



ATELIER INNOVATIONS TECHNIQUES ET INDICATEURS DE DURABILITE SUR LA CULTURE DU COTON

DAKAR – HOTEL NOVOTEL - 14 AU 18 SEPT. 2015

Jean-Paul Gourlot, Anne Laure Fruteau de Laclos, Jean-Charles Sigrist, Ousmane Ndoeye,
Sophie Fortuno et Edward Gérardeaux

<p>Auteurs</p> <p>Thiauw I., Diakhate M., Goebel F. R., Menozzi P., Brevault T., et Soti V.</p>	<p>Titre de la communication</p> <p>Apport de la télédétection à l'écologie du paysage au service de la régulation naturelle des ravageurs des cultures</p>
<p>Résumé de la communication par les Auteurs</p>	<p>Jusqu'alors confinée aux acquisitions aériennes, l'imagerie Très Haute Résolution Spatiale (THRS) a révolutionné la télédétection satellitaire en permettant désormais d'accéder à une information de l'occupation du sol intra parcellaire de plus en plus précise, avec une fréquence plus élevée. En effet, ces nouveaux capteurs à échelle submétrique offrent des résolutions spatiales (< 1 m), spectrales et temporelles fines, offrant ainsi des potentialités nouvelles en matière de caractérisation et d'inventaire de l'occupation des sols agricoles. Dans le domaine de la protection des cultures, ces avancées technologiques ouvrent de nouveaux champs d'investigations, notamment en matière de lutte intégrée contre les ravageurs par la biodiversité à l'échelle extra-parcellaire. Pour étudier les interactions entre l'organisation de l'espace et les processus écologiques dans le temps, nous montrerons que les images satellites THRS sont très utiles pour l'identification des éléments fins du paysage et de fait d'un grand apport à l'écologie des paysages parce qu'elle combine à la fois l'approche spatiale et l'approche fonctionnelle. Suivant cette discipline, l'échelle du paysage est de fait un niveau de lecture adapté aux problématiques de la gestion des bio-agresseurs dans les agroécosystèmes particulièrement, lorsqu'il s'agit d'insectes ravageurs, ce que nous présenterons aux travers de plusieurs cas : <i>Helicoverpa armigera</i> dans la région cotonnière du nord Bénin, <i>Dermolepida albohirtum</i> principal ravageur de la canne à sucre dans le Queensland en Australie et enfin, la mineuse du mil <i>Heliocelus albipunctella</i> à Bambey au Sénégal.</p> <p>Mots clefs : Télédétection, THRS, écologie du paysage, ravageurs, régulation naturelle.</p>
<p>Résumé des discussions par Sigris J.- C. et Fruteau de Laclos A.- L.</p>	<p>Les traitements insecticides n'ont pas toujours été pris en compte dans l'étude. Il est à noter que les infos dépendant des producteurs ne sont pas toujours fiables. L'utilisation des images satellites SPOT pose problème au Bénin car la végétation est abondante et il y a beaucoup de nuages en particulier en fin de saison des pluies. Il faut travailler sur des paysages homogènes.</p> <p>L'idée de la démarche est de sortir de la parcelle pour observer ce qui se passe autour. La biodiversité végétale favorise la biodiversité animale.</p> <p>Concernant le projet AGRIMET, un appel d'offre vient de sortir sur FOOD SECURITY pour une deuxième phase. Des gros projets sont également en préparation avec la Banque Mondiale et l'AFD. L'ESA a lancé un appel d'offre sur l'Afrique avec le CNES et l'IRD. Un séminaire aura lieu en Côte d'Ivoire au mois de février 2016 pour programmer des activités.</p> <p>L'outil permet aussi d'avoir des estimations précises des rendements sur céréales, en liaison avec des personnes sur le terrain pour faire une corrélation entre situation aux champs et données satellitaires.</p>

1

Apport de la télédétection à l'écologie du paysage au service de la régulation naturelle

Ibrahima Thiaw, Mouhamadou Diakhate, Régis Goebel, Philippe Menozzi, Thierry Brevault, Valérie Soti.

Atelier ITK – 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal.

Régulation écologique : de la parcelle au paysage

2

L'écologie du paysage étudie les interactions entre l'organisation de l'espace et les processus écologiques. Elle combine ainsi l'approche spatiale et l'approche fonctionnelle (Selman, 1993).

Prise en compte de l'espace et du temps

Paysage (ravageurs/enneemis naturels)

Parcelle

Atelier ITK – 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. I Thiaw : UGB, CSE, Cirad

Ecologie du paysage

3

Effet de la fragmentation du paysage sur les populations d'insectes

Unités fonctionnelles

Patch = habitat favorable/défavorable

Corridor = capacité à faciliter les flux

Les éléments de base d'une structure paysagère : le patch, le corridor et la matrice (d'après Formand, 1995, Burel et Baudry, 2003).

Atelier ITK – 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. I Thiaw : UGB, CSE, Cirad

Interactions « Ravageurs/Auxiliaires et environnement »

Biologie des insectes

- Type et nombre d'insectes (larves-adultes)
- Dispersion active
- Recherche de liens entre des facteurs humains /environnement, et la fréquence des attaques

Données d'observation de la terre

- Fournit des informations environnementales: occupation du sol, indices, températures...
- A différentes échelles spatiales et temporelles

Interactions spatiale et temporelle

Atelier ITK – 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. I Thiaw : UGB, CSE, Cirad

Acquisition de données environnementales

5



- ❖ A partir de données déjà existantes => cartes papiers ou numériques
- ❖ Par numérisation du paysage

Fond cartographique GPS

❖ **Télédétection = Mesure à distance (sans contact)**

Aéroportée

➤ résolution spatiale (>10-20cm)

Spatiale (Satellites)

- Orbites basses (200 à 400 km)
- Orbites de 500 à 1500 km, polaires ou quasi-polaires (SPOT, LANDSAT, ERS, RADARSAT, NOAA)
- Orbite géostationnaire (36 000 km) (METEOSAT, GOES)

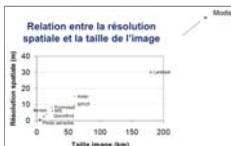
ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. I Thaw : UGB, CSE, Cirad

Acquisition de données satellitaires

6

- ➔ La taille de la zone d'étude
- ➔ La résolution spatiale
- ➔ La résolution temporelle
- ➔ La résolution spectrale

Relation entre la résolution spatiale et la taille de l'image



Les facteurs limitant

- La taille de l'objet d'étude (plante, parcelle, exploitation, habitat naturel...)
- L'hétérogénéité spatiale de l'environnement
- L'échelle fonctionnelle des organismes vivants

ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. I Thaw : UGB, CSE, Cirad

Acquisition de données satellitaires

7


La taille de la zone d'étude

=> Capteurs « grand champ » à faible résolution spatiale (100 à 1000m/pixels)

=> Capteurs : VGT, ENVISAT, MODIS...

Source : C. Lehoucq, Cirad

Echelle globale



ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. I Thaw : UGB, CSE, Cirad

Acquisition de données satellitaires

8

La taille de la zone d'étude

=> Capteurs à haute résolution spatiale (10 à 30m/pixels)

=> Capteurs : SPOT 4-5, Landsat, IRS...

Source : C. Lehoucq, Cirad

Echelle régionale



ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. I Thaw : UGB, CSE, Cirad

Acquisition de données satellitaires

9

La taille de la zone d'étude

Echelle intra-parcellaire

=> Capteurs à très haute résolution spatiale (0,5 à 4m/pixels)

=> Capteurs : Quickbird, Worldview, GeoEye, Pléiades...

Source : C. Leborg, Cirad



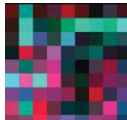
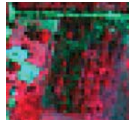
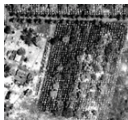
Mukono (Ouganda)

Atelier ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. | Thisw - UGB, CSE, Cirad

Acquisition de données satellitaires

10

La résolution spatiale

SPOT XS (20m)	IKONOS MS (4m)	IKONOS P (1m)
		
1 pixel ↔ >10 caféiers	1 pixel ↔ 1-3 caféiers	1 caféier ↔ 2-5 pixels

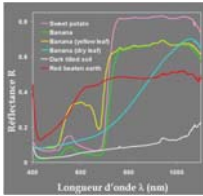
Source : C. Leborg, Cirad

Atelier ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. | Thisw - UGB, CSE, Cirad

Acquisition de données satellitaires

11

La résolution spectrale



Signatures spectrales

Source : C. Leborg, Cirad

Spot (4 bandes) : B, V, R, PIR
 Quickbird : V, R, PIR, MIR
 Landsat (7 bandes) : B, V, R, PIR, MIR, Th, ...
 Geoeyes

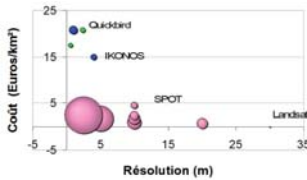
Atelier ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. | Thisw - UGB, CSE, Cirad

Acquisition de données satellitaires

12

Le coût de la donnée

Coût = f (Archive/Programmation, Résolution, Taille de l'image, niveau de traitement...)



Coût (Euros/km²)

Résolution (m)

Coût d'une image satellite (tasking)
 (the size of the circle is proportional to the minimum order in €)

Atelier ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. | Thisw - UGB, CSE, Cirad

Pour quelles applications ?

13

> Extraction d'informations environnementales à partir d'images satellites

1. Variables biophysiques

2. Variables qualitatives

Atelier ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. | Thiao : UGB, CSE, Cirad

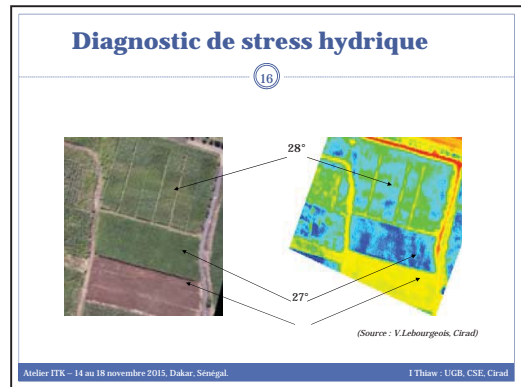
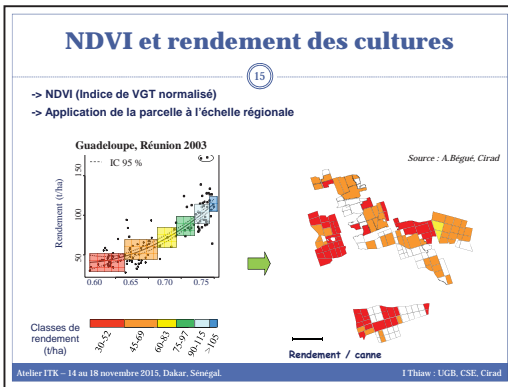
Variables biophysiques

14

Variables Biophysiques		Visible Proche Infrarouge	Proche Moyen Infrarouge	Infrarouge thermique	Micro-ondes actives (radar)	Micro-ondes passives
Structure du couvert	LAI	+++	+++	+	++	+
	Taux de couverture	++++	++++	++	++	+
	Port foliaire	+++	+++	+	+	+
	Taille des feuilles	+	+	+	+	+
	Hauteur du couvert	-	-	-	++	-
Propriétés des feuilles	Contenu en chlorophylle	+++	-	-	-	-
	Contenu en eau	-	+++	-	+++	+++
	Température	-	-	++++	-	++
Sol	Humidité (surface)	-	+	+	++	+++
	Réactivité	+	+	-	++	+
	Résidus de récolte	+++	++	-	-	-
	Matière organique	++	++	-	-	-

Tableau 1 : Variables biophysiques estimables par télédétection. Le niveau de précision et robustesse de l'estimation est indiqué par le nombre de + (* +++ "précis et robuste"; "- "non estimable par télédétection).

Atelier ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. | Thiao : UGB, CSE, Cirad



Pour quelles applications ?

17

> Extraction d'informations environnementales à partir d'images satellites


1. Variables biophysiques
2. Variables qualitatives

Atelier ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. I Thisow : UGB, CSE, Cirad

Carte d'occupation du sol

18

Système de culture
-> Systèmes Agroforestiers à Bali (Indonésie), C.Lelong, Cirad.



Legend:

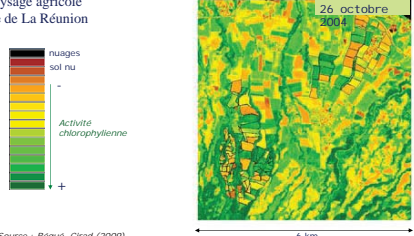
- Habitations
- Forêts
- Arabica sous ombrage dense (serpimma, albizia, boucman)
- Agrumes
- Cultures vivrières
- Arabica sous agrumes
- Arabica sans ombrage

Atelier ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. I Thisow : UGB, CSE, Cirad

Détection des changements

19

Paysage agricole Ile de La Réunion



nuages sol nu

Activité chlorophyllienne

26 octobre 2004

6 km

Source : Bégue, Cirad (2009)

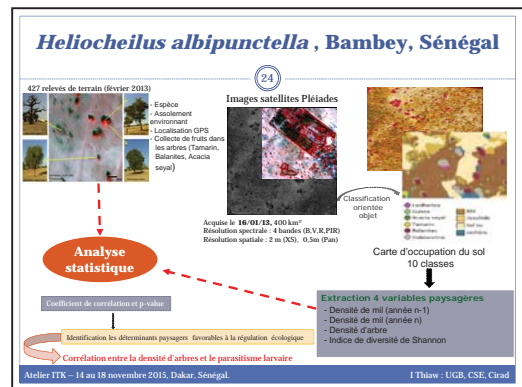
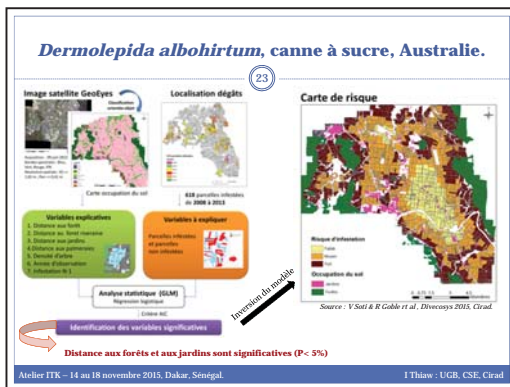
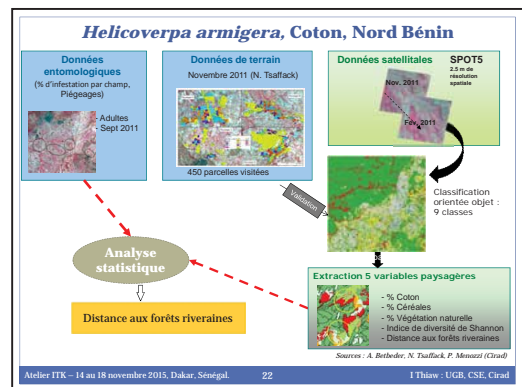
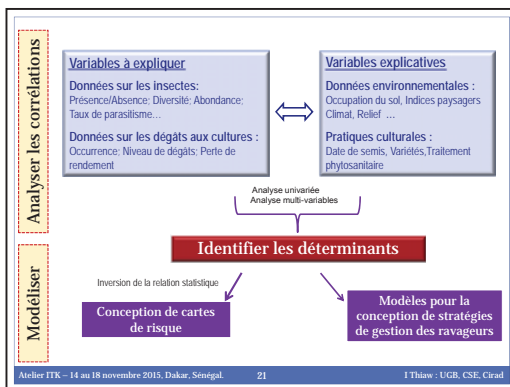
Atelier ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. I Thisow : UGB, CSE, Cirad

Quelques exemples : Télétection - Ecologie du paysage - Régulation écologique

20

1. Coton au Bénin
2. Canne à sucre en Australie
3. Mil au Sénégal

Atelier ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. I Thisow : UGB, CSE, Cirad



Merci de votre attention



Ibrahima Thiaw (1^{ère} année de thèse)
Université Gaston Berger, Saint-Louis, Sénégal,
Laboratoire d'accueil: Centre de Suivi Ecologique (CSE) de Dakar.
Co-directions: M. Diakhate (UGB) et V. Soti (Cirad/CSE)
thlawmy@gmail.com

Atelier ITK - 14 au 18 novembre 2015, Dakar, Sénégal. 25 I Thiaw - UGB, CSE, Cirad