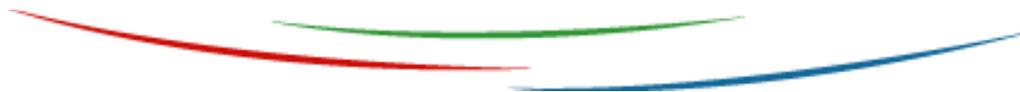


TÉLÉDÉTECTION DES ZH

Outils, méthodes et exemples d'applications
sur les milieux naturels humides



Samuel ALLEAUME
Irstea Montpellier

1. *Cartographie des milieux humides*
2. *Suivi temporel*
3. *Approche par drones*

TÉLÉDÉTECTION POUR QUOI ?

- **Quel objet ?**

Zones humides = prairies humides, tourbières, ripisylves, lagune

- **Quelle information ?**

Inventaire , structure , état, connectivité ...

- **Quelle échelle spatiale ?**

Surface couverte

Degrés de précision (résolution)

- **Quelle temporalité ?**

Inondation/étiage

avant après aménagement

Phénologie

Dynamique des milieux

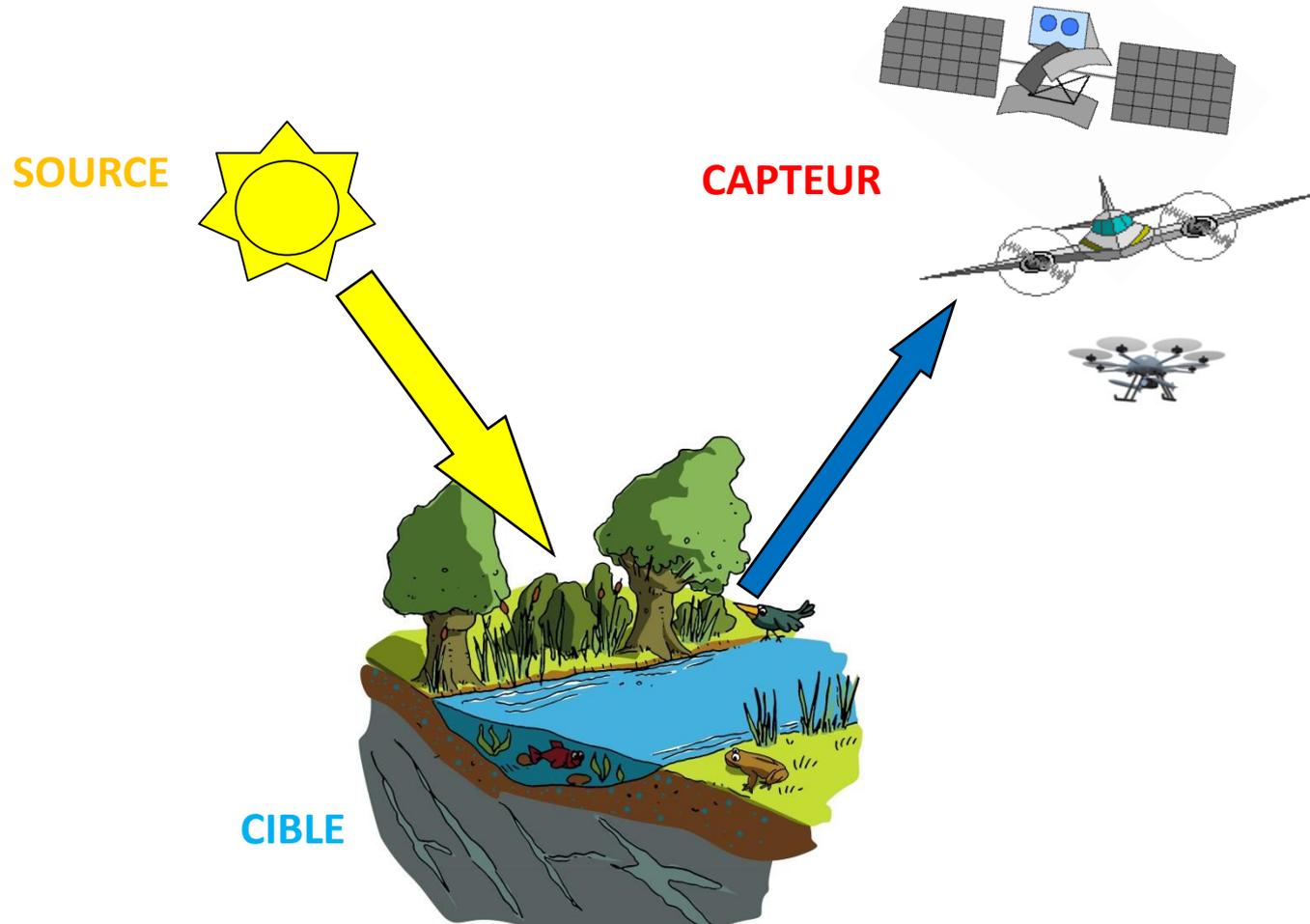
évolution



Télédéttection

Ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance

Ensemble du processus de l'enregistrement de l'énergie d'un REM émise ou réfléchié jusqu'à la mise en application



CAPTEURS PASSIF

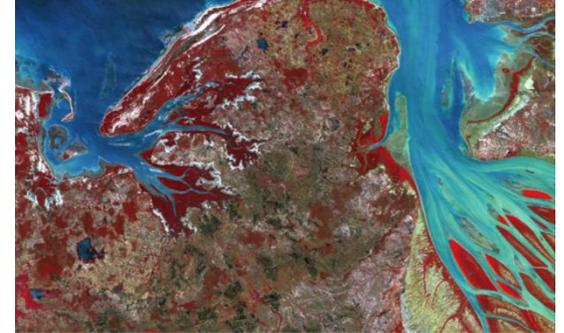
Optique Multispectrale : images satellites 5-10 bandes

SPOT, Landsat, Sentinel 2

Occupation du sol, suivi multi-temporel

Hyperspectrale : multibandes (>20)

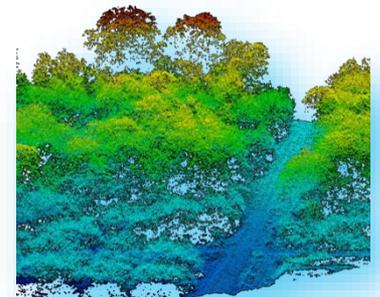
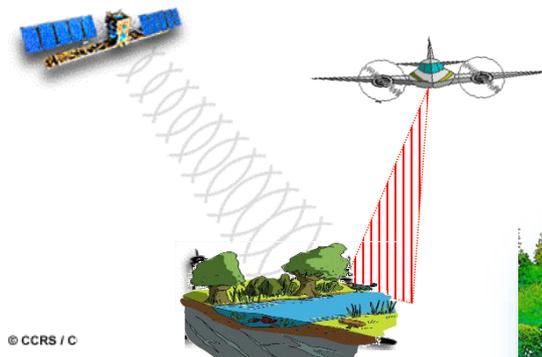
Propriété des plantes, teneurs en eau, pigments, espèces végétales



CAPTEURS ACTIFS

Radar: temps de retour d'un signal radios

- pénétrer les canopées et les sols
- sensibilité à la teneur en eau
- Structure grossière

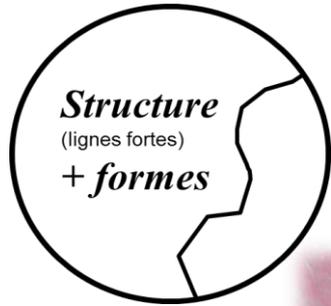


Lidar: Light Detection and Ranging

temps de retour d'un signal lumineux (laser)

- Structure fine de la végétation / Modèles d'altitude

INFORMATIONS UTILES



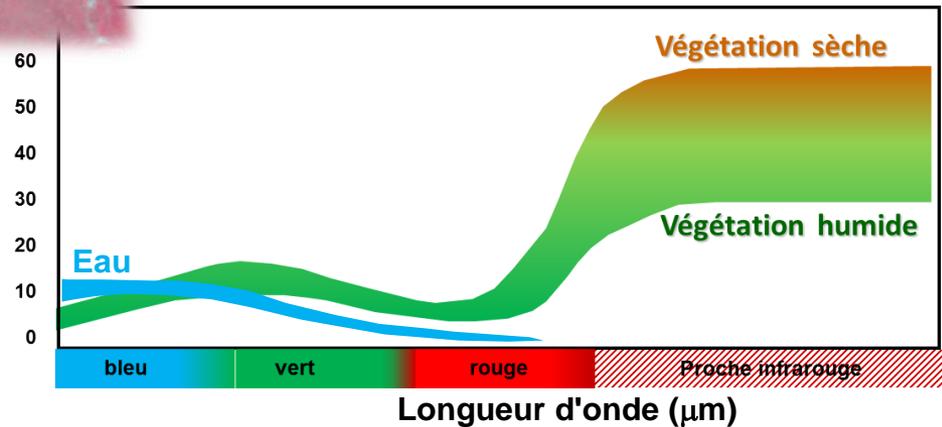
Voisinage
Facteurs écologiques



Homogénéité
diversité



Capacité à réfléchir la lumière
Niveau de gris



1. Cartographie des milieux humides

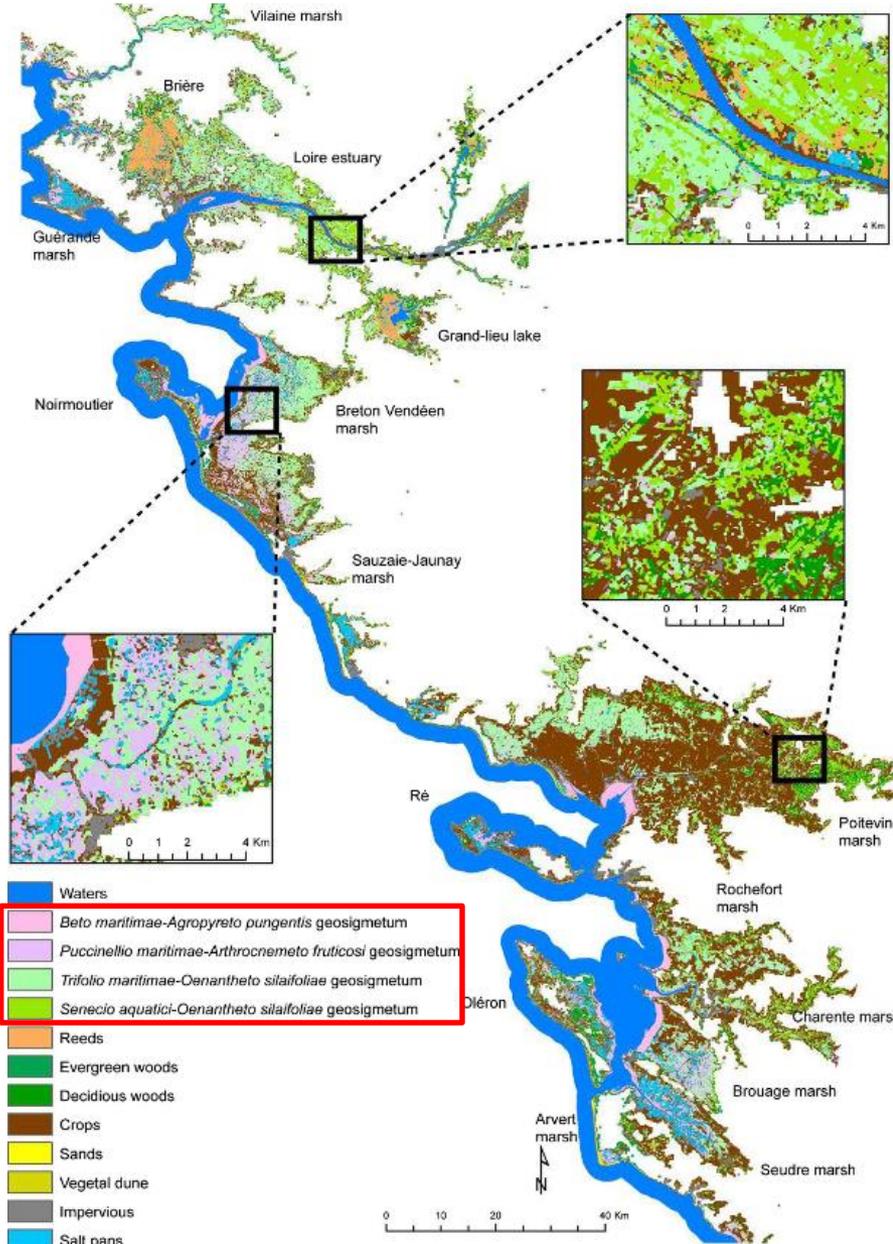
2 IMAGES LANDSAT-8 POUR CARTOGRAPHIER LES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES

Habitat types

<i>Beto maritimae-Agropyreto pungentis</i> geosigmetum		<i>Puccinellio maritimae-Arthrocnemeto fruticosi</i> geosigmetum		<i>Trifolio maritimae-Oenantheto silaifoliae</i> geosigmetum			<i>Senecio aquatici-Oenantheto silaifoliae</i> geosigmetum	
BV	BR	N	BV	BV	BR	P	BV	P

Sites

CORINE	EUNIS	Plant communities										
Halophilic associations												
1521	A2.6543	<i>Spartinetum maritimae</i>	III									
15622	A2.627	<i>Puccinellio-Arthrocnemum perennis</i>	III									
15621	A2.627	<i>Bostrychio-Halimolobos portulacoidis</i>	II									
1535	A2.611	<i>Beto-Agropyretum pungentis</i>	IV	IV								
15321	A2.645	<i>Halimione-Puccinellietum maritimae</i>	V	IV	V	III						
151112	A2.6513	<i>Salicornietum ramosissimae</i>	IV	IV	V	V						
15624	A2.627	<i>Puccinellio-Arthrocnemum fruticosi</i>	I		IV	I						
15623	A2.614	<i>Agropyro-Suaedetum verae</i>	V	V	V	III						
15333	A2.63A	<i>Festucetum littoralis</i>	I	III	IV	IV						
15331	A2.63B	<i>Juncetum gerardii</i>	II	III	V		II	I	V			
15.13	A2.653	<i>Parapholis-Hordeetum marini</i>	III	III	V	V	II	I	V			
Meadow associations												
15.52	A2.623	<i>Alopecuro-Juncetum gerardii</i>	II	V	III	III	V					
15.52	A2.623	<i>Trifolio-Oenanthetum silaifoliae</i>	I	V	V	III	V					
15.52	A2.623	<i>Ranunculo-Oenanthetum fistulosae</i>	III	V	III	V						
15.52	A2.623	<i>Cariaci-Lolietum perennis</i>	V		I	V						
37.21	E3.41	<i>Senecio-Oenanthetum silaifoliae</i>	IV	IV								

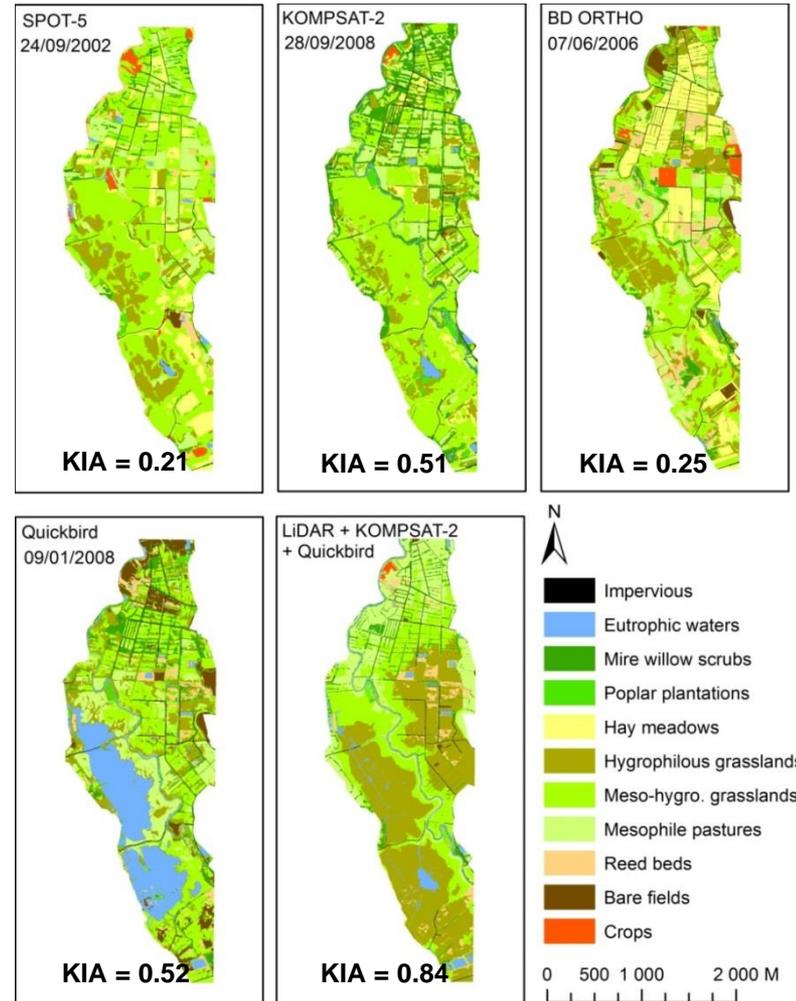


KIA = 0.86

- Waters
- *Beto maritimae-Agropyreto pungentis* geosigmetum
- *Puccinellio maritimae-Arthrocnemeto fruticosi* geosigmetum
- *Trifolio maritimae-Oenantheto silaifoliae* geosigmetum
- *Senecio aquatici-Oenantheto silaifoliae* geosigmetum
- Reeds
- Evergreen woods
- Deciduous woods
- Crops
- Sands
- Vegetal dune
- Impervious
- Salt pans

ÉVALUATION DU COUPLAGE DONNÉES LIDAR/ MULTISPECTRALES

Couplage données multispectrales et LiDAR
+
Approche orientée-objet
=
Meilleure caractérisation
des formations végétales

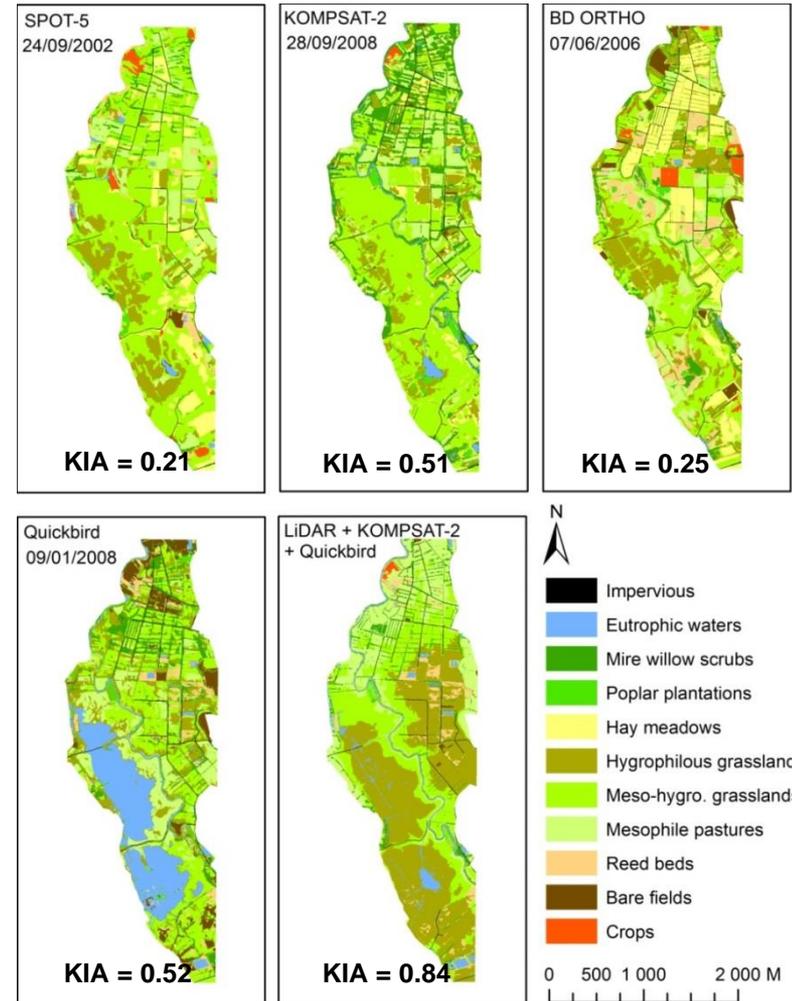


ÉVALUATION DU COUPLAGE DONNÉES LIDAR/ MULTISPECTRALES

Couplage données multispectrales et LiDAR
 +
 Approche orientée-objet
 =
**Meilleure caractérisation
 des formations végétales**

Lidar	Nb pt/m2	Précision horizon(m)	Précision verticale (m)
Leica ALS50	4	0,5	0.1

Image	Date	Nb bandes	Réso multi (m)	Panchro (m)
BD Ortho	06/2006	3 (b,v,r)	0,5	
KOMPSAT -2	09/2008	4 (b,v,r,pir)	4	1
QuickBird -2	09/2008	4 (b,v,r,pir)	2,4	0,6
SPOT 5	09/2002	5 (b,v,r,pir,mir)	10	5



CARTOGRAPHIE DES HABITATS NATURELS À PARTIR DONNÉES MULTISOURCES



Basse vallée de l'Aude (Natura 2000)



Dune 16.2



Près salés
15.5



fourrés
des près
Salés 15.6



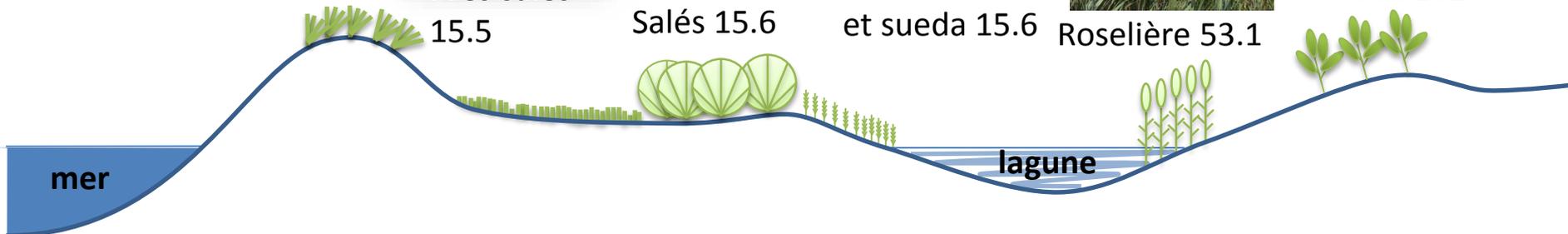
gazon
à salicorne
et sueda 15.6



Roselière 53.1

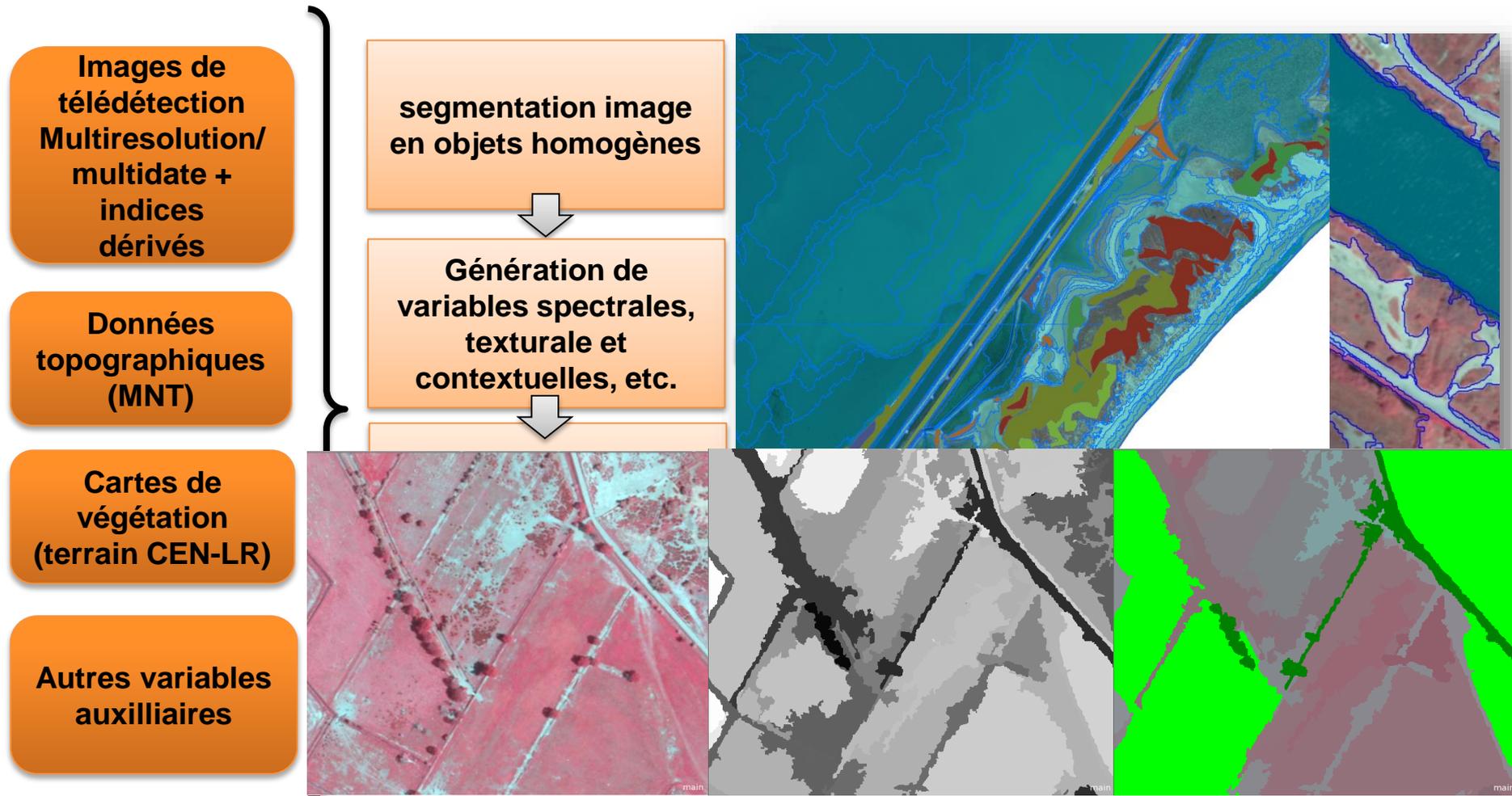


fourrés
à tamaris
44.8131

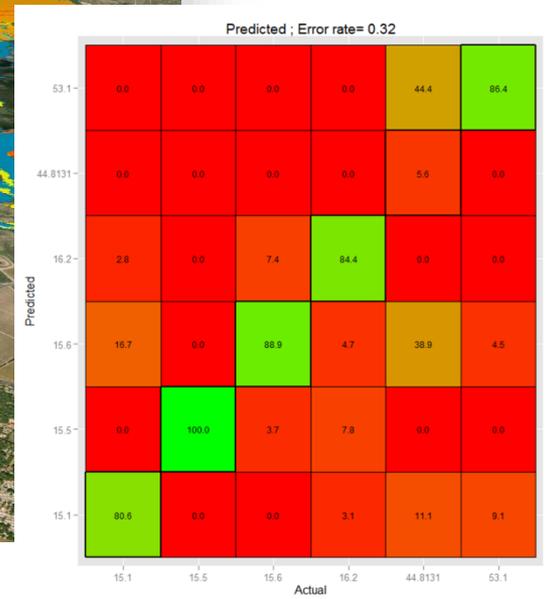
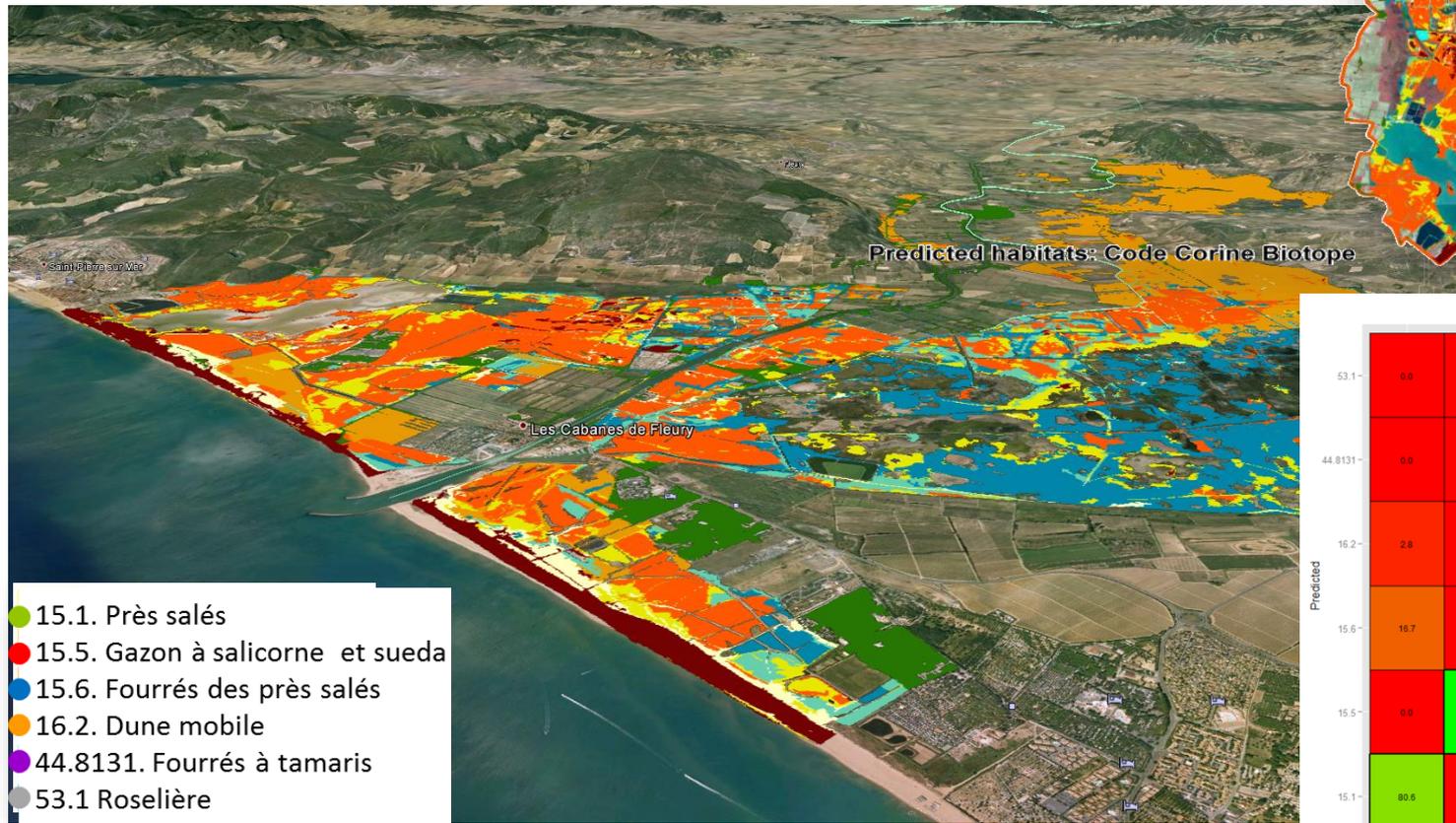
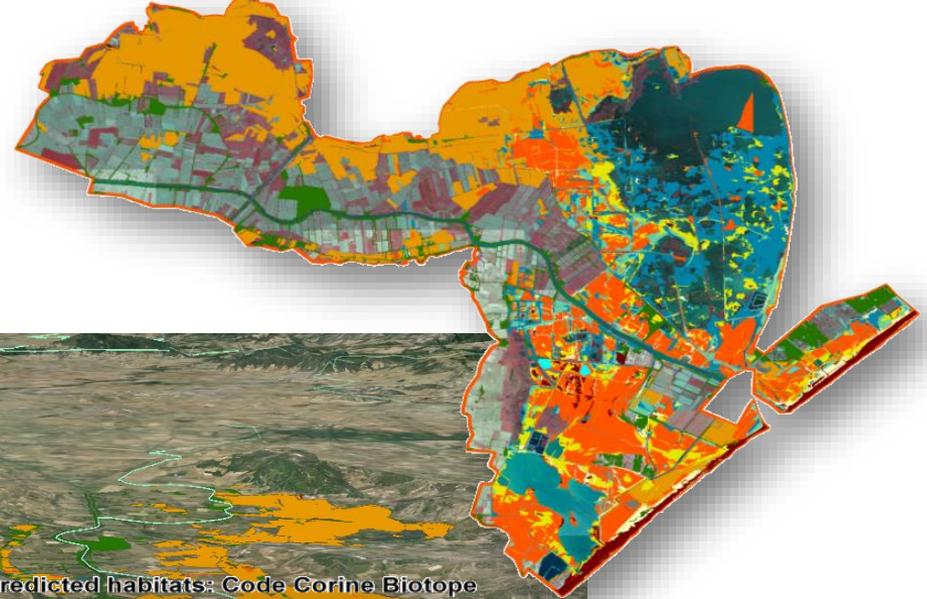


Distribution selon un gradient topographique

...dans un contexte de classification orientée-objets



Cartographie finale



.Classification >80%

.Confusion roselieres / Tamaris

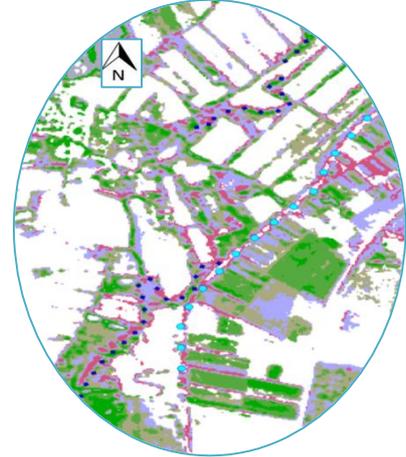
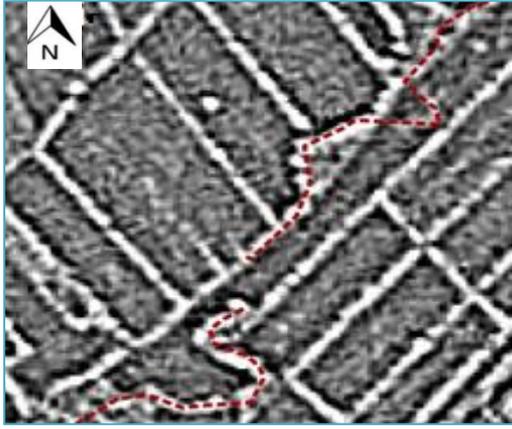
Corbane et al. 2013 "Mapping natural habitats using remote sensing and Sparse Partial Least Square Discriminant Analysis" IJRS

DÉTECTION D'ANCIENS MÉANDRES

- Par télédétection optique THRS : détection de reliquats de ripisylves



NDVI
filtre passe-haut



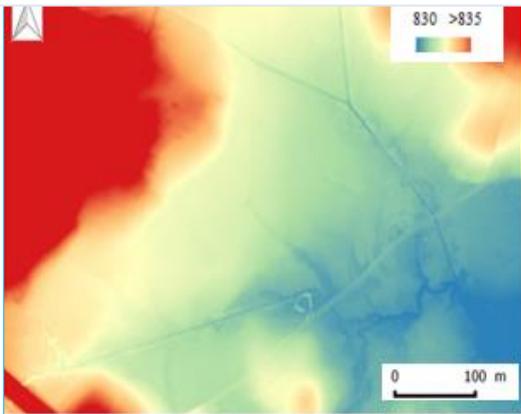
Légende

- Lit actuel du Vistre
- Ancien lit du Vistre
- Cultures
- végétation herbacée (prairies)
- vigne
- végétation arborée
- No data

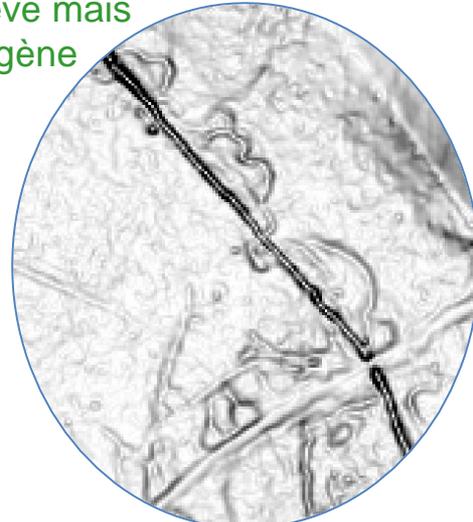
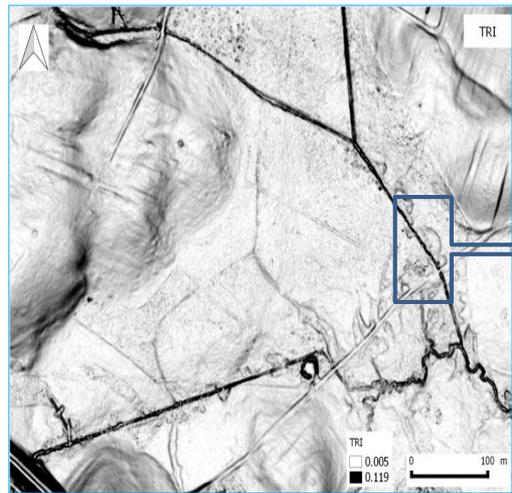
- Élément recherché : talwegs et crêtes à partir de MNT issus de Lidar

MNT à 1 m de résolution

Calcul d'indices topographiques (TRI, TPI, TWI..)



Relief élevé mais homogène



2. Suivi temporel des milieux humides

SUIVI DES HABITATS NATURELS DES ÉTANGS PALAVASIENS À PARTIR DE SÉRIES TEMPORELLES LANDSAT



Habitats d'intérêt communautaires

**Phragmitaies ou roselière (Corine Biotope:
53.11)**



Prés salés méditerranéens (C B 14.15)



Fourrés de marais salés (C B: 15.61)



Gazon à salicorne (C B: 15.13)



Validation terrain (CEN-LR)

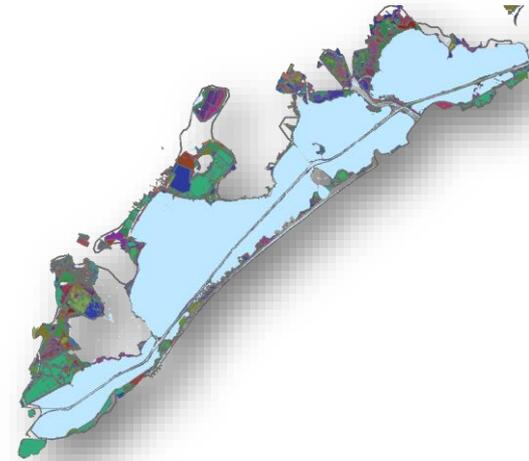
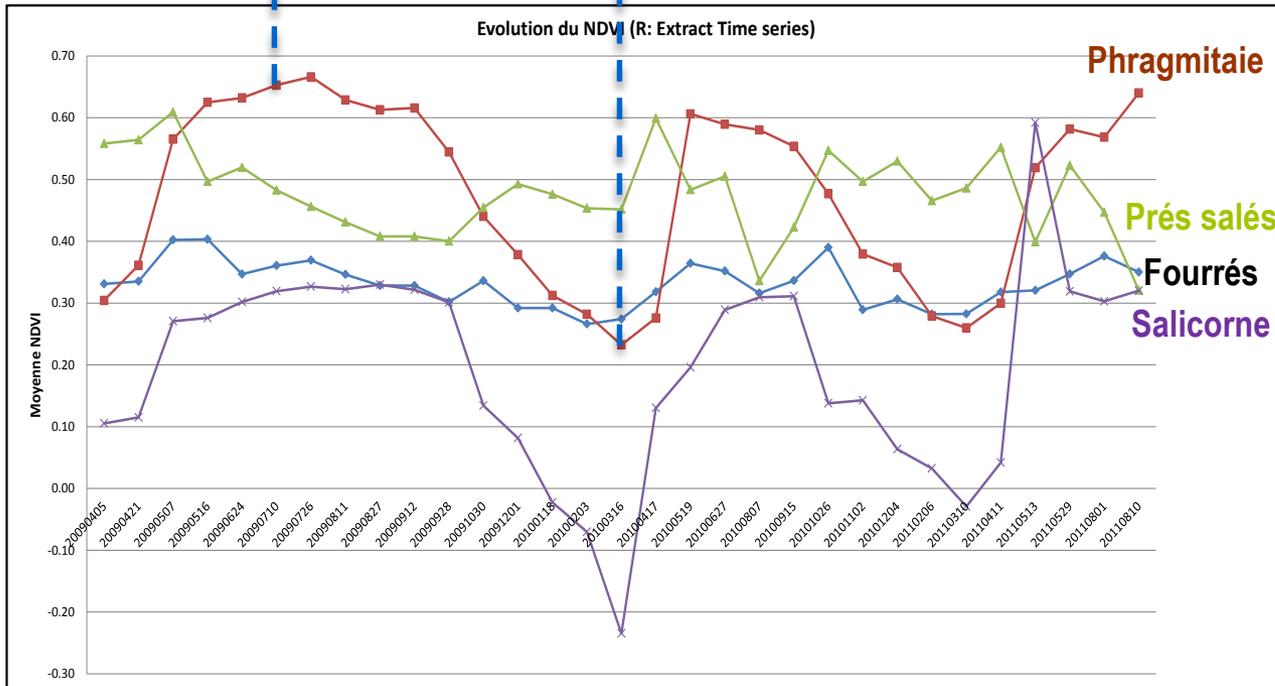
Phragmitaie



Juillet 2009

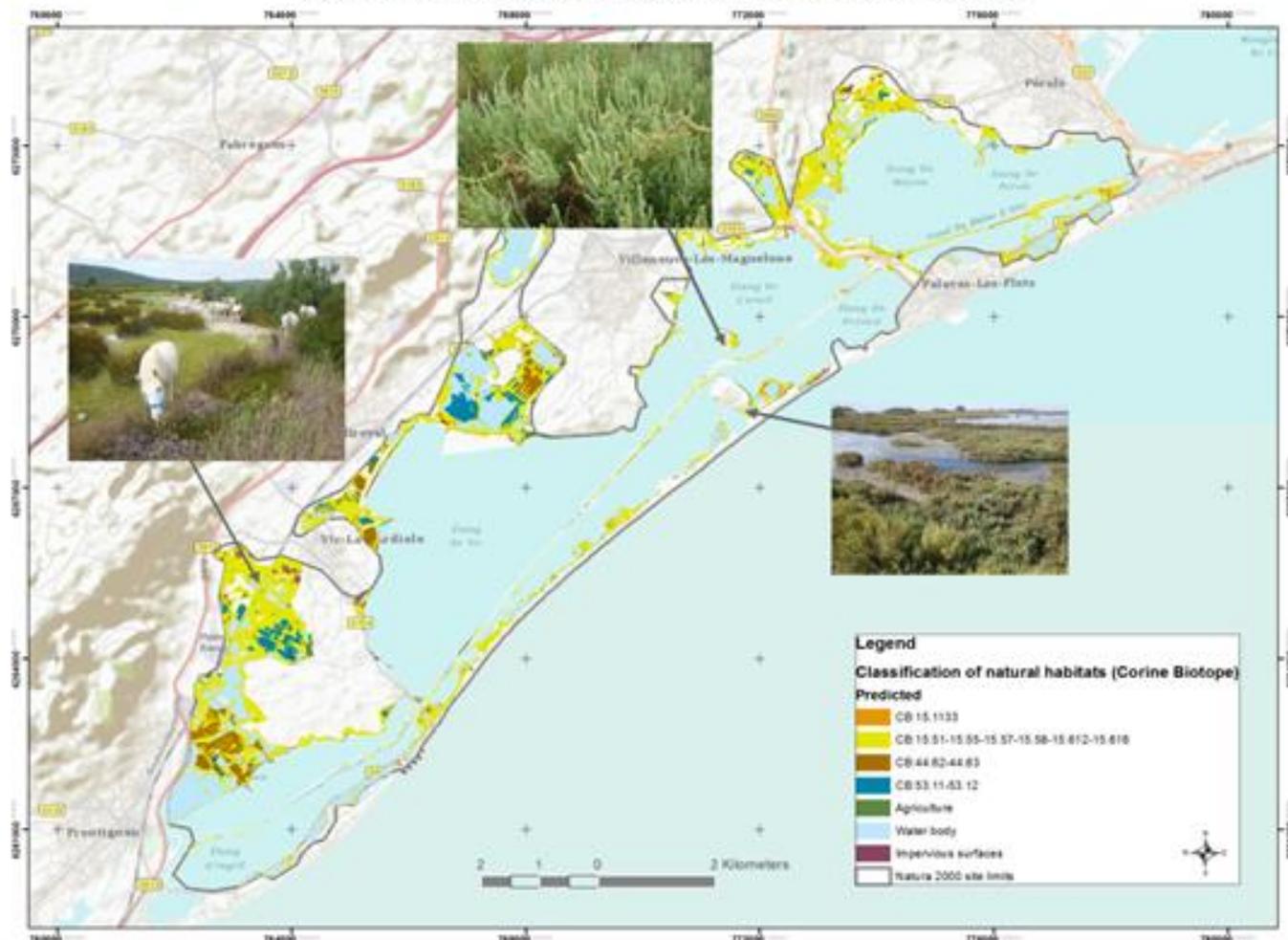
Mars 2010

[Corbane. , 2013]



Carto CEN-LR/Landsat8

CLASSIFICATION OF NATURAL HABITATS OVER "LES ETANGS PALAVASIENS"



DÉTECTION AUTOMATIQUE DE CHANGEMENTS ET D'ÉVOLUTIONS

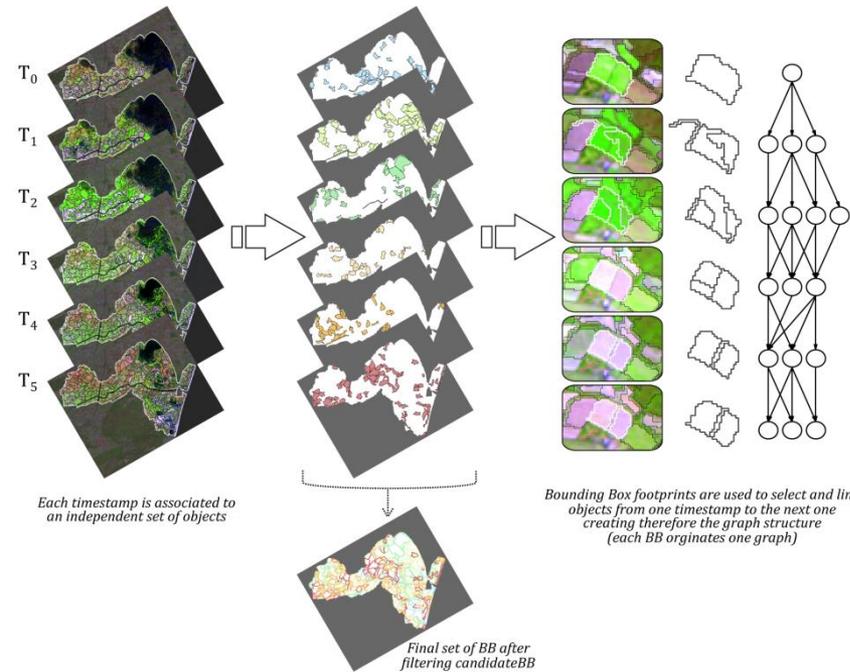
À PARTIR DE SÉRIES D'IMAGES SATELLITAIRES

(MÉTHODE DE FOUILLES DE DONNÉES)

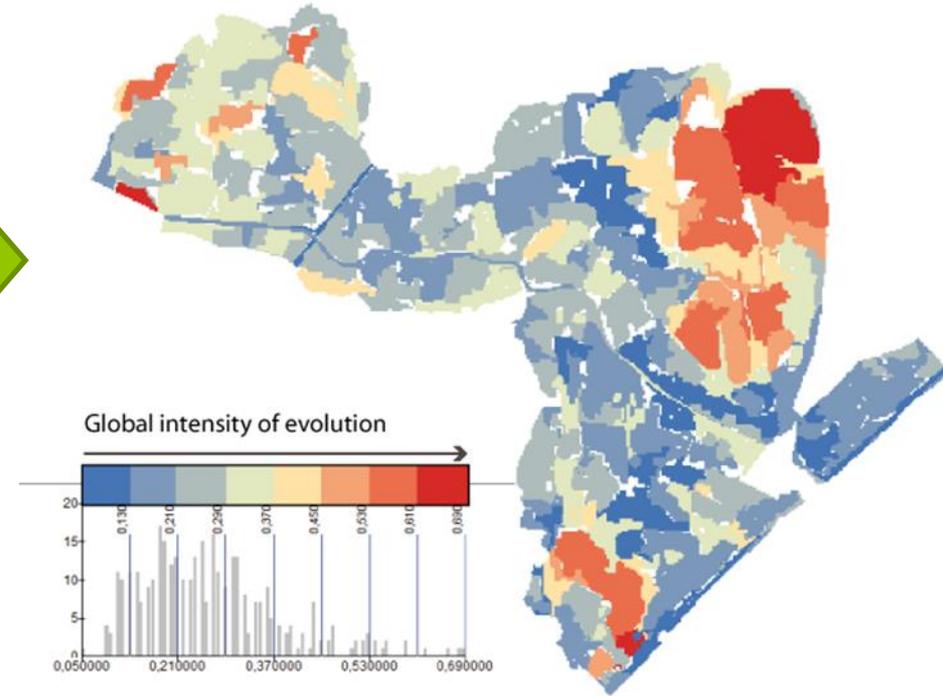
Image segmentation (input)

Bounding Box selection

Graph construction



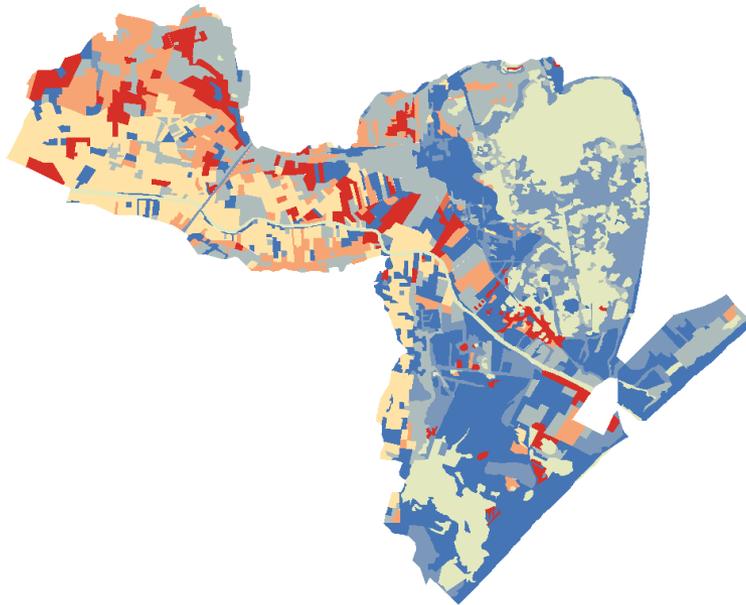
NDVI



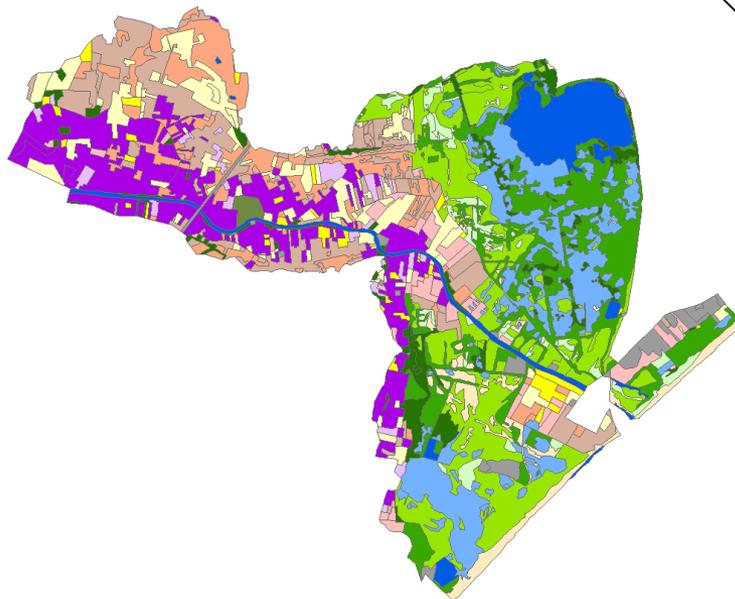
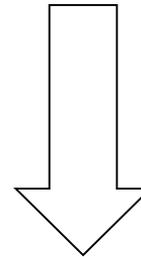
INTENSITÉ DE CHANGEMENT
-phénologie
-inondations

Guttler, F., Alleaume, S., Corbane, C., Ienco, D., Nin, J., Poncelet, P., & Teisseire, M. (2014). Exploring high repetitivity remote sensing time series for mapping and monitoring natural habitats — A new approach combining OBIA and k-partite graphs (pp. 3930–3933). IEEE.

Intensité de changement



- faible
- faible ou moyen
- moyen
- faible moyen ou fort
- moyen ou fort
- fort
- fort ou très fort
- très fort



- Parcelle - champ végétalisé
- Parcelle - champ parc. végétalisé
- Parcelle - végétation asséchée
- Parcelle - champ nu
- Parcelle - champ nu très réfléchissant
- Parcelle - vigne (faible contrib. sol)
- Parcelle - vigne (forte contrib. sol)
- Parcelle - verger
- Autoroute, zone bâtie

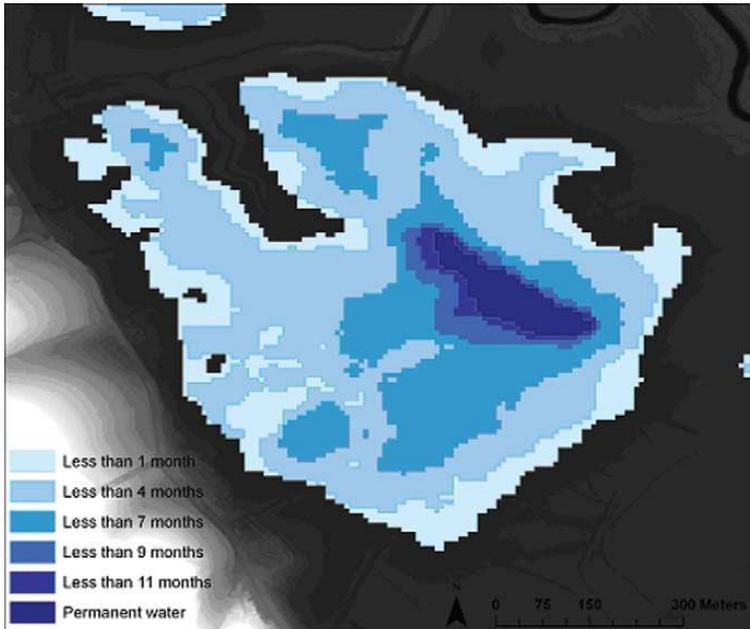
- Vég. naturelle très réfléchissante (PIR)
- Vég. naturelle réfléchissante (PIR)
- Vég. naturelle peu réfléchissante (PIR)
- Vég. naturelle parsemée (faible taux de couverture du sol)
- Sol nu
- Eau peu profonde (réponse du fond)
- Eau profonde (ou non translucide)

DYNAMIQUE D'INONDATION

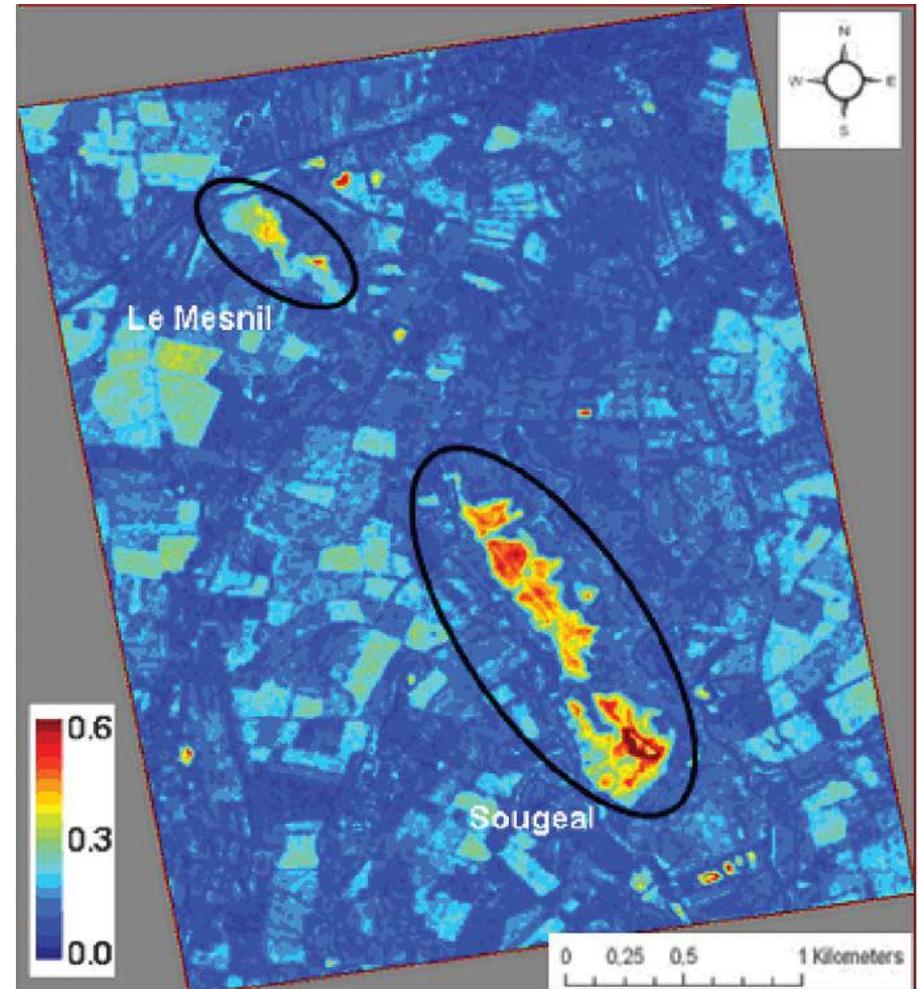
SÉRIE TEMPORELLE D'IMAGES SAR (RADARSAT-2)



Entropie de Shannon →
=
Détection des surfaces en eau
↓



février 2010- février 2011



Coefficient de variation temporel de l'entropie de Shannon

Site atelier de Plaine-Fougères

Marechal C., Pottier E., Hubert-Moy L., & Rapinel S. (2012) One year wetland survey investigations from quad-pol RADARSAT-2 time-series SAR images. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 1–13.



Approche par drones

Intérêt pour les drones

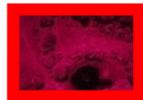
- complémentaire à la télédétection satellitaire:
- Expérimentation
- Echelles fines
- Accéder à l'inaccessible :
 - temporel (phénologie),
 - petite taille des l'objets ,
 - masqué (couverture arborée)



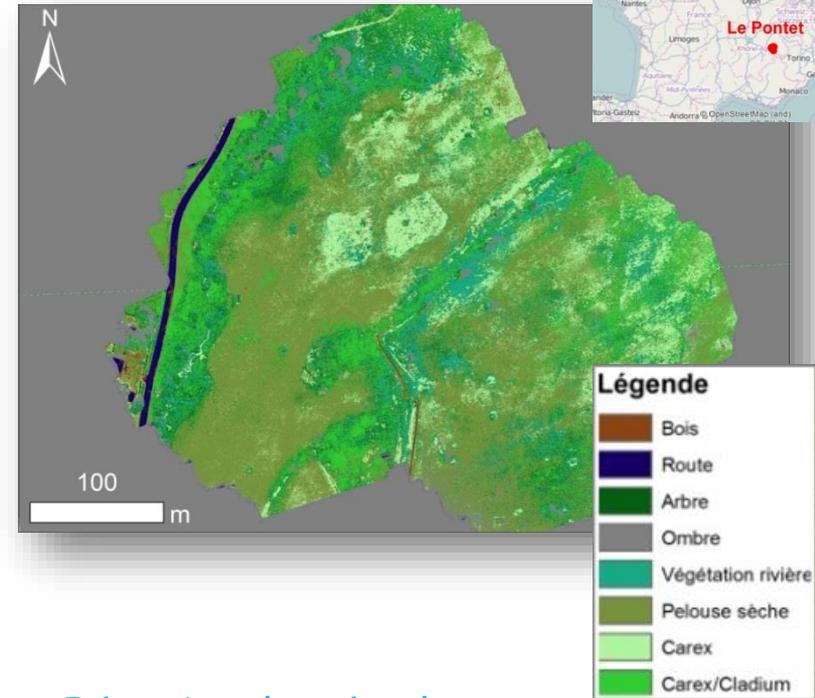
Cartographie fine des zones humides (Marais du Pontet, Savoie)



Visible

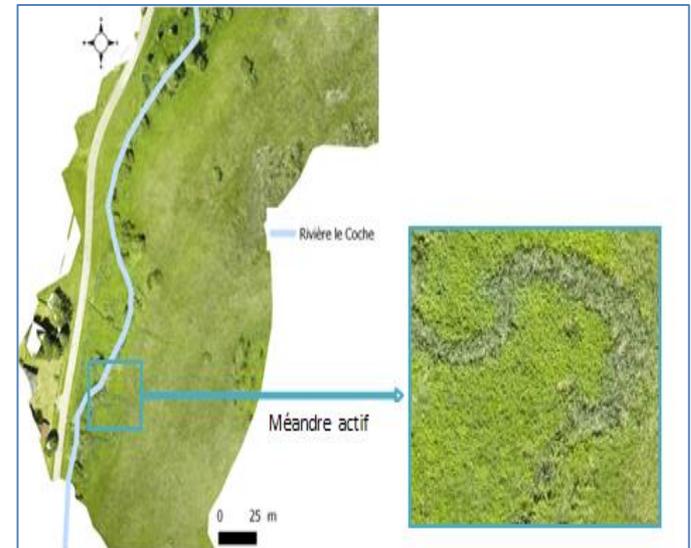


PIR



Résolution : 2.5 cm

Détection de méandre

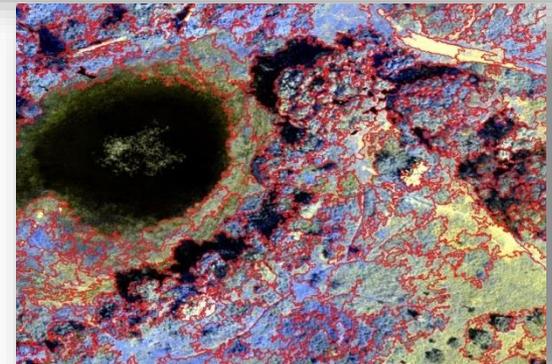


Suivi de sites Natura 2000



suivi d'habitats d'intérêt communautaire
mares temporaires (3170)

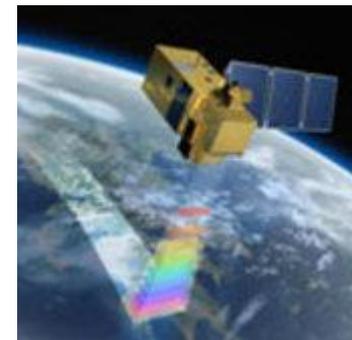
Caractérisation de 6 mares temporaires Causses d'Aumelas (Hérault)



Téledétection des zones humides

- **Besoin d'adapter les méthodes en fonction**

- De l'objectif (échelle spatiale, temporelle , nomenclature ...)
- De l'expertise (géomatique, optique, radar, lidar ...)
- Des données disponibles
- Des contraintes de coût / temps



- **Nouveaux capteurs :**

Très Haute résolution spatiale (THRS)

- Pleiade → alternative à l'orthophoto ; indice de végétation; exploration de la 3D (hauteurs de la végétation)
- SPOT 6-7 : couverture nationale
- Orthophotos

Suivi temporel

- Séries Landsat
- SPOT WORLD HERITAGE
- Sentinelle 2 : 10 m, 13 bandes, haute répétitivité 5 j
→ Suivi de la phénologie; distinction prairies / culture



- **Pole de données surfaces continentales** a pour vocation de faciliter l'usage des images issues de l'observation des surfaces continentales depuis l'espace.



Theia met à disposition de la communauté scientifique et des politiques publiques une vaste panoplie d'images à différentes échelles, des méthodes et des services.

CLASSE	PRODUITS	ZONE	PÉRIODE	ACCÈS	DISPONIBILITÉ
PRODUITS À VALEUR AJOUTÉE	Réflectances de surface Sentinelle 2	Europe occidentale et autres régions du monde	2015 - présent	Tous utilisateurs	theia.cnes.fr
	Réflectances de surface Landsat	Séries temporelles sur la France	2005 – 2011 – avril 2013 – présent		theia.cnes.fr
	Occupation des sols (CES OSO)	France	2009 - présent	Tous utilisateurs	osr-cesbio.ups-tlse.fr
	Surface enneigée	Pyénées, Haut-Atlas, Alpes françaises	2017	Tous utilisateurs	2017
	Biomasse	Guyane française		Tous utilisateurs	theia-land.fr
	Hauteur de la canopée	Guyane française		Tous utilisateurs	theia-land.fr
	Occupation des sols (Globcover)	Global	2005 - 2006	Tous utilisateurs	theia.cnes.fr
	Variables végétales, de rayonnement et de cycle de l'eau (Postel)	Continental à global	1992 - 2005	Tous utilisateurs	theia.cnes.fr
	AVHRR	Série de variables végétales	1981 - 2013	Tous utilisateurs	Avril 2017
	Hyroweb	Hauteur des lacs et rivières	1992 - présent	Tous utilisateurs	hydroweb.theia-land.fr
IMAGERIE OPTIQUE	Spot 6 / 7	France et autres sites	2013 – présent	Acteurs publics nationaux	ids.equipex-geosud.fr geosud.ign.fr
	Pléiades	Petites zones en France et ailleurs	2012 – 2014	Acteurs publics nationaux	geosud.ign.fr theia.cnes.fr
	Spot World Heritage	Plus de 100 000 images dans le monde	1986 – 2008	Tous utilisateurs (usage non-commercial)	theia.cnes.fr
	Spot 4 (Take 5)	45 sites dans le monde	Fév – Juin 2013	Tous utilisateurs	spot-take5.org
	Spot 5 (Take 5)	100 sites dans le monde	Avril – Août 2015	Tous utilisateurs	spot-take5.org
	Rapid Eye, Spot 1-5	France	1995 – 2013	Acteurs publics nationaux	ids.equipex-geosud.fr
AUTRES DONNÉES	Lidar	France, Afrique, Amérique du Sud	2003 – 2009	Tous utilisateurs	ids.equipex-geosud.fr
	Radar (CSM – TSX)	France, Afrique, Amérique du Sud, Asie	2013 – présent	Acteurs publics nationaux	ids.equipex-geosud.fr

