

Sageo 2013 Brest

Conférence Internationale de Géomatique et d'analyse spatiale

Session 7 Traitements d'images

***Détection des changements des Zones Inondables dans le delta du
Danube par imagerie radar***

Simona Niculescu*, ***C. Lardeux*****, ***G. Mercier******, ***L. David****

**Institut Universitaire Européen de la Mer / UBO*

***Office National des Forêts*

****Télécom Bretagne*

FRANCE

Plan de la présentation

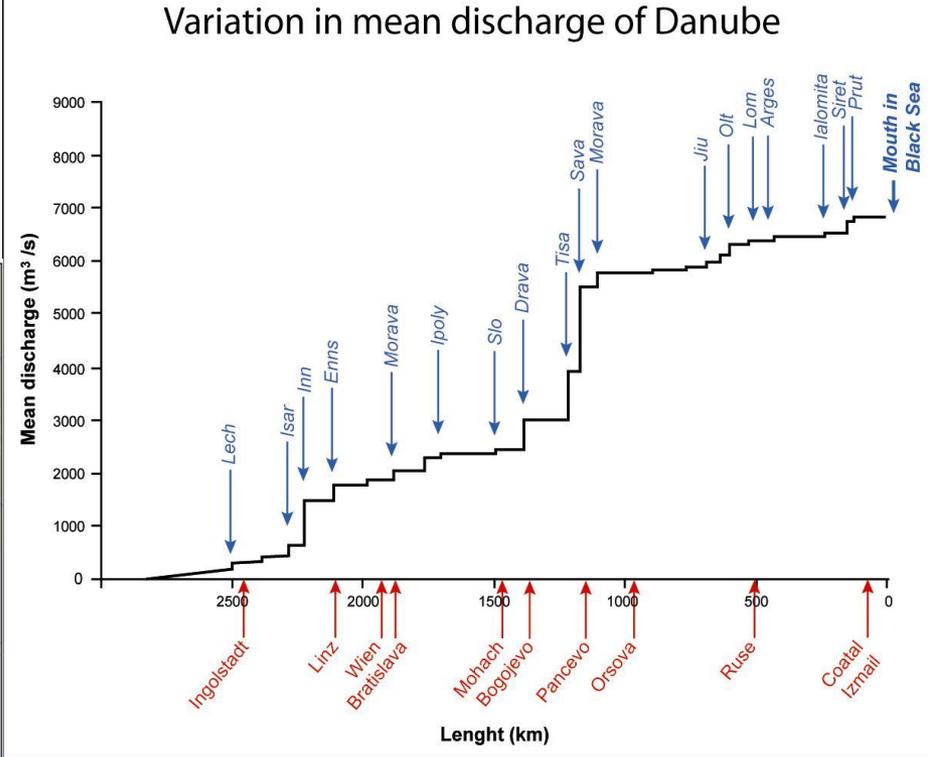
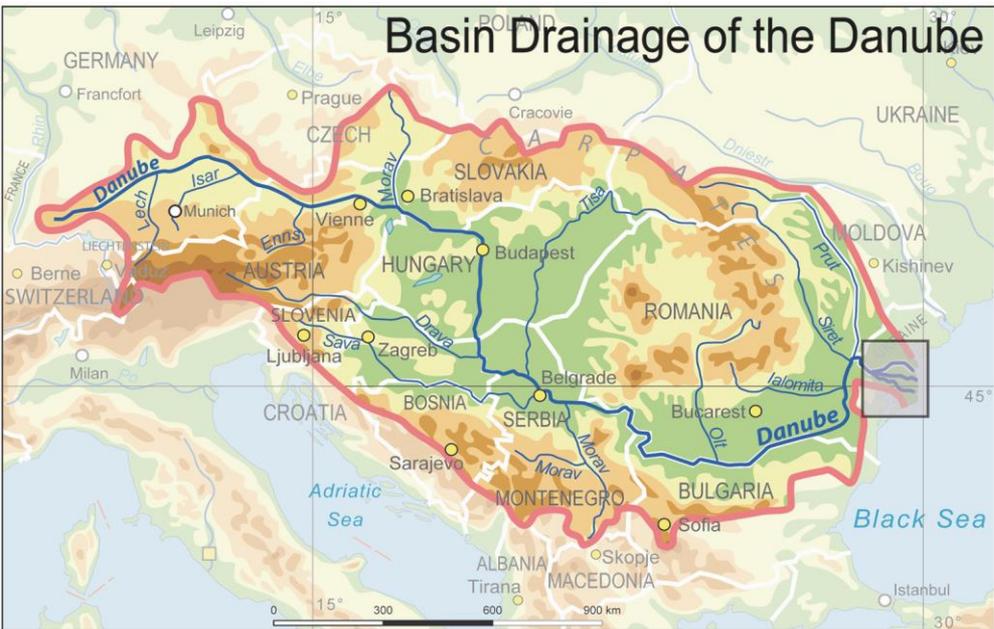
(1) Espace étudié / *Le Danube et son delta / Risque d'inondation dans le delta du Danube*

(2) Objectifs / Jeux de données / *La contribution de l'imagerie radar au suivi des inondations*

(3) Méthodologie et Résultats / *Méthodologie radar / Validation des résultats*

(4) Conclusions et Perspectives

Espace étudié / Le Danube et son delta



Le Danube traverse l'Europe sur 2 857 km en reliant 10 pays.

Par sa longueur totale et par son débit liquide (6.500 m³/s), le Danube est le deuxième fleuve d'Europe après la Volga.

Espace étudié / *Le Danube et son delta*

Le delta du Danube a une **surface de 4 455 km²** d'où 3 510 km² (79% sur le territoire de la Roumanie) sans le complexe lagunaire Razim Sinoe.

Entre les **trois bras principaux**, Chilia au nord, Sulina dans la partie centrale et St. George au sud, le delta est formé **d'une multitude de canaux, chenaux, îles flottante et lacs** (8.9% du delta).



Espace étudié / *Le Danube et son delta*

Le réserve de biosphère du Delta du Danube est le milieu qui possède la plus importante surface continue de roselière au monde : 173.000 ha

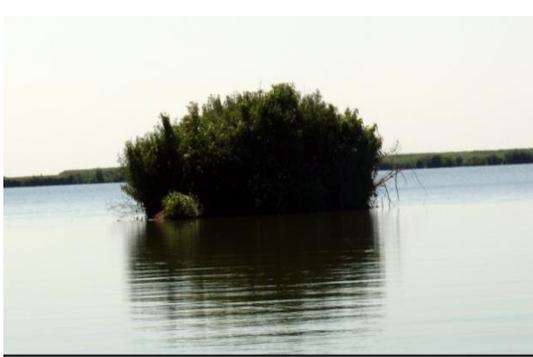
23 Ecosystèmes Naturels

- *Le delta constitue aussi le habitat de nombreuses espèces : *Botaurus stellaris*, *Ixobrychus minutus* or their nests: *Pelecanus* spp, *Egretta alba*, *Ardea purpurea*.*

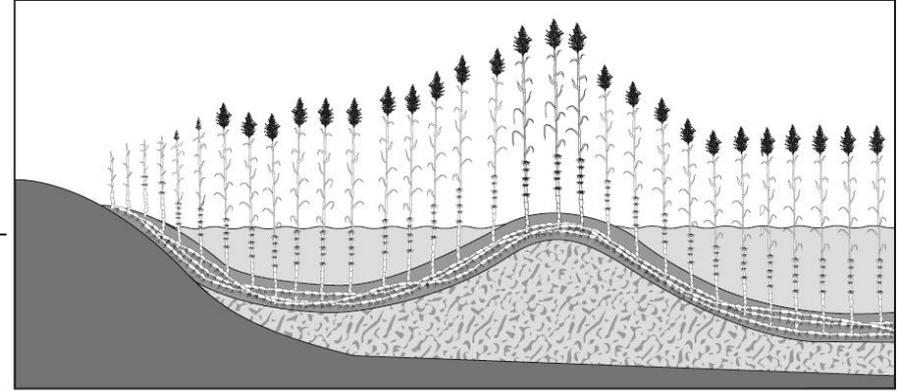


Espaces étudié / *Le Danube et son delta*

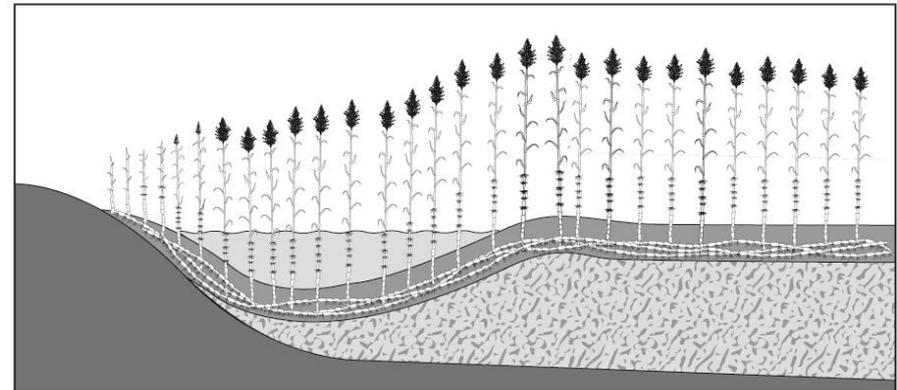
La particularité de ce milieu est l'existence des îles de végétation flottante - plaur - il s'agit d'une association de roseaux avec d'autres plantes marécageuses qui poussent sur une couche de plus d'un mètre d'épaisseur constituée de racines, de sol et de plusieurs matériaux organiques.



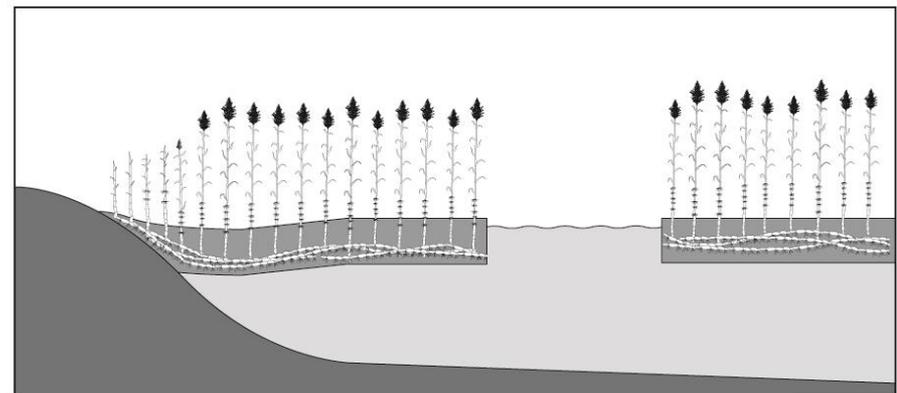
Le Diagramme de la formation du "plaur"



Uprising of the reed due to the creation of a gas « pocket »



Uprising of the entire group



Detachment of a part of the plaur (floating island) by break-up

A wide river or delta is shown at sunset. The water is dark with a shimmering blue highlight in the middle. The sky is a warm orange, and the background shows silhouettes of trees and a building. A semi-transparent blue rectangular area highlights a portion of the water in the middle ground.

Un peu plus d'un tiers de la surface totale du delta est submergé de façon permanente

Un delta inondé fréquemment

Analyse historique du débit maximale du Danube

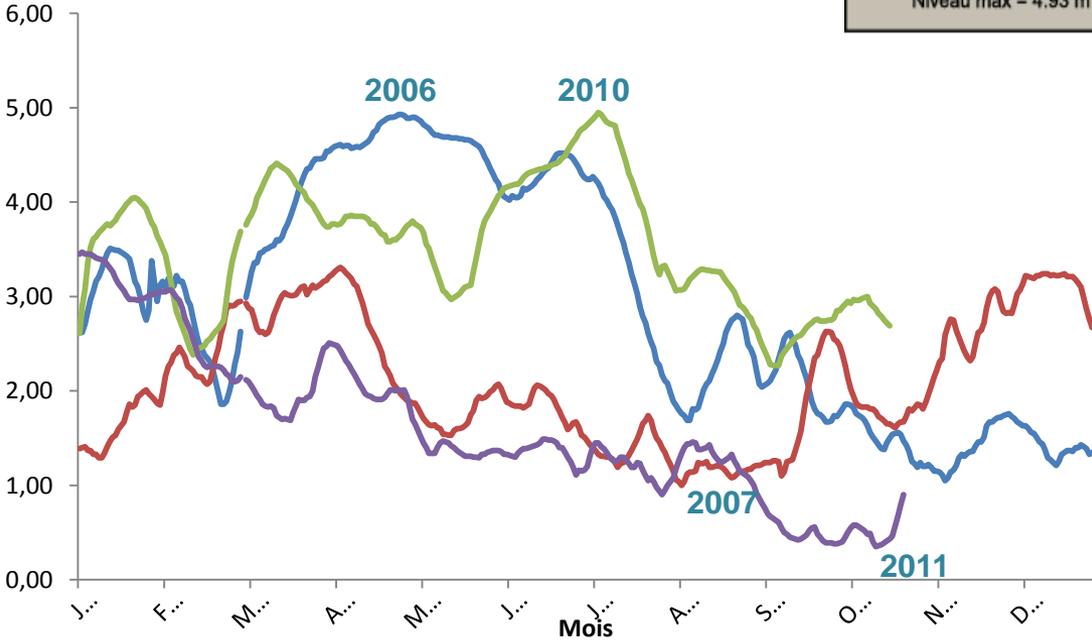
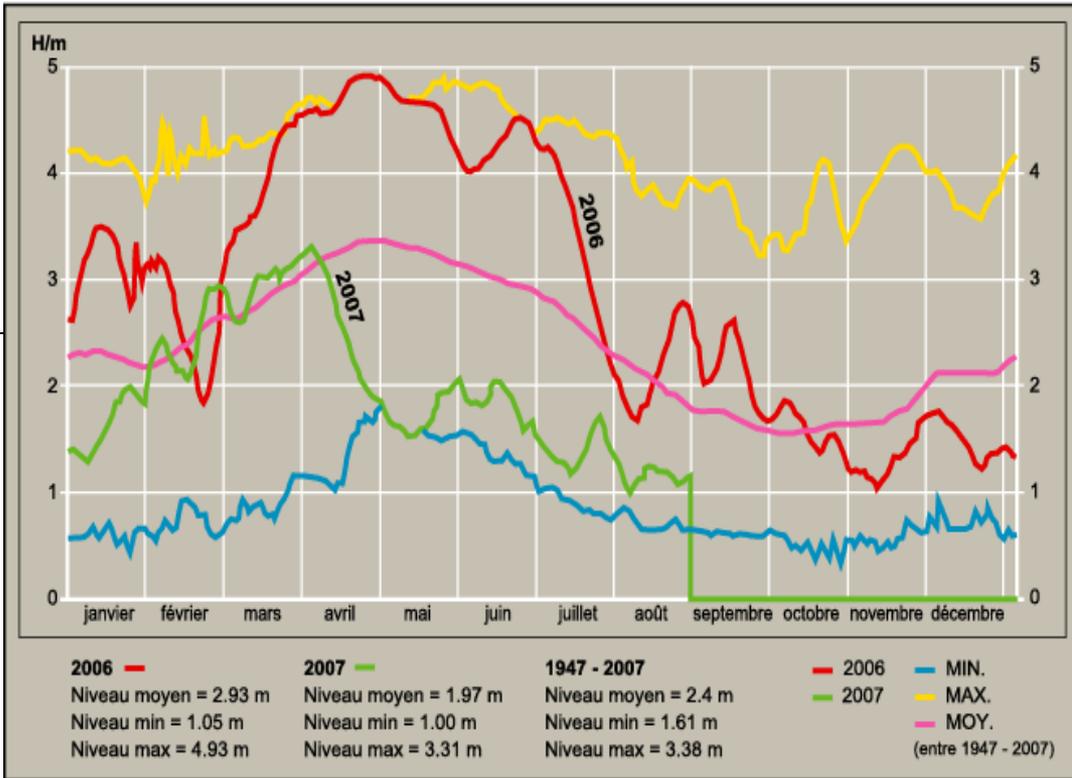
1895	13 700 m³/s
1942	13 387 m³/s
1970	14 520 m³/s
2006	15 800 m³/s
2010	16 600 m³/s

D'autres inondations :

1897, 1924, 1926, 1940, 1944, 1945, 1965, 1969, 1974, 1981, 1986, 1989, 1990, 1997-2000, 2003, 2005, 2008

Espace étudié / Le Danube et son delta/ Risque d'inondation dans le delta

Multi-analyse annuelle (1947 – 2011) des niveaux du Danube à l'entrée du Danube dans son delta (à Tulcea)



Niveau maximal = 4,92m (April 2006)
 Niveau maximal = 4,95m (July 2010)
 Niveau minimum = 1.0m (August 2007)
 Niveau minimum = 1.0m (October 2011)

Espace étudié / *Le Danube et son delta / Risque d'inondation dans le delta*

Les inondations de 2010

- Le Nord et l'Est de Roumanie ont été frappés par des inondations (y compris le delta du Danube)
- Plus de 30 départements et 400 localités ont été affectés
- Plus de 16 500 personnes ont été évacuées
- Plus de 45 000 hectares de terrains agricoles et de forêts ont disparus sous les eaux



Objectifs

Comment l'imagerie radar peut contribuer au suivi et à l'analyse des inondations et du risque d'inondation ?

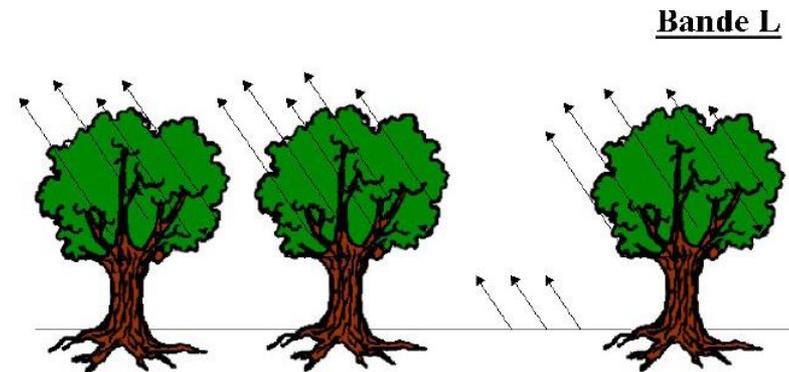
Jeux de données

RADAR Instruments	Avant/ Pendant/ Après les inondations	Données Radar	Caractéristiques techniques	Niveau du Danube à Tulcea
Satellite Japonais <i>ALOS PALSAR</i>	Avant	15 Juin 2009	Mode Dual: HH, HV Bande L : 24cm Résolution : 15mx15m	2,52m
		20 Mai 2010		3,70m
	Pendant	18 Juin 2010		4,37m
	Après	3 Août 2010		3.06m

Le RADAR est très sensible à l'humidité du sol mais il ne pénètre pas les surfaces aquatiques.

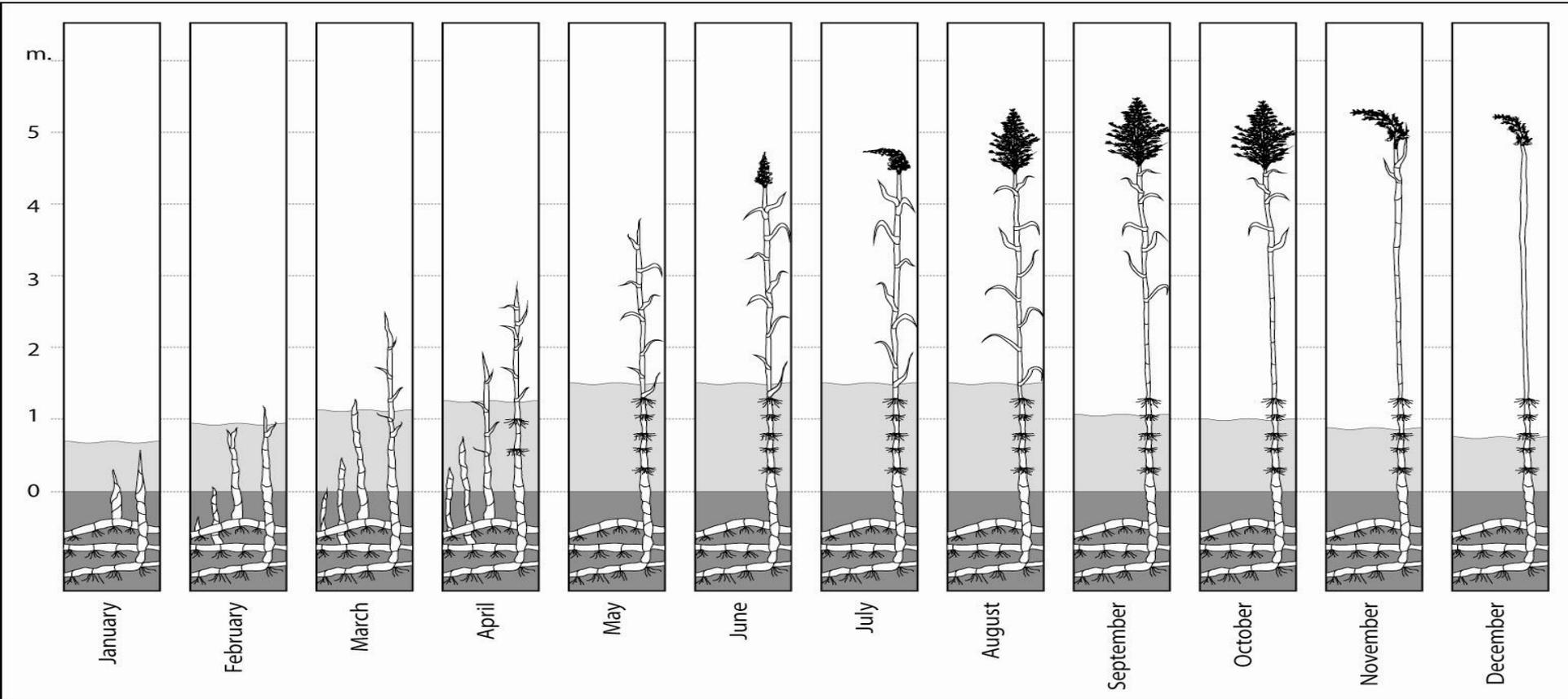
L Band = capacité de pénétration à la surface des objets.

C band = sensible à l'humidité du sol mais il ne pénètre pas à la surface des objets.



Jeux de données

Le satellite ALOS et le calendrier phénologique du roseau dans le delta du Danube



La coupe du roseau

La période de régénération du roseau

Méthodologie radar

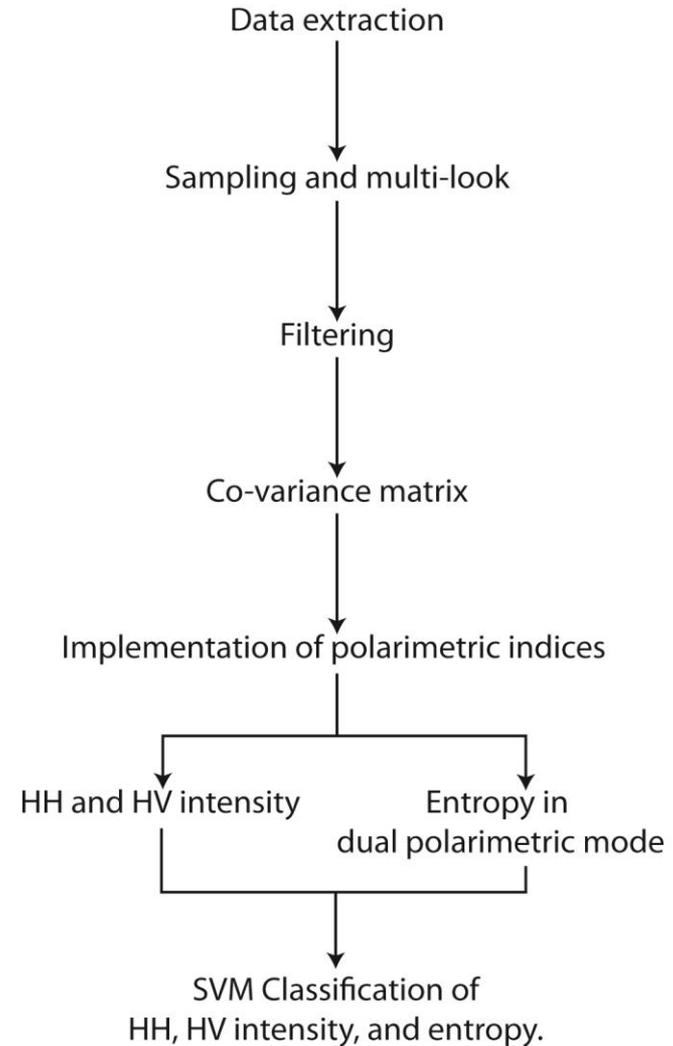
PolSarPro

Mode dual HH et HV Polarisation

L'entropie nous renseigne sur l'hétérogénéité et l'homogénéité des surfaces observées.

L'Intensité donne des informations sur l'énergie réfléchiée par les surfaces étudiées.

Radar Methodology



Méthodologie radar

$$K_L = \begin{pmatrix} Shh \\ Shv \end{pmatrix} \quad \text{Vecteur cible}$$

$$C = K_L \cdot K_L^* = \begin{pmatrix} Shh \\ Shv \end{pmatrix} [Shh^* \ Shv^*] = \begin{bmatrix} Shh & Shh^* \\ Shh & Shv^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Shv & Shh^* \\ Shv & Shv^* \end{bmatrix}$$

← $I = A^2$

$$\text{Shh} \cdot \text{Shh}^* = A_{hh} \cdot e^{j\varphi_{hh}} \times A_{hh} \cdot e^{-j\varphi_{hh}} = A_{hh}^2 \cdot e^{j(\varphi_{hh} - \varphi_{hh})} = A_{hh}^2 \cdot e^0 = A_{hh}^2$$

$$Shh = A_{hh} \cdot e^{j\varphi_{hh}}$$

$$Shv = A_{hv} \cdot e^{j\varphi_{hv}}$$

Entropy

$$H = -\sum_{i=1}^3 P_i \log_3 (P_i)$$

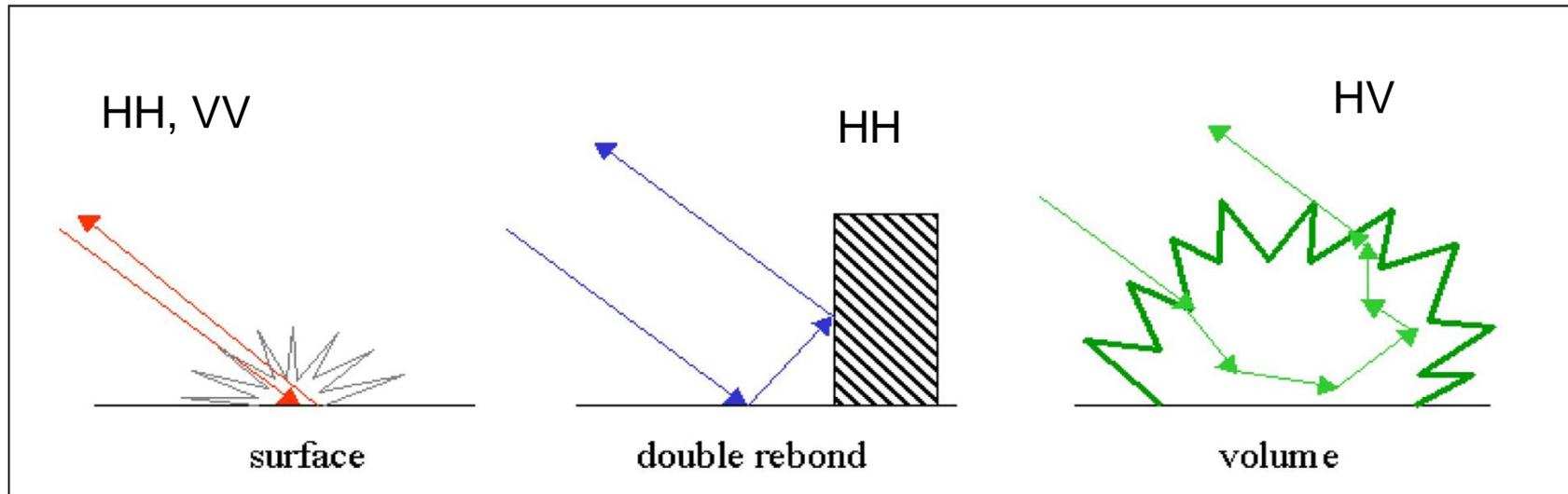
Méthodologie radar

A. Détection du changement par Entropie Temporel entre le 15 Juin 2009 et le 18 Juin 2010

Changement du mécanisme de rétrodiffusion du HH et HV

Polarisation HV = Mécanisme de rétrodiffusion de Volume

Polarisation HH = Mécanisme de rétrodiffusion de double rebond

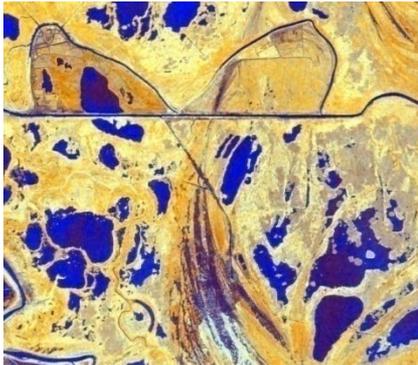


Méthodologie et Résultats

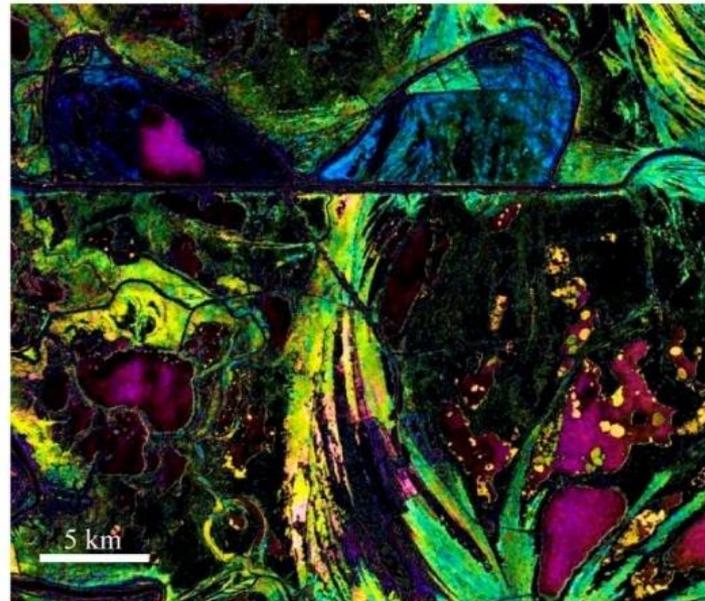
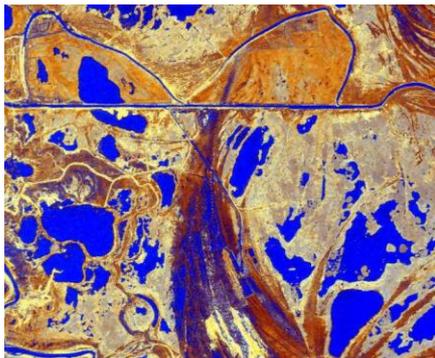
R: Intensité HH
G: Intensité HV
B: Entropie

Entropie Temporelle / HH, HV
Détection du changement entre le 15 Juin 2009 et le 18 Juin 2010

Le 15 Juin 2009

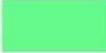
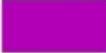


Le 18 Juin 2010



Plus les nuances sont claires = plus de changement enregistré

La notion d'entropie temporelle a été introduite par E. Pottier, 1998.

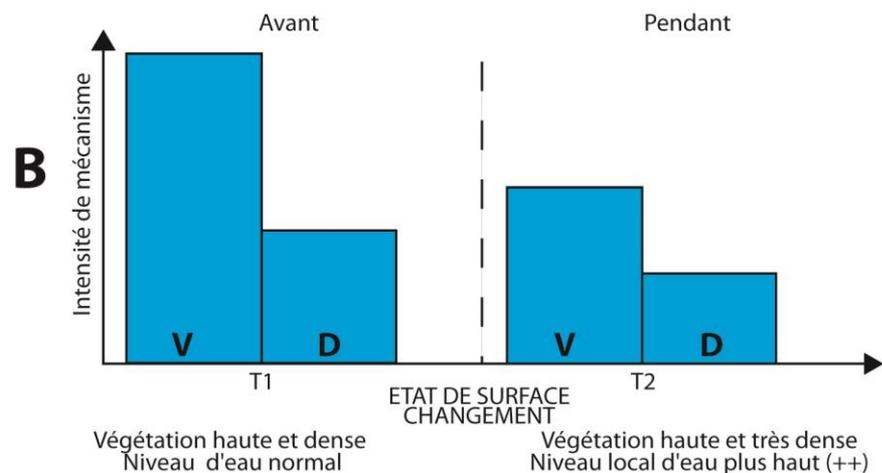
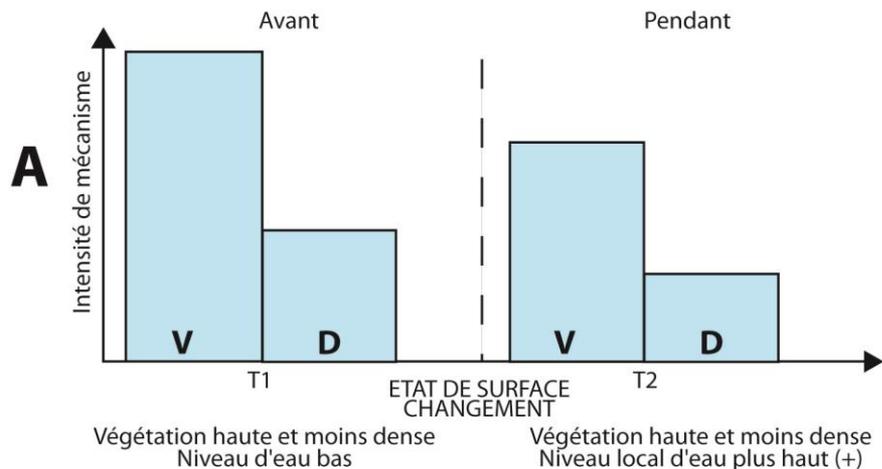
-  The two polarization change
-  HV change
-  HH change
-  The two polarization change
-  HH change

ANALYSE DE L'ENTROPIE TEMPORELLE

TYPE DE CHANGEMENT DETECTE

Entre le 15/06/2009 et le 18/06/2009

Changement de proportion de mécanisme de rétrodiffusion

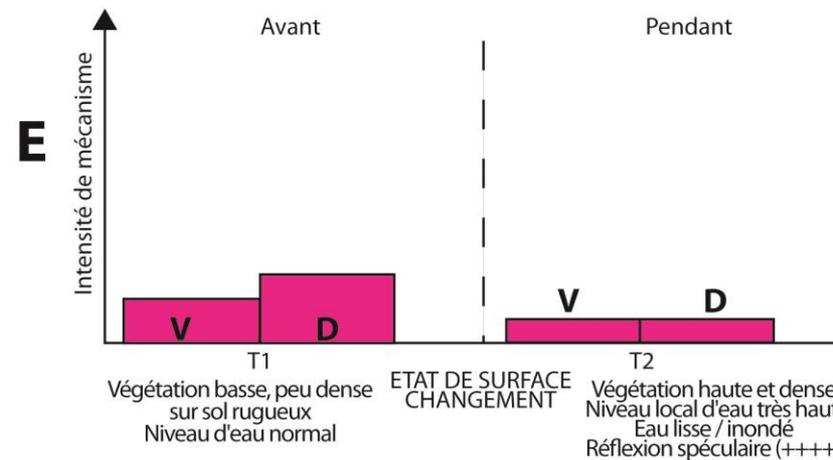
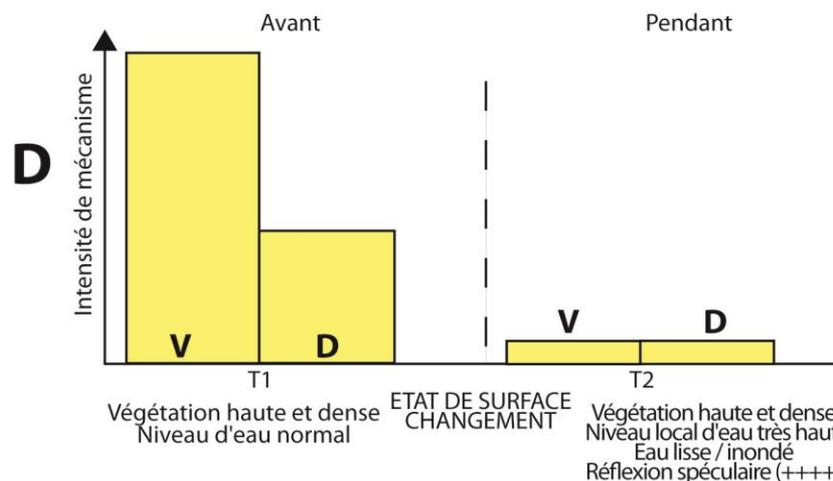
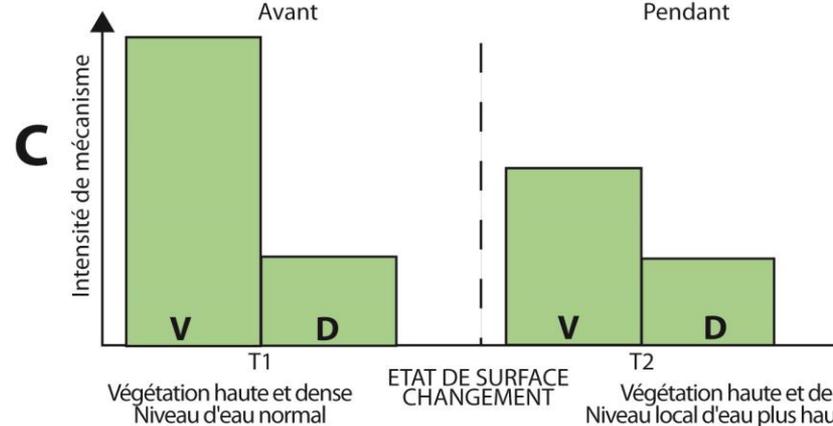


V Mécanisme de rétrodiffusion de volume

D Mécanisme de rétrodiffusion de double rebond

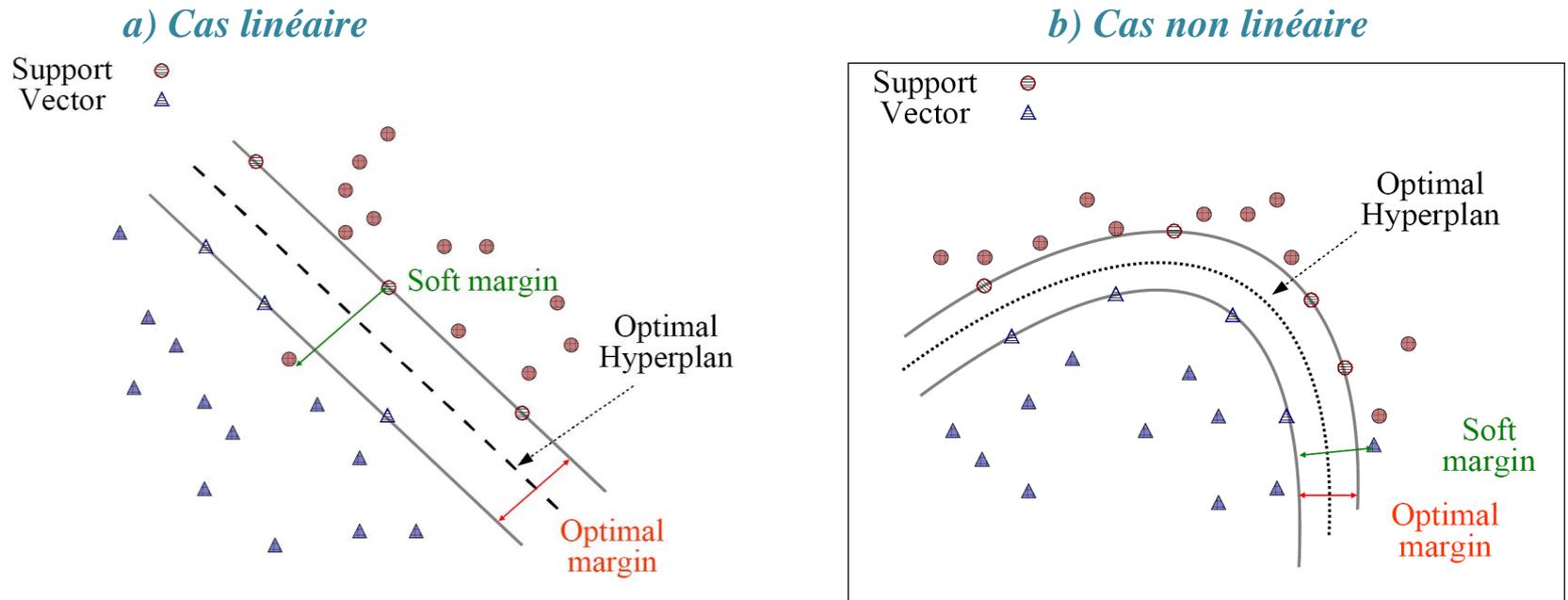
Végétation haute = la hauteur de la végétation (roseau) au-dessus de l'eau

Niveau du Danube :
le 15/06/2009 = 2.52 m
le 18/06/2010 = 4.37 m



Méthodologie et Résultats

B. Classification de l'Entropie / Support Vector Machine



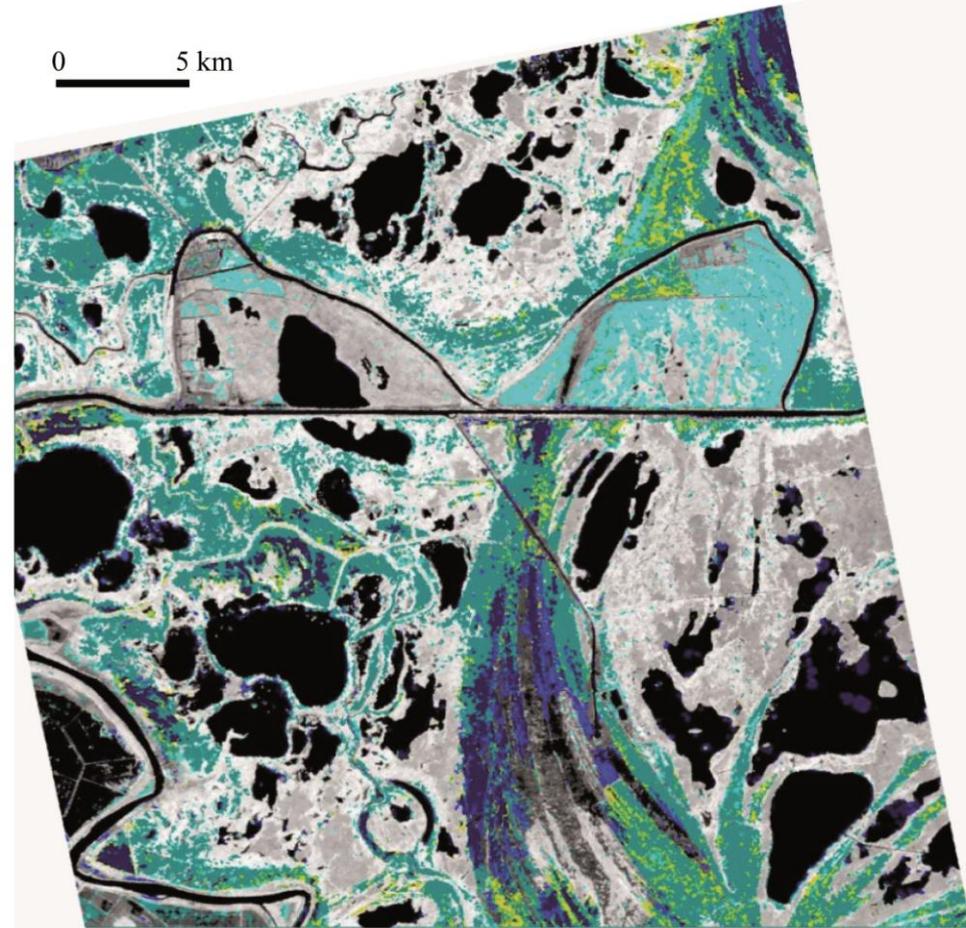
Algorithme basé sur la théorie de noyaux. Il permet la prise en compte de paramètres nombreux et hétérogènes.

L'objectif de la méthode est de trouver dans l'espace à N dimension l'hyperplan optimal séparant les 2 classes.

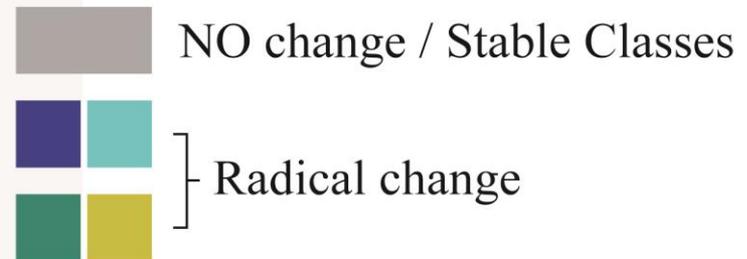
Un tel hyperplan est défini par son vecteur orthogonal w et un coefficient de translation b .

Méthodologie et Résultats

0 5 km



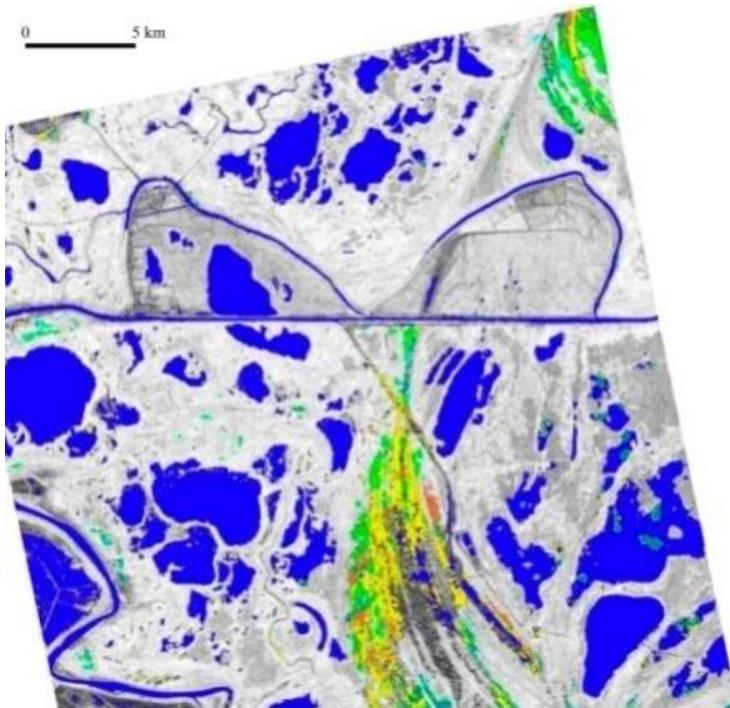
Change detection between June 19, 2009
and June 18, 2010.



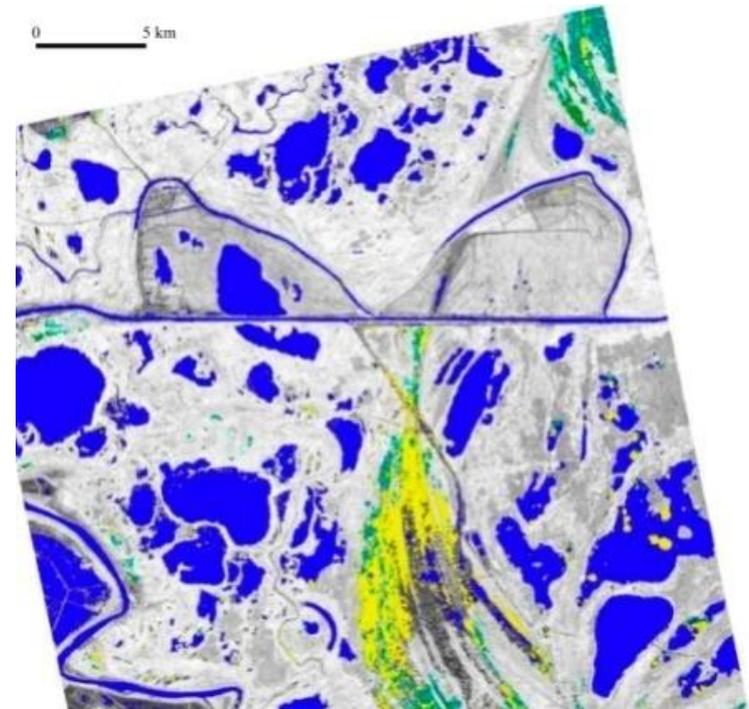
C. Classification Mono temporelle de l'Inondable (4 Dates)

-  Hydrophilic vegetation
-  Mixed vegetation (shrubs, hydrophilic vegetation...)
-  Short vegetation (grassland)

15 Juin 2009



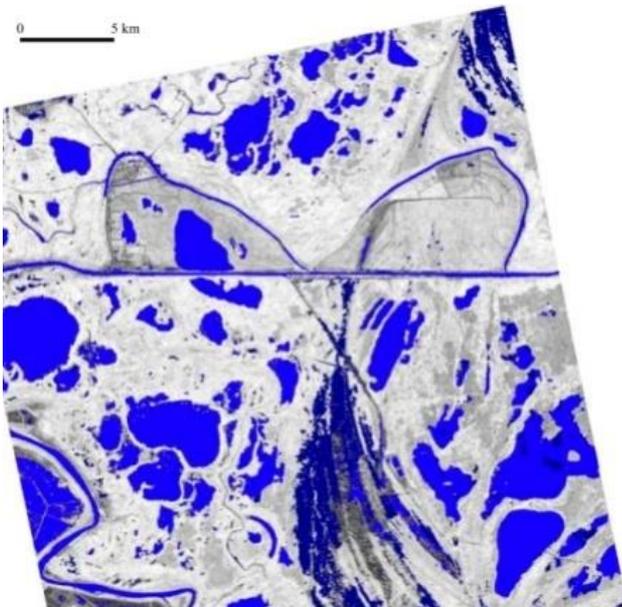
20 Mai 2010



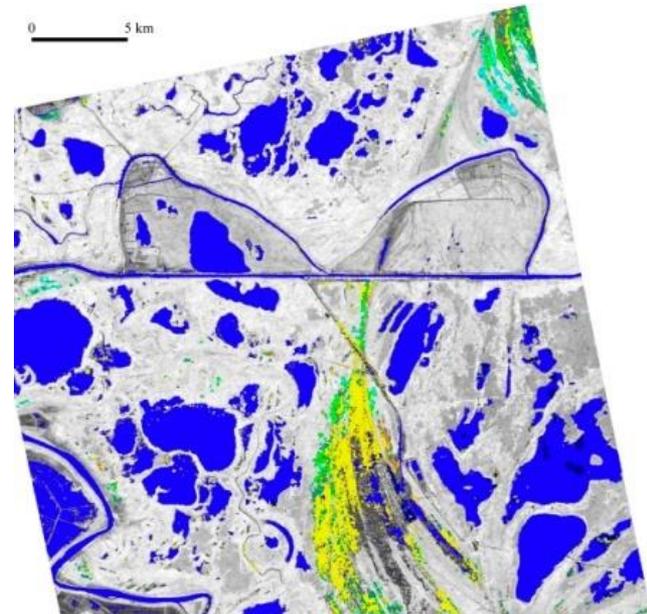
C. Classification Mono temporel de l'Inondable (4 Dates)

-  Hydrophilic vegetation
-  Mixed vegetation (shrubs, hydrophilic vegetation...)
-  Short vegetation (grassland)

18 Juin 2010



3 Août 2010



C. Classification Mono temporel de l'Inondable (4 Dates)

Classes	Description
Submergée : lacs, bras, canaux	Eaux permanentes
Inondée	Inondée entre le 20/05/2010 et le 08/06/2010
Non submergée	Inondable :végétation rase, végétation hydrophile (Thpha, Carex), végétation psamophile (Euphorbia), végétation halophile (Salicornia), végétation mixtes, phragmites mixte
Drainée jusqu'au 3 août 2010	Inondée le 18/06/2010 et drainé jusqu'au 3 août 2010

Mis en relation des résultats des classifications et classes d'inondation

Validation des résultats

- La performance des classifications a été évaluée avec la Précision moyenne (*PM*, exprimé en pourcentage).

- La méthode Précision moyenne est plus adaptée car elle tient compte de la capacité de classification en fonction des différentes tailles des classes.**

Class	Prod. Acc.
	<i>(Percent)</i>
Forêt	89
Lacs	95
Phragmites Mixte	94
Végétation rase	82
Typha_sp	87
Végétation mixte	82
Cut Phragmites	85
Phragmites dominant	84
Mean Accuracy	87

Validation des résultats

- **Mission de terrain :**
 - Survol aérien
 - Missions de terrain : July 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013
 - D'autres sources : cartes, photos ...



Validation avec les populations



Restitution du niveau de l'eau avec les populations

Conclusions

- Le rôle important de *l'Information Géographique* et de la *photo-interpretation*
- L'intérêt d'utiliser différents *indices polarimétriques*
- **Les résultats radar montre :**
 - De très bonnes performances dans la discrimination des forêts (forêt dense, forêt *des zones inondables...*)
 - Des résultats moins bons dans la discrimination de la végétation rase
 - L'importance de la méthode de Précision moyenne

Perspectives

- A. Comparaison entre la Full Polarisation d'ALOS et celles de RADARSAT-2 images*
- B. Comparaison entre les longueur d'onde de l'ALOS (bande L) et de RADARSAT-2 (bande C)*
- C. Proposer réactualisation de la carte du risque d'inondation dans le delta du Danube*

Merci de votre attention !



simona.niculescu@univ-brest.fr