelle
 - Données par drone (~10 cm), sur demande
- Données optiques mono Vs. Multi-stéréo
- Données hyperspectrales
- Données thermiques
- Données radar
- Données LiDAR



Niveaux de synergie entre données multisources

■ Niveau données

- Nécessite une modélisation physique du signal
- Nécessite une calibration du signal (corrections atmosphériques, radiométriques et des effets directionnels)
- Pas toujours évident

■ Niveau attributs

- Fusion des données (Pansharpening)
- Combinaison des attributs multi-sources, connaissances a priori
- Sélection ou extraction d'attributs (en automatique)

■ Niveau produits

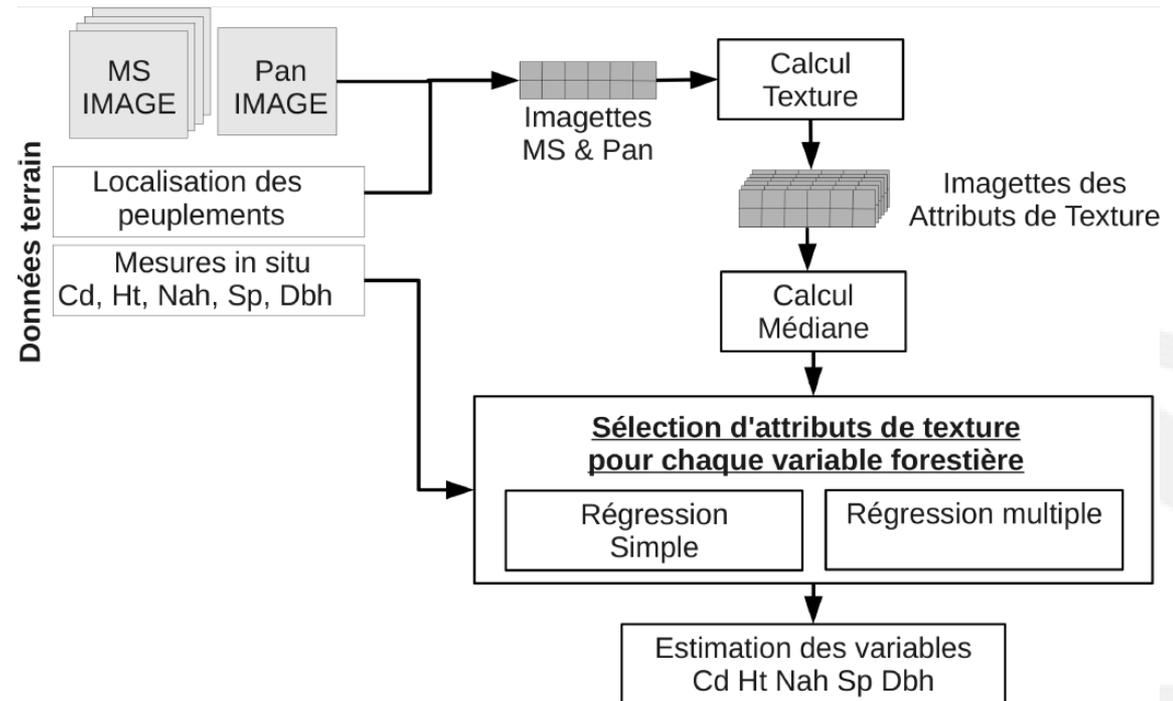
- Combinaison de produits obtenus par chacune des sources

Synergie des données optiques HR/THR

Mode acquisition	Mono			Stéréo
Résolution spectrale	Panchromatique (Pan)	Multispectral (MS)	Hyperspectral (HSI)	Pan/MS
Information image	Texture Radiométrie	Radiométrie Texture	Radiométrie	Hauteur Texture Radiométrie
Fréquence temporelle	faible	faible	Episodique, sur commande	- Faible par satellite/avion - Forte par drones
Applications	Cartographie, estimation variables forestières, biomasse	Cartographie, estimation variables forestières, biomasse	Discrimination espèces, Paramètres biochimiques	Estimation variables forestières, biomasse

Synergie des données optiques THR Pan et MS

- Thèse Benoit Beguet 2014
ENSEGID & INRA Bordeaux



- Les meilleurs sous-ensemble d'attributs Haralick pour la prédiction de variables sont :
 - Multi-résolutions : combinent deux résolutions Pan et MS
 - Multi-échelles : combinent différents paramétrages spatiaux

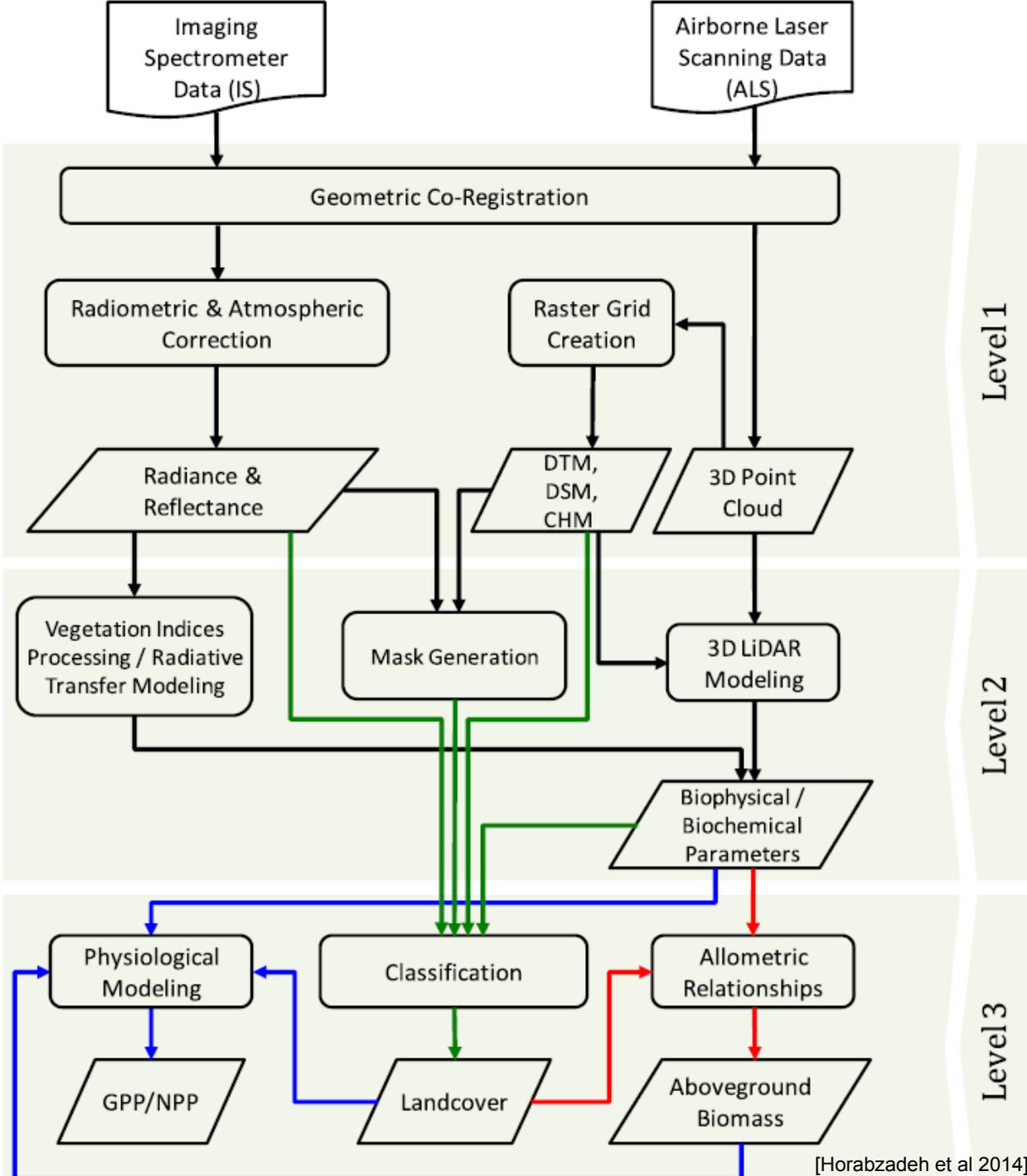
Synergie des données optiques et LiDAR

- Review paper IJPRS : Fusion of imaging spectroscopy and airborne laser scanning data for characterization of forest ecosystems – A review

H. Torabzadeh et al. / ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 97 (2014) 25–3

- 48 publications (2002-2013)

Products		Reference
Landcover maps	General landcovers	Bork and Su (2007), Geerling et al. (2007), Elaksher (2008), Cook et al. (2009), Verrelst et al. (2009) and Arroyo et al. (2010)
	Forest species	Hill and Thomson (2005), Asner et al. (2008), Dalponte et al. (2008, 2012), Holmgren et al. (2008), Lucas et al. (2008a), Jones et al. (2010), Ke et al. (2010), Nordkvist et al. (2012), Heinzel and Koch (2012), Naidoo et al. (2012), Buddenbaum et al. (2013) and Ørka et al. (2013)
	Fuel types	Koetz et al. (2008), Mutlu et al. (2008), Varga and Asner (2008), Erdody and Moskal (2010) and García et al. (2011)
Aboveground biomass (AGB)		Popescu et al. (2004), Lefsky et al. (2005), Asner et al. (2007), Anderson et al. (2008), Lucas et al. (2008b), Breidenbach et al. (2010), Clark et al. (2011), Maselli et al. (2011), Swatantran et al. (2011), Tonolli et al. (2011), Latifi et al. (2012) and Finley et al. (2013)
Biophysical parameters		Hudak et al. (2002, 2006), Popescu et al. (2004), Thomas et al. (2006), Koetz et al. (2007), Anderson et al. (2008), Erdody and Moskal (2010), Stojanova et al. (2010), Cao et al. (2012), Latifi et al. (2012), Buddenbaum et al. (2013) and Finley et al. (2013)
GPP/NPP		Asner et al. (2007), Cook et al. (2009), Hilker et al. (2008) and Lefsky et al. (2005)
Biochemical parameters		Blackburn (2002), Koetz et al. (2007) and Thomas et al. (2008)

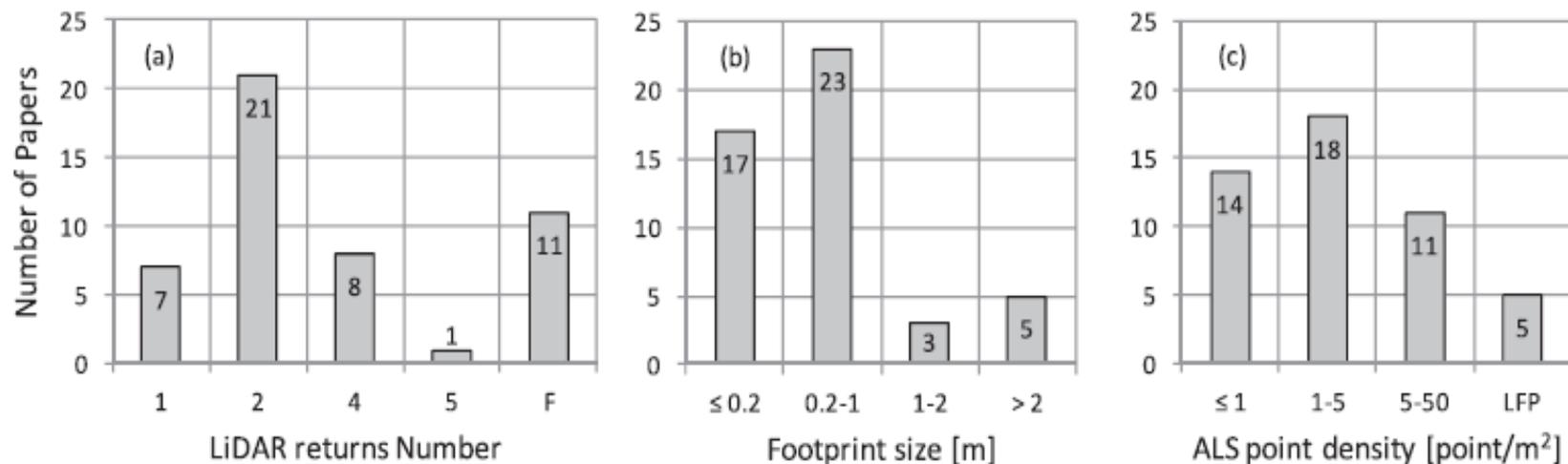


- Landcover maps
- AGB
- GPP/NPP

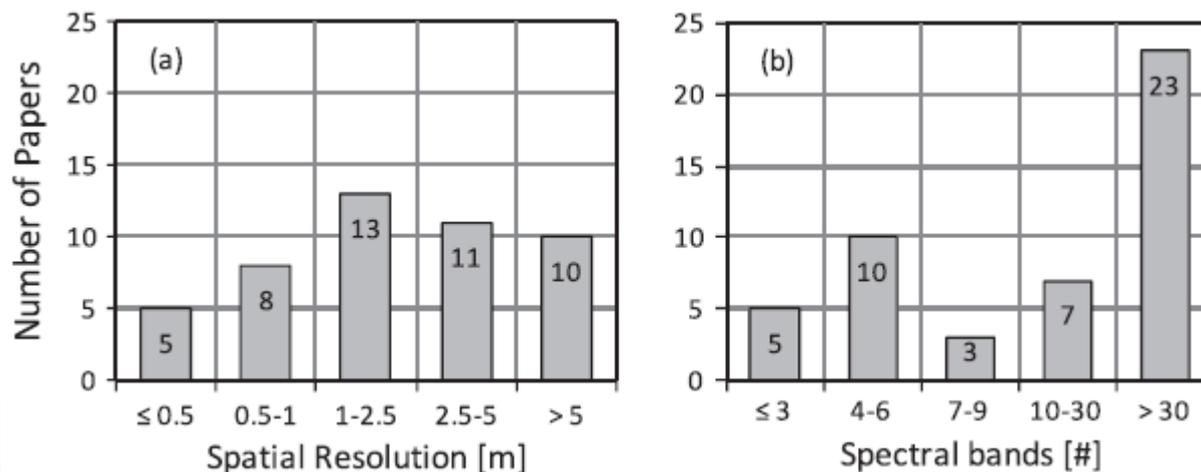
Synergie des données optiques et LiDAR

[Horabzadeh et al 2014]

■ LiDAR



■ IS



Synergie des données optiques et LiDAR : Recalage des données

- LiDAR : géoréférencement direct (précision $< 0.5\text{m}$)
- IS : géoréférencement plus problématique
 - géoréférencement par GCP (Ground Control points)
 - Peut induire de grandes erreurs résiduelles
 - « back projection » des points LiDAR dans les images
 - Transformation directe terrain → image : chaque echo laser est relié au pixel correspondant dans l'image
 - La même transformation est ensuite appliquée aux deux données pour les projeter dans un même système de projection
 - Plus précis mais nécessite de connaître les paramètres d'orientation externes des capteurs IS → disponibles avec GPS/INS
 - Applicable à de grands volumes de données
 - Rasterisation des points lidar → interpolation
- Perte d'information

Synergie des données optiques et LiDAR : Approches de fusion

■ Pansharpening

- Utilisé uniquement entre images de même type
- Difficulté de fusionner données actives et données passives :
 - Quantités physiques mesurées différentes
 - Géométries d'acquisition, sources d'illumination différentes,..

■ Approches empiriques (statistiques)

- Classification / régression par KNN, SVM, RF, ..
- Besoins en données de référence terrain ou photo-interprétation → image dépendant, site dépendant
- La calibration des modèles empiriques en multi-sources nécessite différentes mesures in-situ

■ Approches physiques

- Etude des phénomènes physiques intervenant dans l'interaction onde/objet
- Modèles de transfert radiatif
- Quelques modèles optiques géométriques pour du Lidar large empreinte (Ni-Meister et al., 2001; Sun and Ranson, 2000).
- Pas de modèle physique pour les petites empreintes
- Peu utilisées.

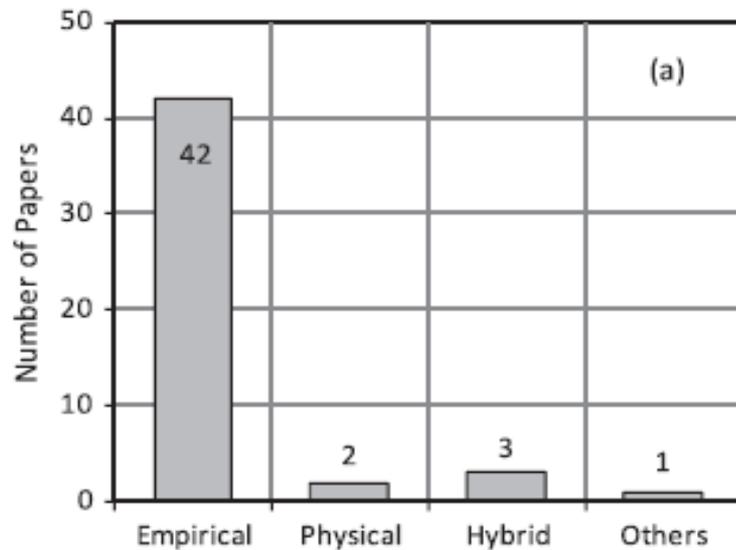
Synergie des données optiques et LiDAR :

Niveaux de fusion

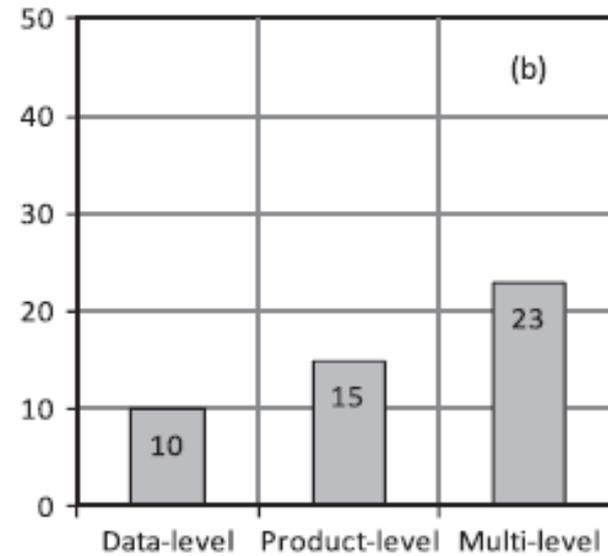
- Niveau données
 - Rasterisation des points lidar, MNS, MNC,..
- Niveau produits
 - Descripteurs LiDAR: statistiques hauteurs, position des arbres, diamètre des couronnes, LAI, ...
 - Descripteurs IS : indices spectraux, réduction d'espace
- Multi niveaux

Synergie des données optiques et LiDAR

Méthodes de fusion



Niveaux de fusion



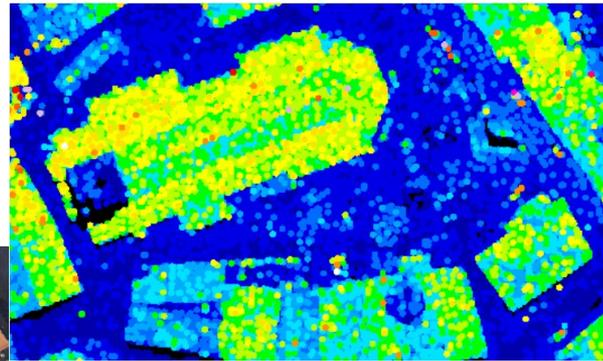
[Horabzadeh et al 2014]

Classification multi-sources en milieu urbain

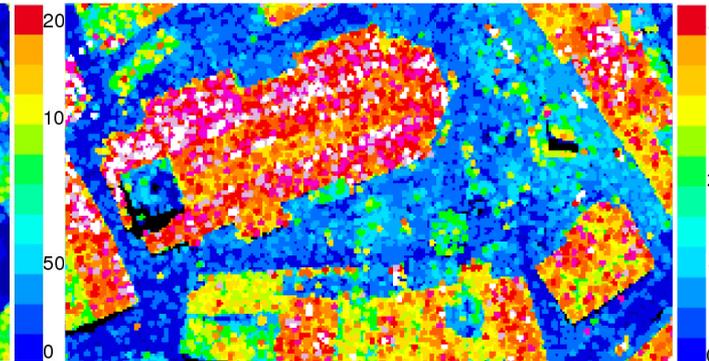
- Extraction de nouveaux attributs sur la forme des échos



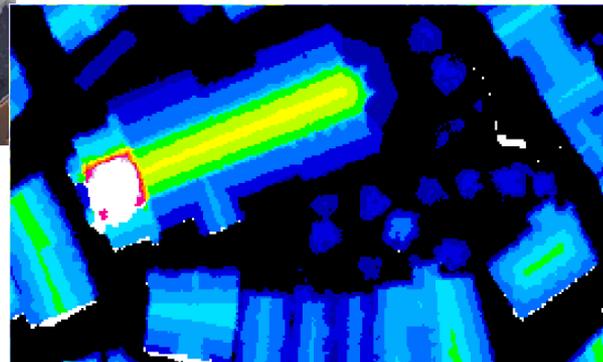
Chehata et al. 2009
Guo et al. 2011



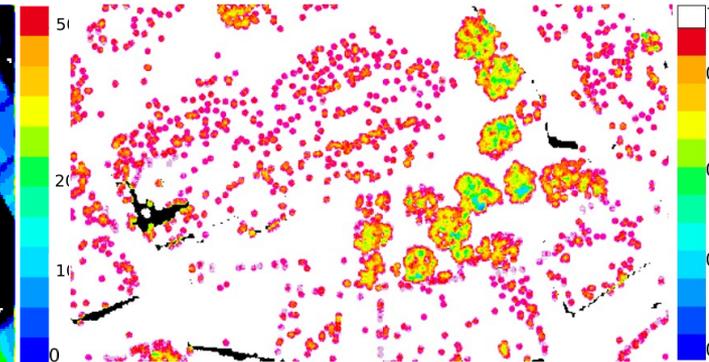
Amplitude



Echo cross-section

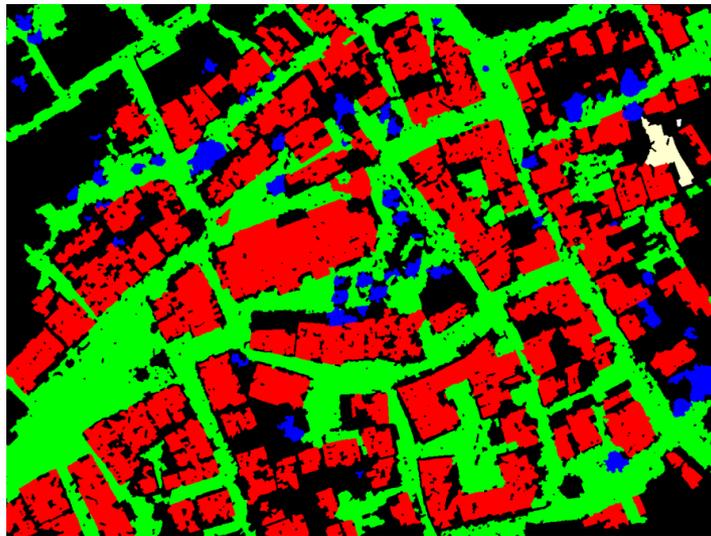


Height

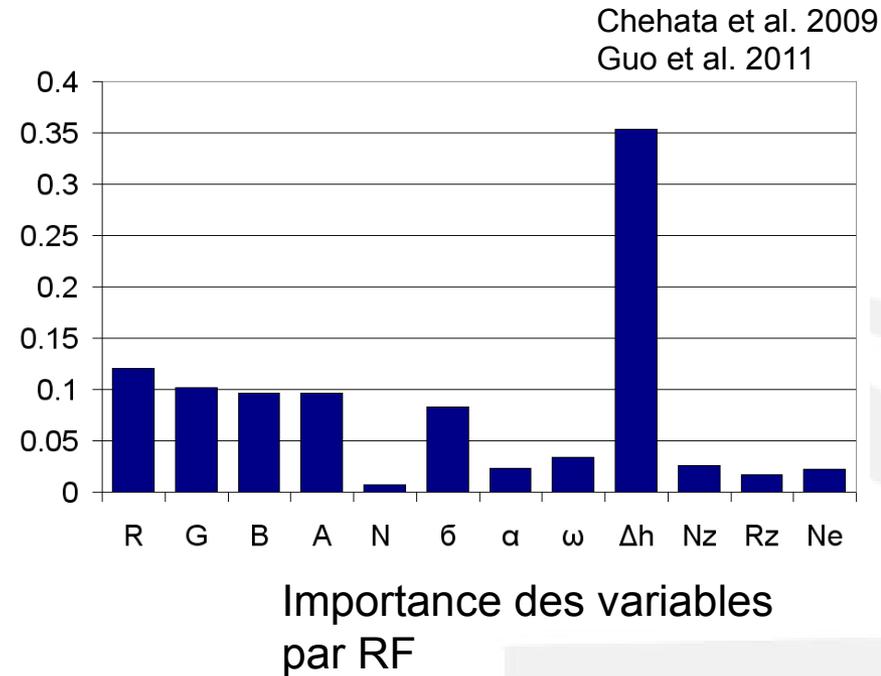


Normalized echo number

Classification multi-sources en milieu urbain



Précision de classification globale: 95.75%



Classification multi-sources en milieu urbain

Classification accuracy per class with respect to type and number of features.

Features	Building	Vegetation	Artificial ground	Natural ground	Total accuracy
RGB (3)	0.80	0.39	0.89	0.43	0.82
ME lidar (5)	0.96	0.50	0.95	0.01	0.92
FW lidar (4)	0.95	0.69	0.95	0.55	0.93
ME + FW lidar (9)	0.97	0.74	0.96	0.37	0.94
Selected features (5)	0.97	0.72	0.96	0.70	0.95
All features (12)	0.97	0.75	0.97	0.72	0.96

Mean margin per class with respect to type and number of features.

Features	Building	Vegetation	Artificial ground	Natural ground	Mean margin
RGB (3)	0.55	-0.35	0.70	-0.22	0.57
ME lidar (5)	0.86	-0.10	0.87	-0.94	0.78
FW lidar (4)	0.81	0.20	0.78	-0.01	0.75
ME + FW lidar (9)	0.89	0.28	0.82	-0.22	0.80
Selected features (5)	0.89	0.33	0.87	0.31	0.84
All features (12)	0.89	0.35	0.85	0.30	0.84

Discussions / Forêt

- Les approches empiriques permettent de bien combiner les données
 - Image dépendant, site dépendant
 - Tester les méthodes de sélection d'attributs sur différentes données
 - Les landes : optique THR, photogrammétrie, LiDAR, radar,...
- Pas de modèle physique pour le LiDAR faible empreinte → fusion physique pas encore au point ..
- En forêt, la fusion de données :
 - Apporte un plus pour la cartographie et l'estimation de la biomasse
 - N'améliore pas l'estimation des paramètres biophysiques, biochimiques

var. Forêt	Bande	Attribut	r	d	θ	multiple R^2	VIF	LOO RMSE
Cd (Juin)	B	corr	12	1	45	0.786	1.2631	1.12
	Pan	inertia	25	1	0		1.1171	
	V	var	6				1.0401	
	R	entropy	6	1	135		1.5407	
	Pan	harcorr	15	6	45		1.7416	
Cd (Février)	Pan	entropy	10	8	0	0.827	2.326	1.10
	V	clushade	12	4	135		1.102	
	Pan	cluspro	10	9	45		1.612	
	Pan	entropy	5	2	45		1.831	
	Pan	cluspro	25	4	0		2.231	