

Approches méthodologiques pour la cartographie des habitats naturels par télédétection

Géomatique 2013, Octobre 2013 | Montréal, Québec, Canada

IRSTEA

Samuel Alleaume

Christina Corbane

Sylvio Laventure

Samuel.alleaume@teledetection.fr

BESOINS DE CONNAISSANCE SUR LA BIODIVERSITÉ

- **International**

- Convention sur la Diversité Biologique des Nations Unies (92)

- **Europe**

- Stratégie de la biodiversité
- Directive Habitat (92): Rapportage sur l'état des habitats, réseau Natura 2000.
→ **MS Monina** : cartographie multi-échelle de la végétation

- **France**

- Stratégie nationale pour la biodiversité (2004)
→ Projet national **Carhab** : cartographie des habitats naturels

Apport de la TELEDETECTION pour connaître les habitats naturel :
distribution, diversité, état de conservation, évolution

TÉLÉDÉTECTION DE LA VÉGÉTATION

- Réponse spectrale de la végétation

- Réponse texturale

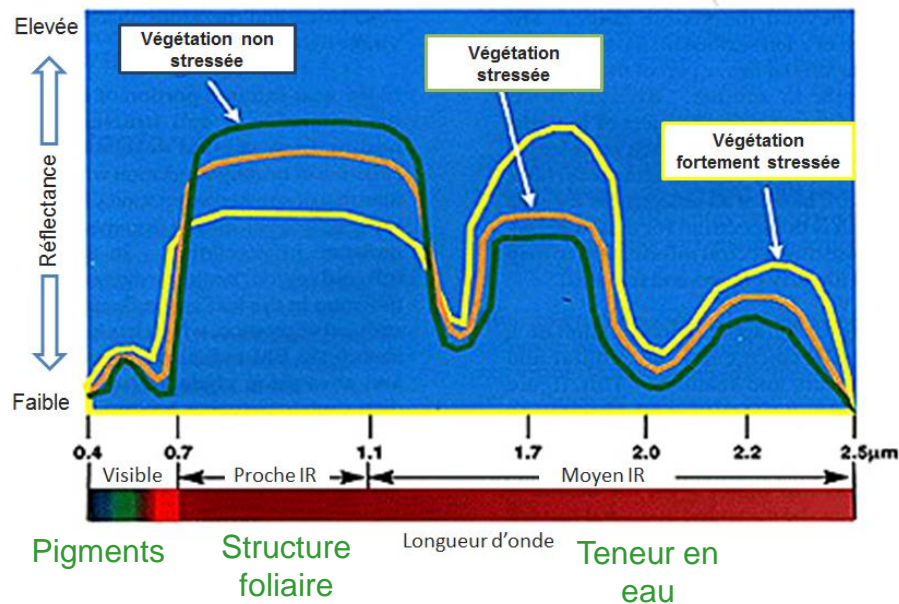
- Homogénéité / diversité

- Réponse contextuelle

- Voisinage
- Facteurs écologiques

- Réponse temporelle

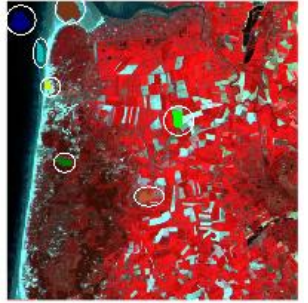
- Données multitemporelles : ex : séparation végétation naturelle / agriculture
- Phénologie





APPROCHES MÉTHODOLOGIQUES

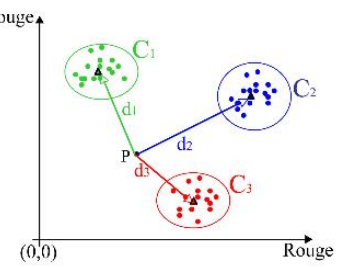
Supervisée : algorithme de classification doit être **entraîné**
à l'aide de **sites d'entraînements** (échantillons spatiaux)



Approche statistique

- ⊕ méthode rapide à mettre en place
- ⊖ dépend de la qualité du site d'entraînement
- ⊖ nécessite des échantillons sur l'ensemble des classes
- ⊖ difficulté en milieux complexes

SPLSDA

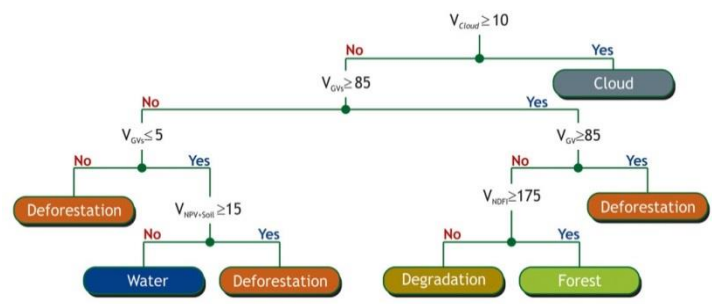


Arbre de décision = Méthode experte = bases de connaissances

Création d'un modèle théorique, ajustement de seuils

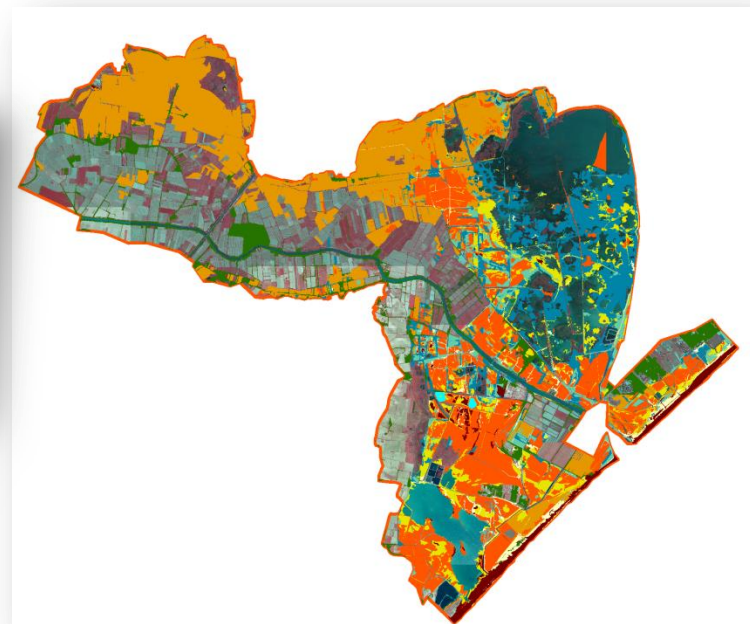
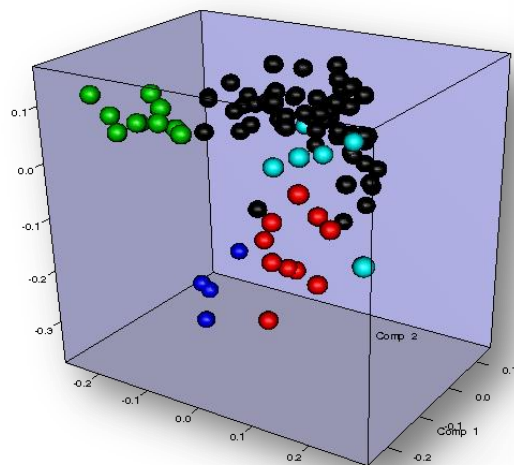
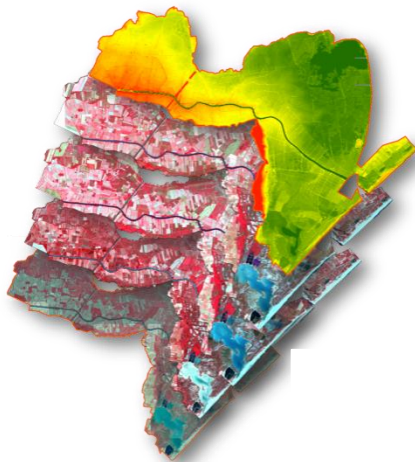
- ⊕ non-paramétrique : . indépendance de la distribution des signatures des classes
- . variables continues et catégorielles

- ⊕ règles de classification interprétables
- ⊕ règles modifiables en fonction des besoins
- ⊖ plus long à élaborer
- ⊖ nécessite une expertise





UNE NOUVELLE APPROCHE SUPERVISÉE : SPLSDA





Dimensions multiples

- Plateformes multiples : satellite, aéroportés, etc
- Capteurs multiples : résolution spatiales et temporelles multiples
- Données multitemporelles

Variables dérivées:

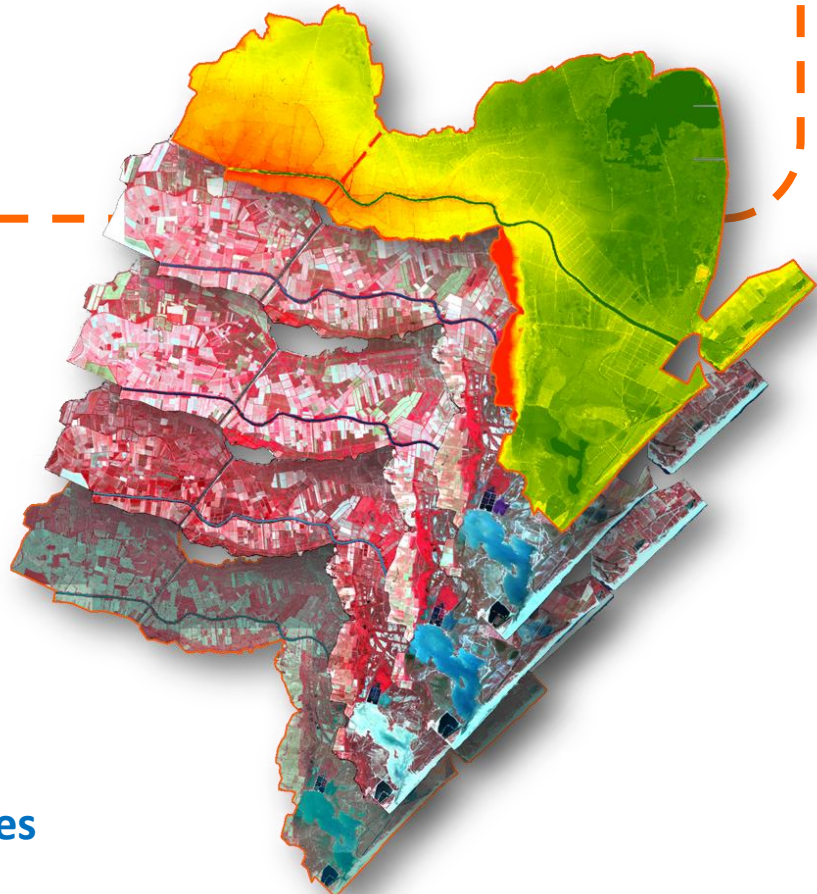
Spectrales (indices)

Texturales

Contextuelles



Hauts dimensions des données d'entrée



La SPLSDA pour la sélection des variables & la classification

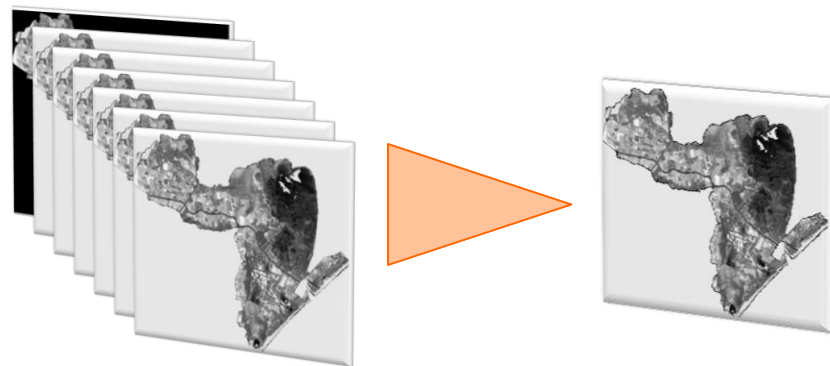
SPLSDA : Sparse Partial Least Squares Discriminant Analysis

- **PLS**: Partial Least Squares : regression multiple avancée
- **DA** (Discriminant Analysis) = selection des variables discriminantes parmi un jeu important de données

- **S** (Sparse):

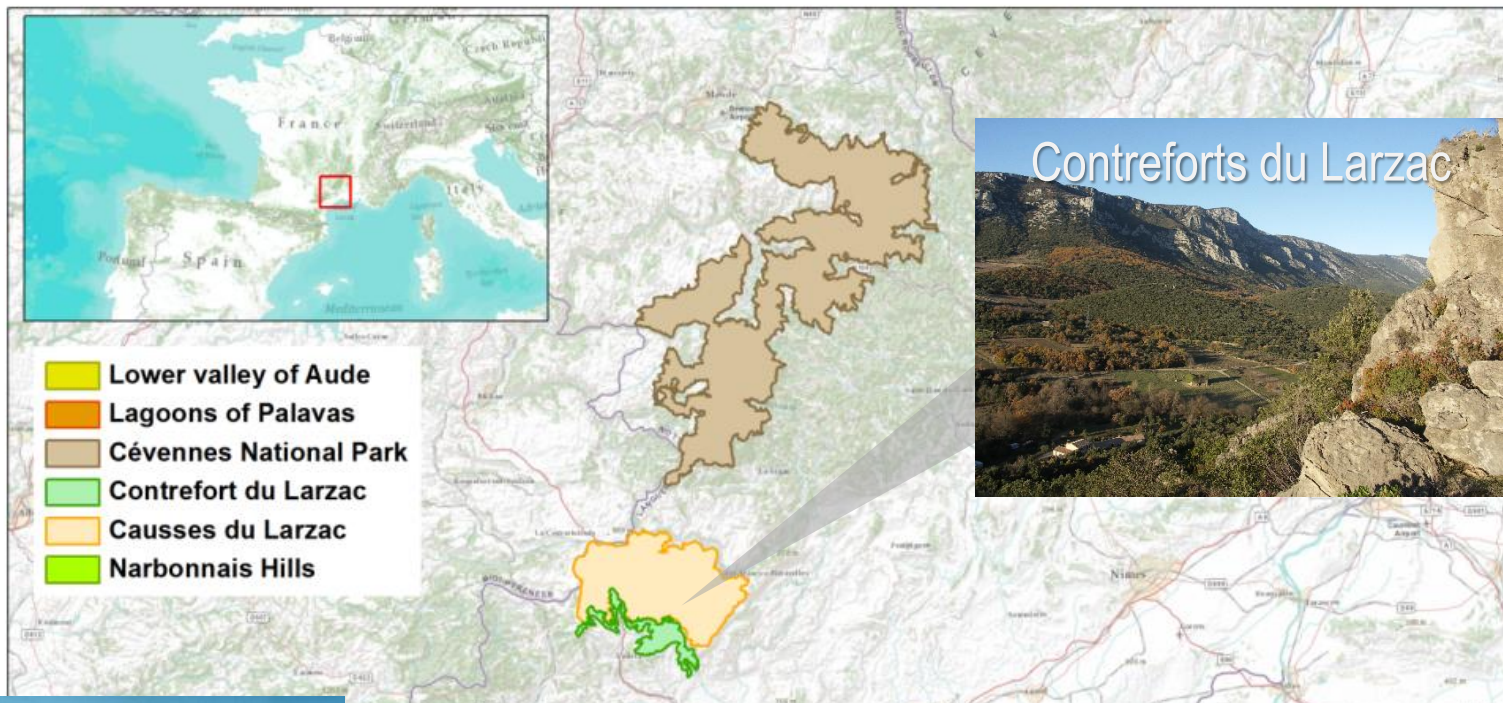
- Réduction du nombre de variables
(*modèle parcimonieux*)

- La suppression des variables stochastiques améliore la qualité du modèle prédictif (Cao et al., 2011).



Discrimination optimale des classes d'habitat par TD

Application sur sites Natura 2000





Principaux habitats à cartographier par télédétection

Basse vallée de l'Aude



dune

près salés

fourrés des près salés

gazon à salicorne et sueda

roselière

fourrés à tamaris

mer

lagune

Distribution selon un gradient topographique



SPLSDA appliqué à la télédétection

...dans un contexte de classification orientée-objets

Images de télédétection
Multiresolution/
multidate +
indices
dérivés

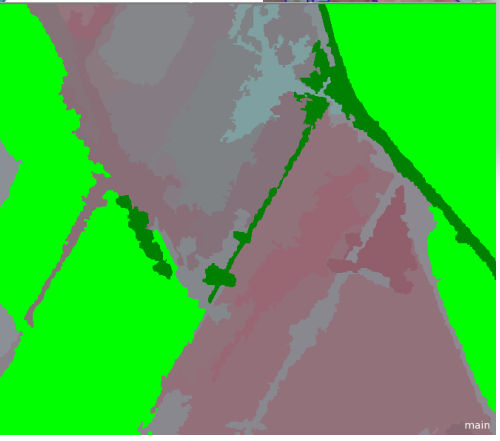
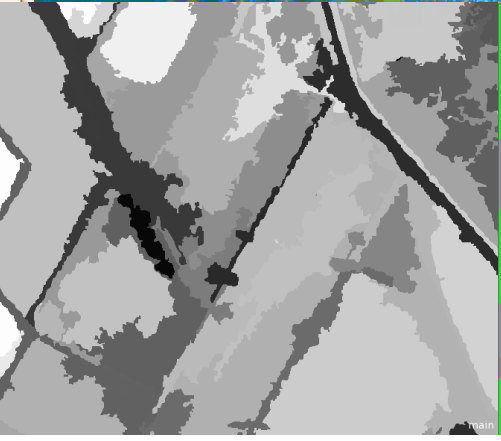
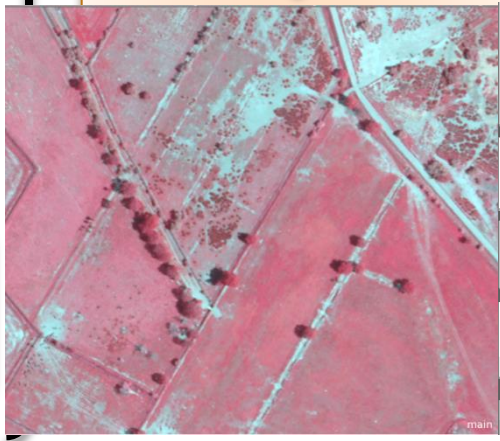
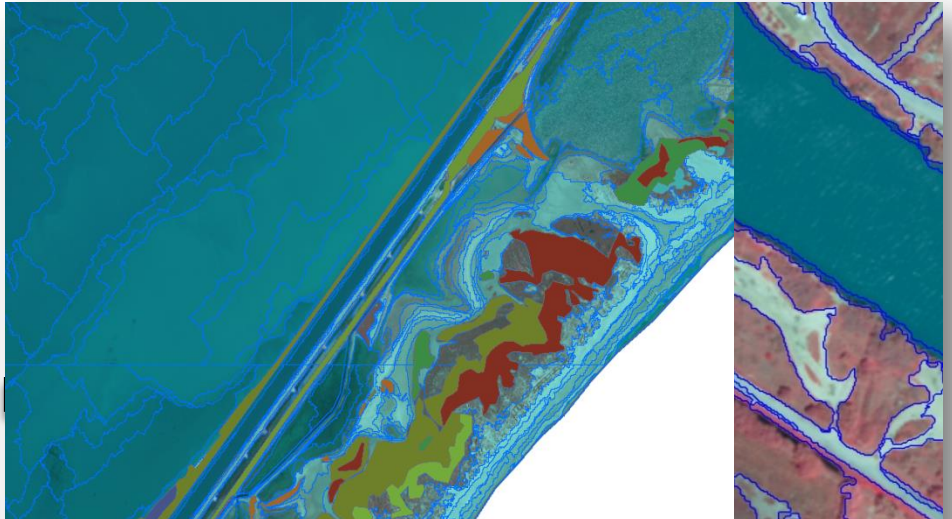
Données
topographiques
(MNT)

Cartes de
végétation
(terrain expert)

Autres variables
auxilliaires

segmentation image
en objets homogènes

Génération de
variables spectrales,
texturale et
contextuelles, etc.





Données utilisées

Images de télédétection
Multiresolution/
multidate +
indices
dérivés

Rapideye (x2,5m) : Juin 2009 + Juillet 2010
Worldview 2 (0,5m PAN; 2 m XS) : Sept. 2011
IRC orthophoto: 0,5m

$NDVI = (NIR-R)/(NIR+R)$
 $NDVI_{mod} = (NIR-RE)/(NIR+RE)$
 $PSRI = (R-G)/NIR$
.....

Données
topographiques
(MNT)

LiDAR
0,15 m. préc. alti et 0,40 m préc. plani.

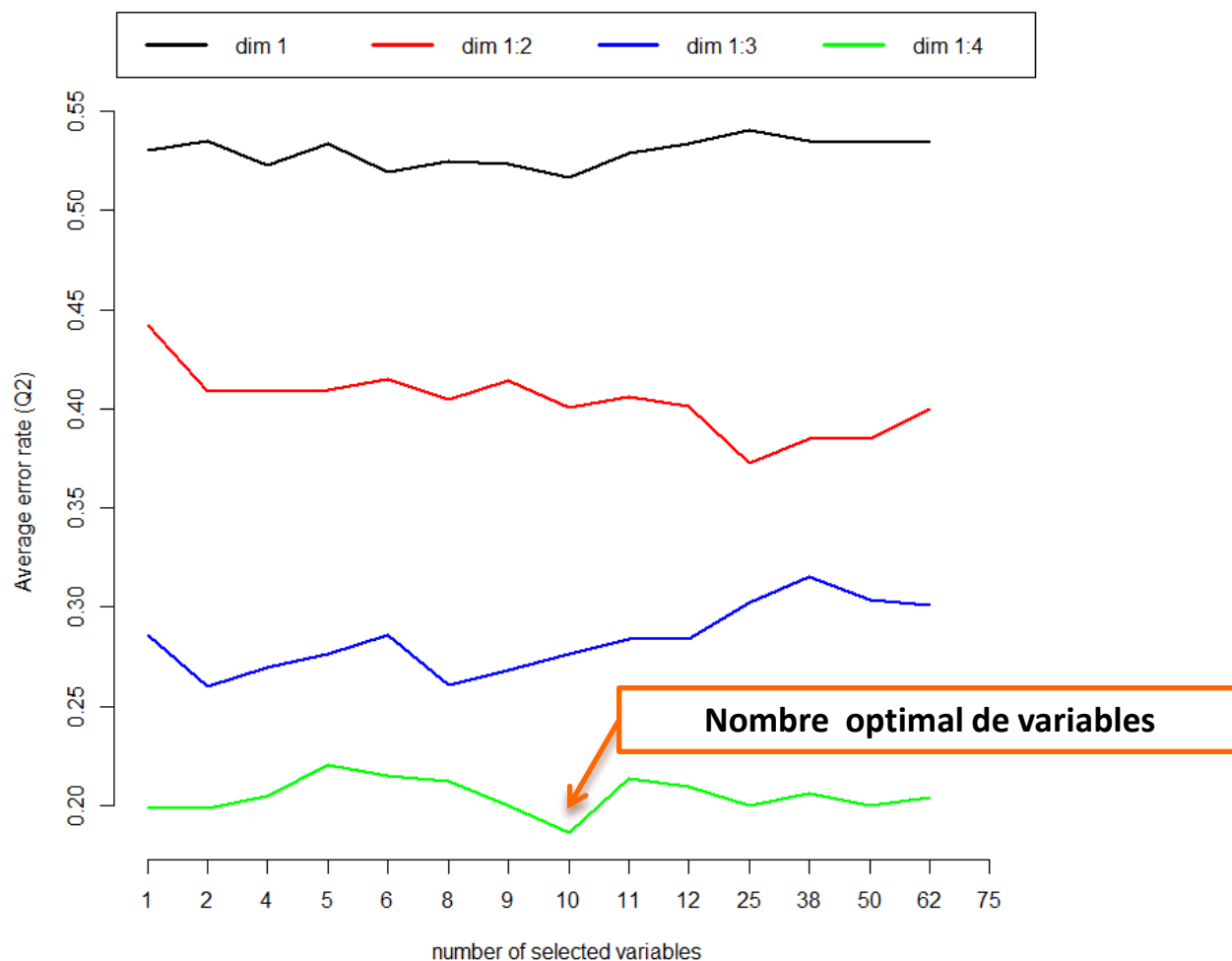
Cartes de
végétation
(terrain expert)

86 sites d'entraînement cl. habitat

- 15.1. Près salés
- 15.5. Gazon à salicorne et sueda
- 15.6. Fourrés des près salés
- 16.2. Dune mobile
- 44.8131. Fourrés à tamaris
- 53.1 Roselière

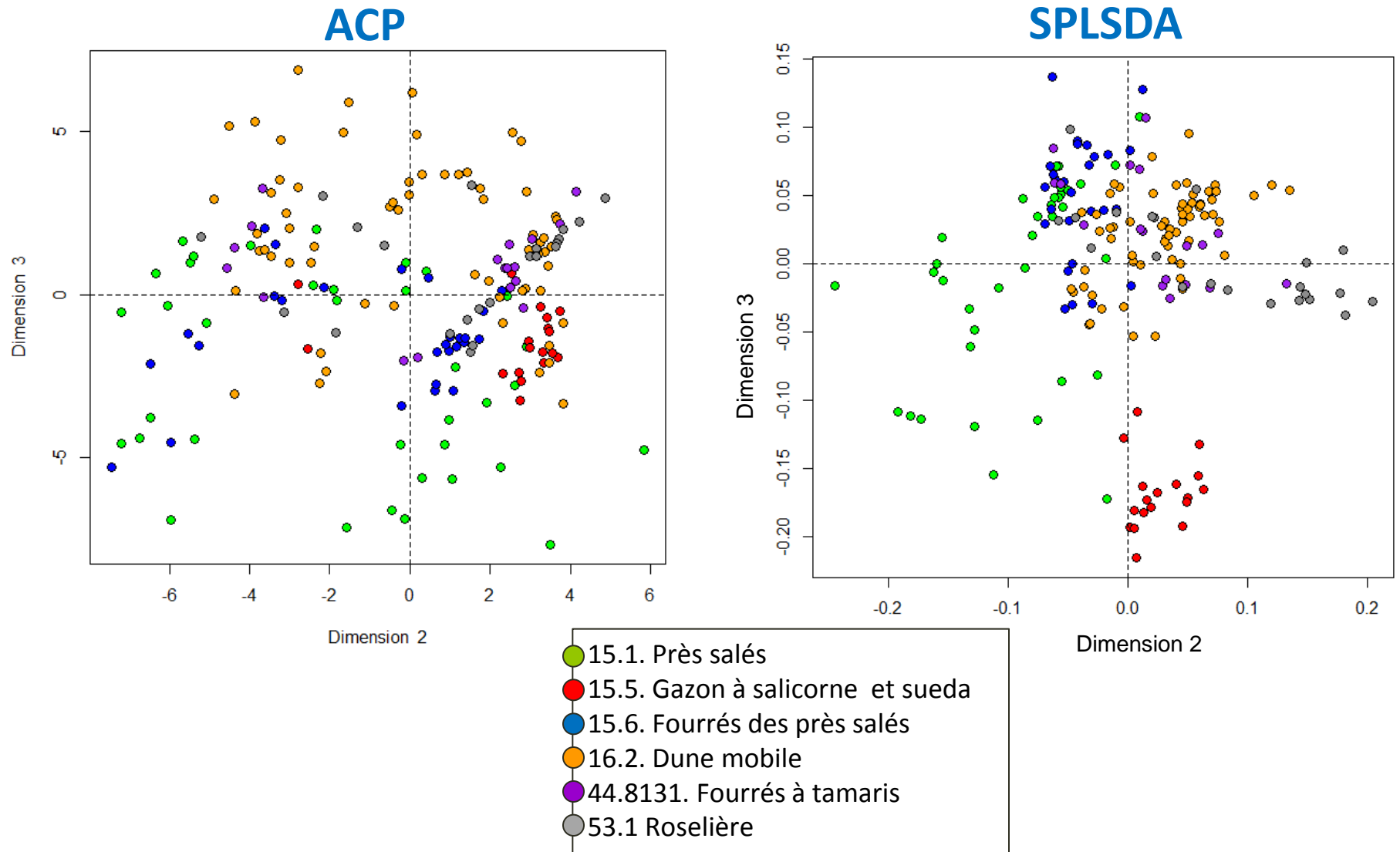
Sélection du nombre de dimensions et de variables

10x Validation Croisée

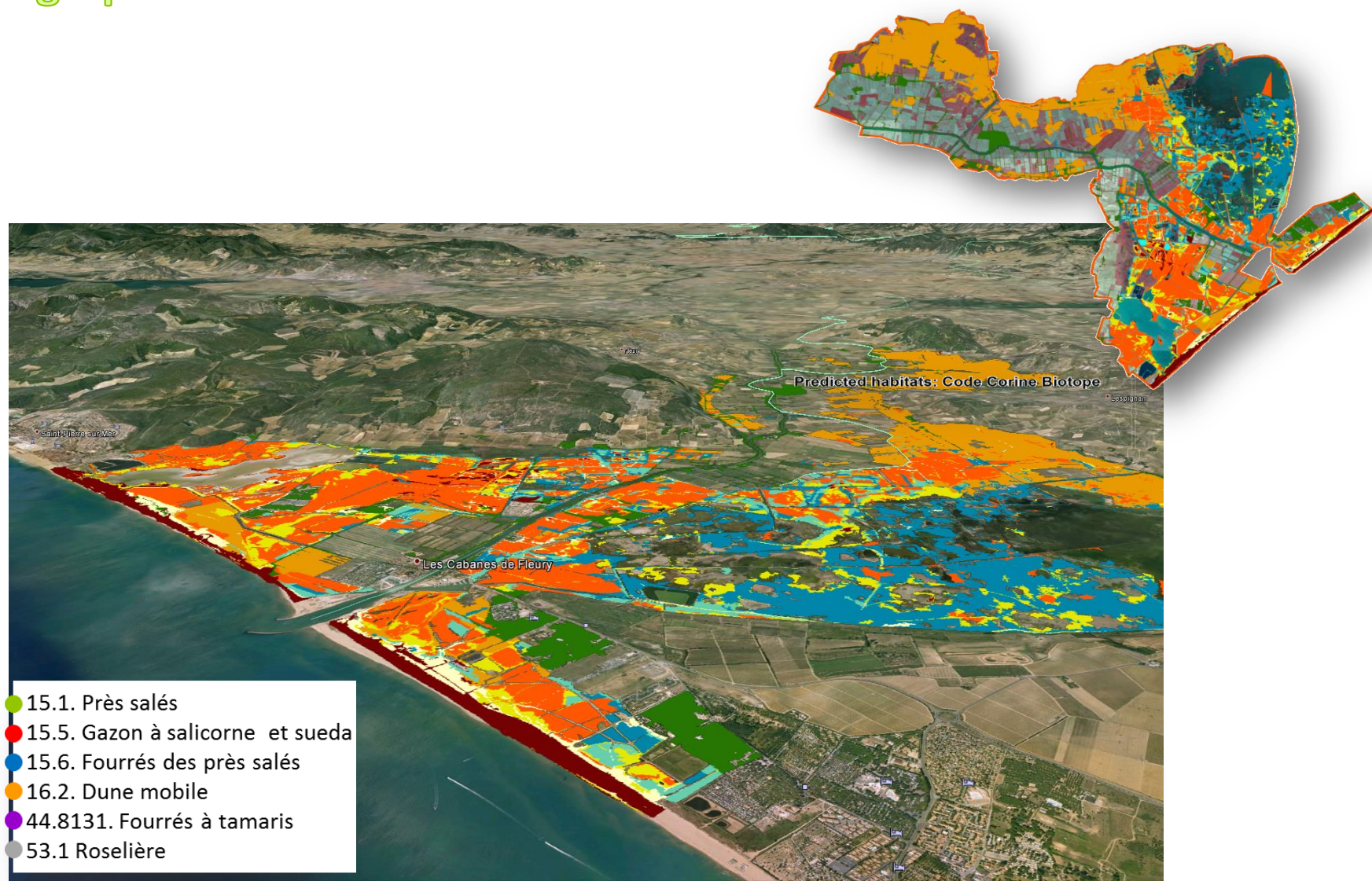




Analyse en Composantes Principales VS SPLSDA



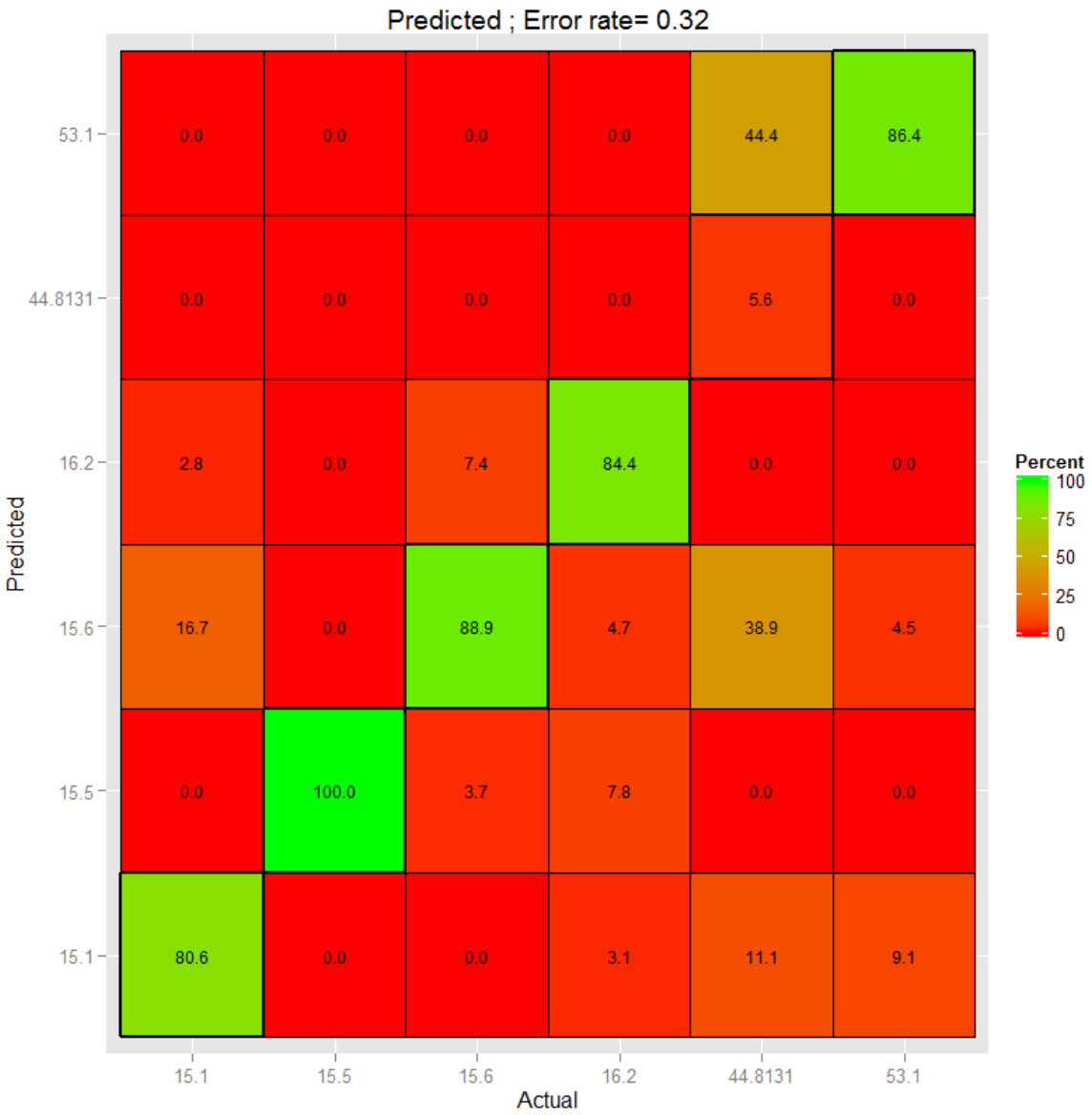
Cartographie finale





Validation with new reference data (56 validation sites)

- 15.1. Près salés
- 15.5. Gazon à salicorne et sueda
- 15.6. Fourrés des près salés
- 16.2. Dune mobile
- 44.8131. Fourrés à tamaris
- 53.1 Roselière





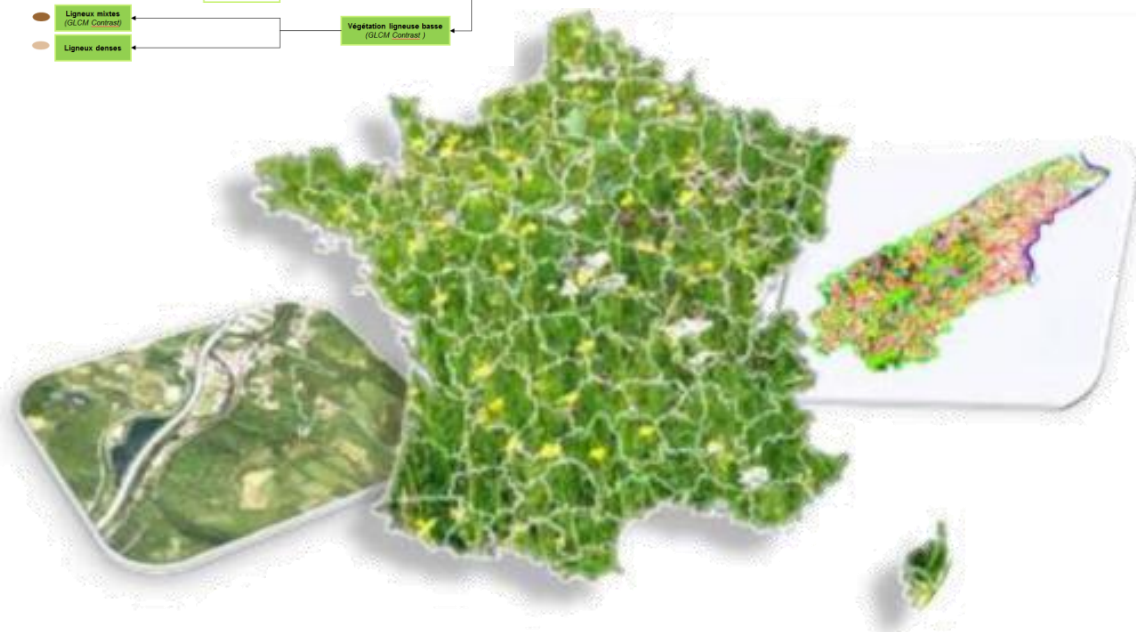
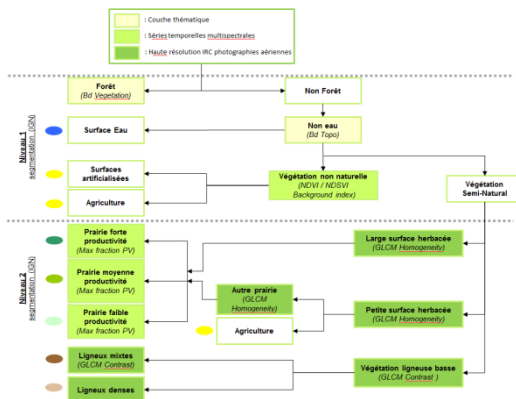
Conclusions

- **Appliqué avec succès sur 3 sites Natura 2000**
- **SPLSDA sélectionne des variables stables et pertinentes liées à des caractéristiques écologiques ou biophysiques**
- **Une plus large application nécessite l'accès aux données de référence appropriés, des images de THR et de données auxiliaires**
- **Les variables sélectionnées pourraient être utilisés comme indicateurs de classification standard (plus proche voisin ou règles de décision)**
- **Résultats à comparer avec d'autres approches : plus proche voisin, méthode experte.**

APPROCHE ARBRE DE DÉCISIONS



- Grandes classes d'habitats**
- Forêt
 - Végétation de montagne (>1000 m)
 - Végétation de basse altitude
- Cartographie intermédiaire** (pour le travail de terrain)
- Carte écologique (topo, étologie, climatologie)
 - Carte Physionomique (des espaces ouverts aux landes)
- Cartographie finale**
- Typologie: approche phytosociologique
 - Validation *in-situ* (Institut de botanique nationale - CBN)



Cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels



Grand types

- Forêt
- Végétation de montagne (>1000 m)
- **Végétation ouverte de basse altitude**



Cartographie intermédiaire

(pour le travail de terrain)

- Carte écologique (topo, géologie, climatologie)
- **Carte Physionomique (prairies aux landes)**



Cartographie finale

- Typologie : approche phytosociologique
- Validation *in-situ* (Instituts de botanique nationaux : CBN)

Couverture : nationale

Echelle : 1:25 000, surf. min. 0,5 ha

Planning :

2011-14 : cadrage méthodologiques
(outils et techniques, tests terrain)

2014-25 : généralisation France



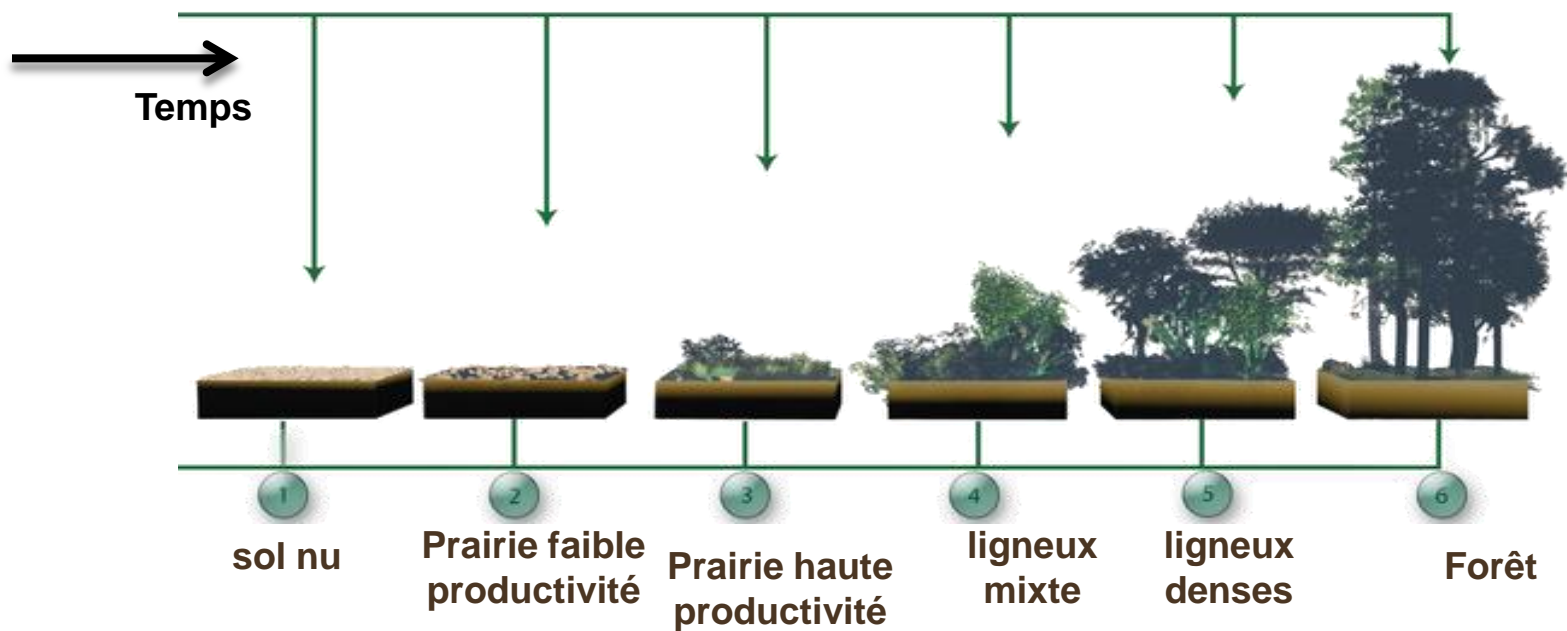


Approche physionomique

- Carte physionomique (Dansereau, 1962)

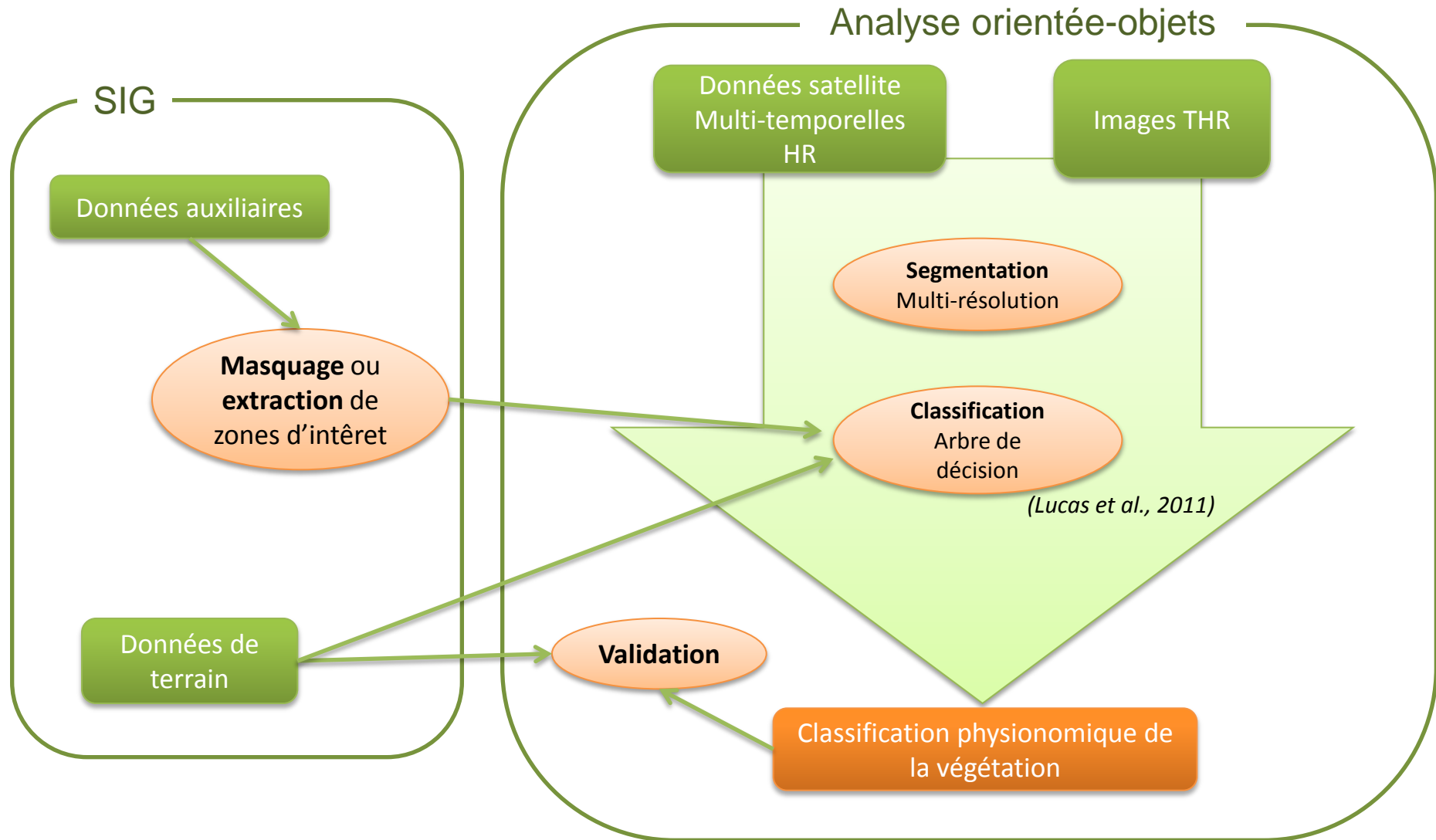
Expression de la structure

Etat dynamique (succession)



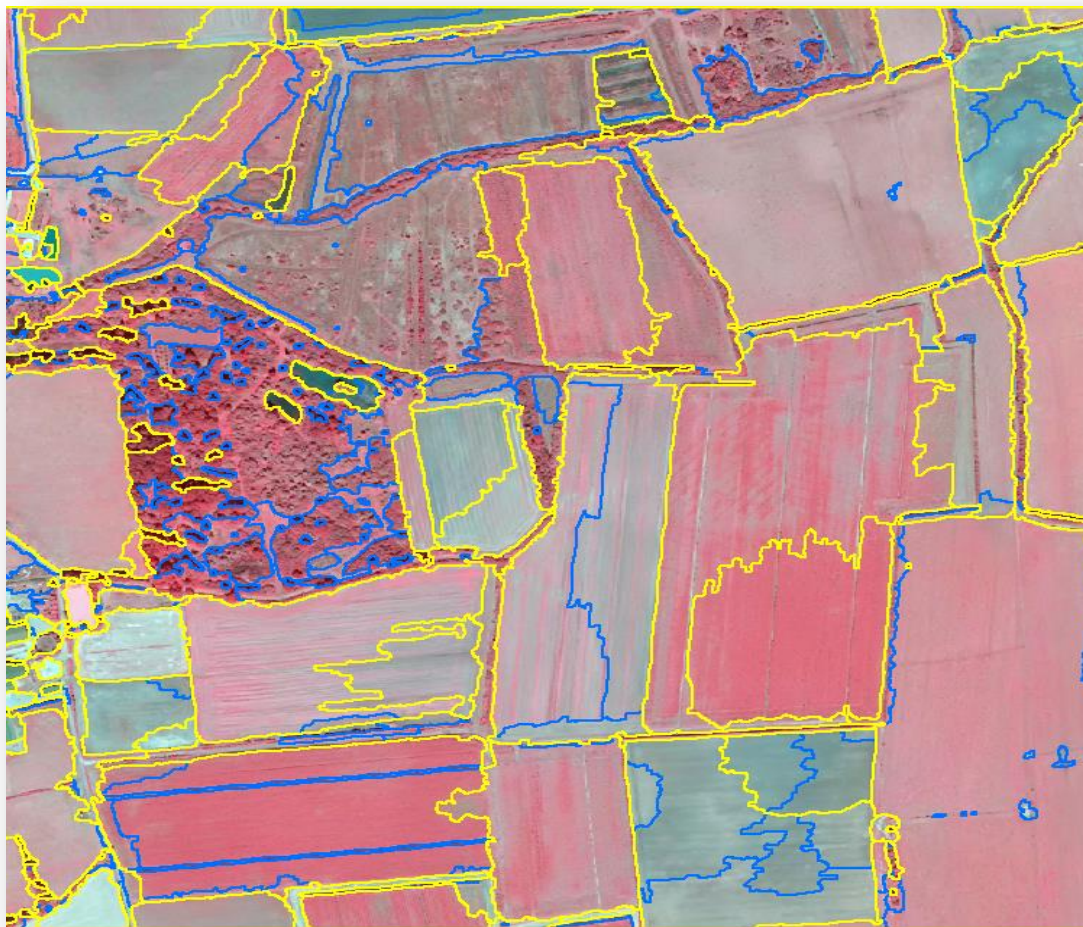


Stratégie développée



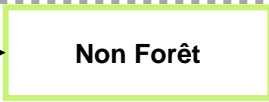
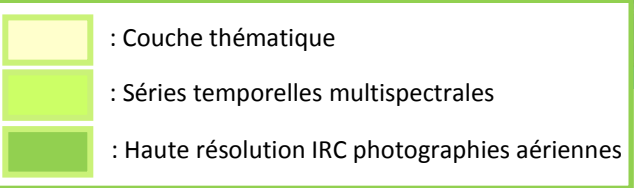


Segmentation multi-résolution

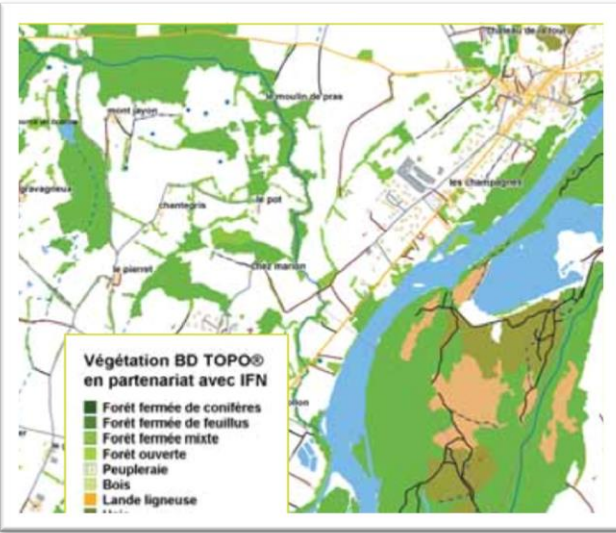


Niveau 1 (jaune): délinéation des zones culturelles

Niveau 2 (bleu): délinéation de la végétation naturelle



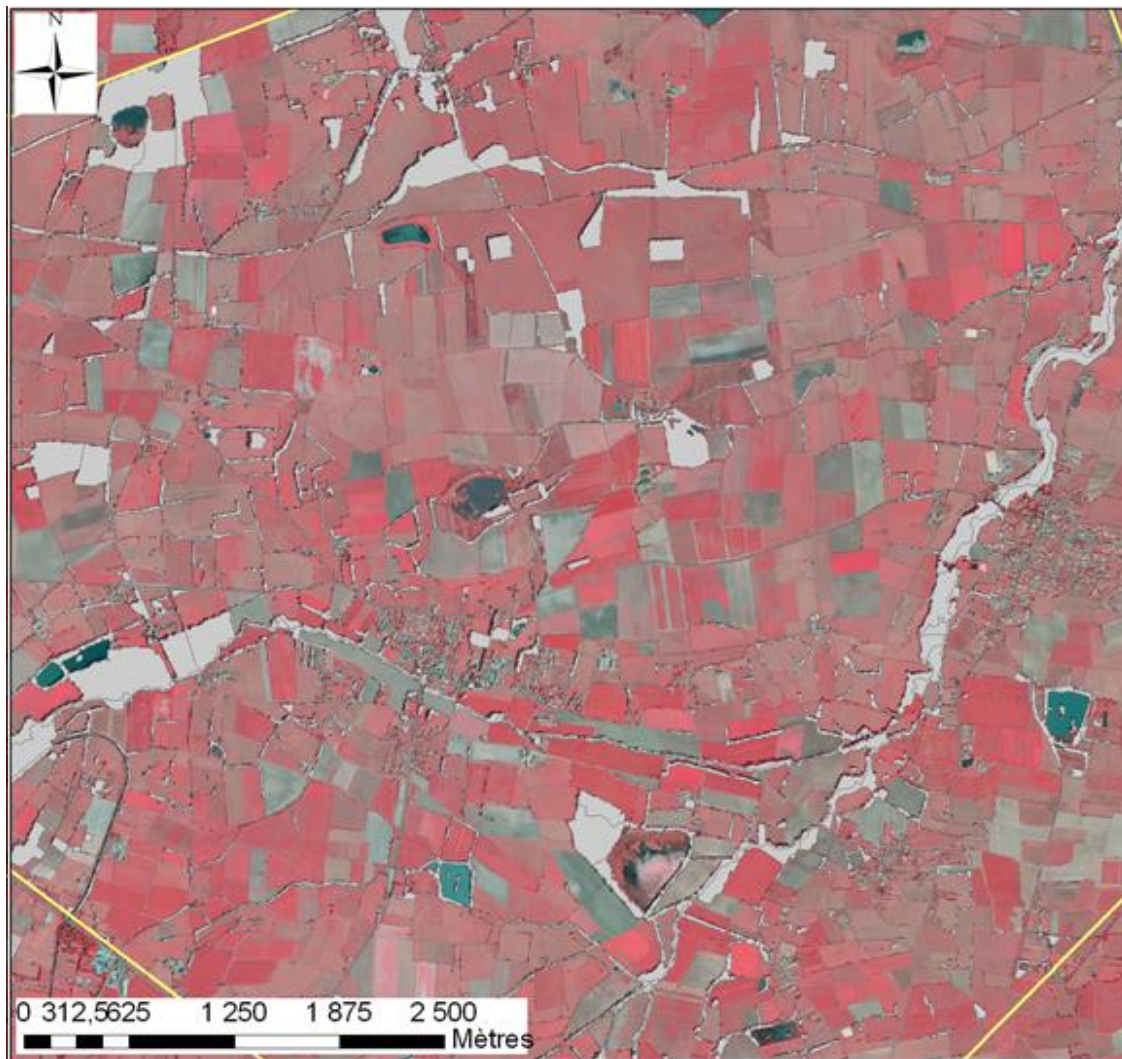
Niveau 1
segmentation (IGN)

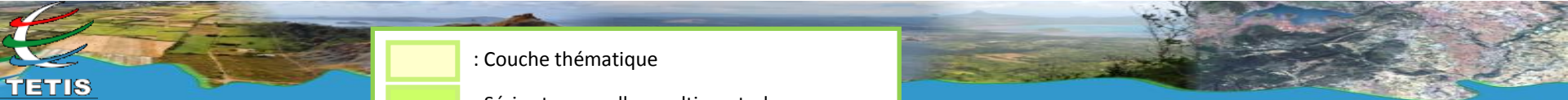







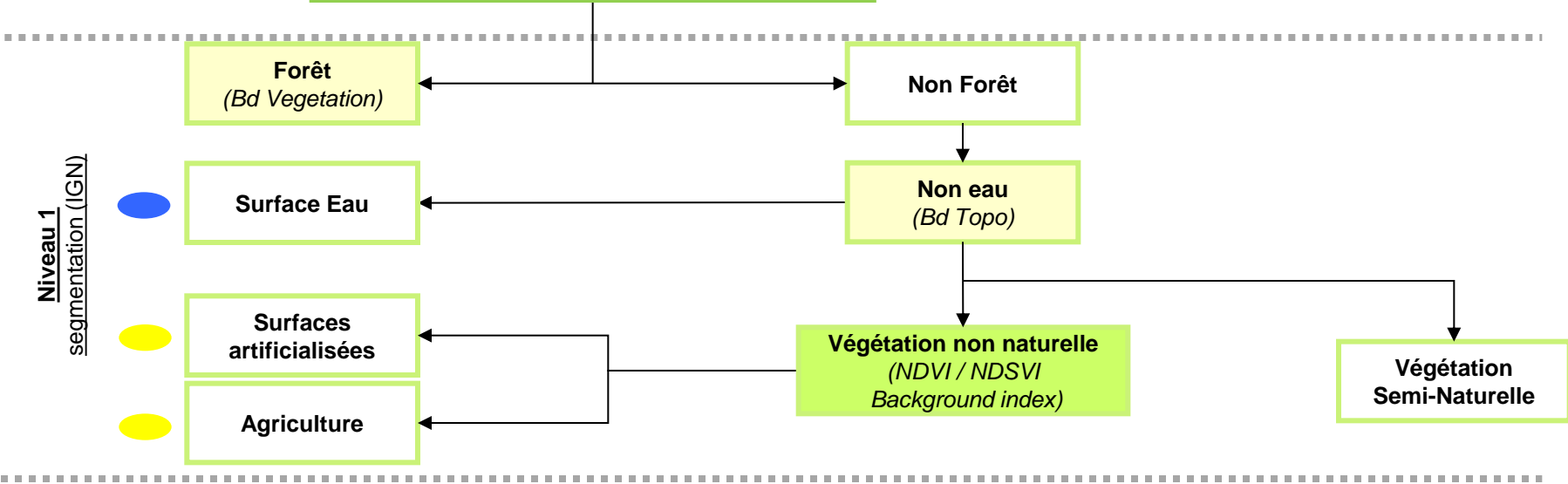
TETIS

Masque forêt





-  : Couche thématique
-  : Séries temporelles multispectrales
-  : Haute résolution IRC photographies aériennes



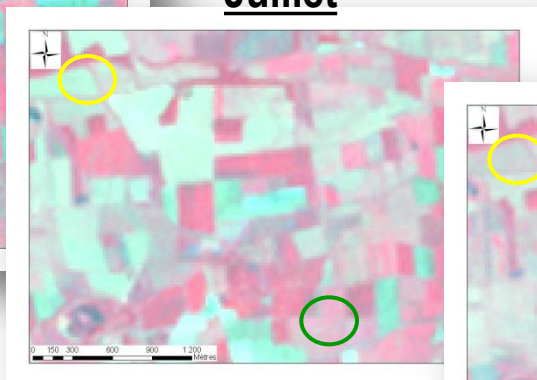


Images HR multitemporelles

Avril



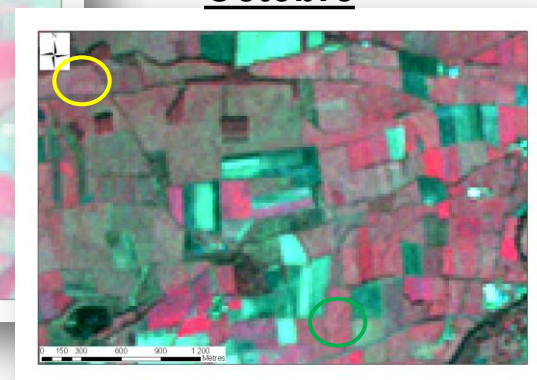
Juillet



Aout



Octobre

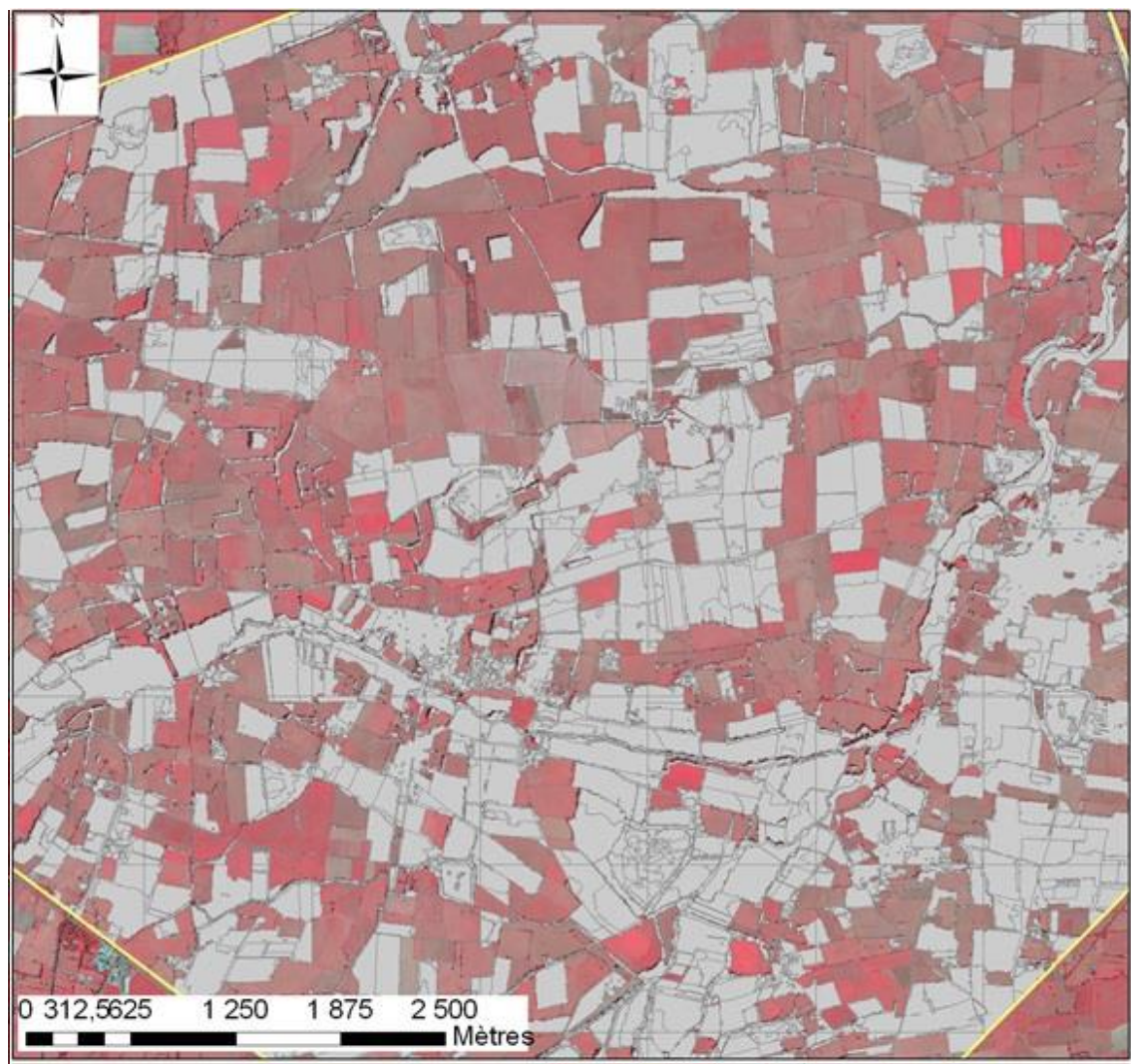


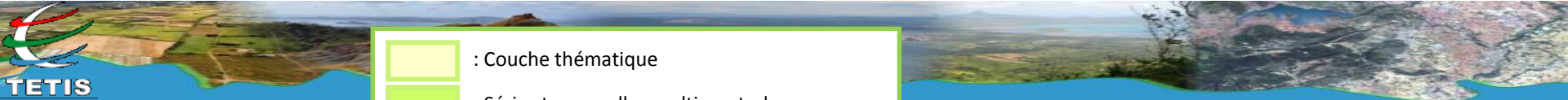
Variables spectrales




Indices	Détails	Référence
NDVI	$NDVI = (NIR-Red)/(NIR+Red)$	Rouse et Haas (1973)
NDSVI	Normalized Differential Senescent Vegetation Index $NDSVI = (MIR-Red)/(MIR+Red)$	QI et al. 2002
Bg	Modified Background Cover $Bg = 1-abs(NDVI+NDSVI)$	Wittich and Hansing (1995)

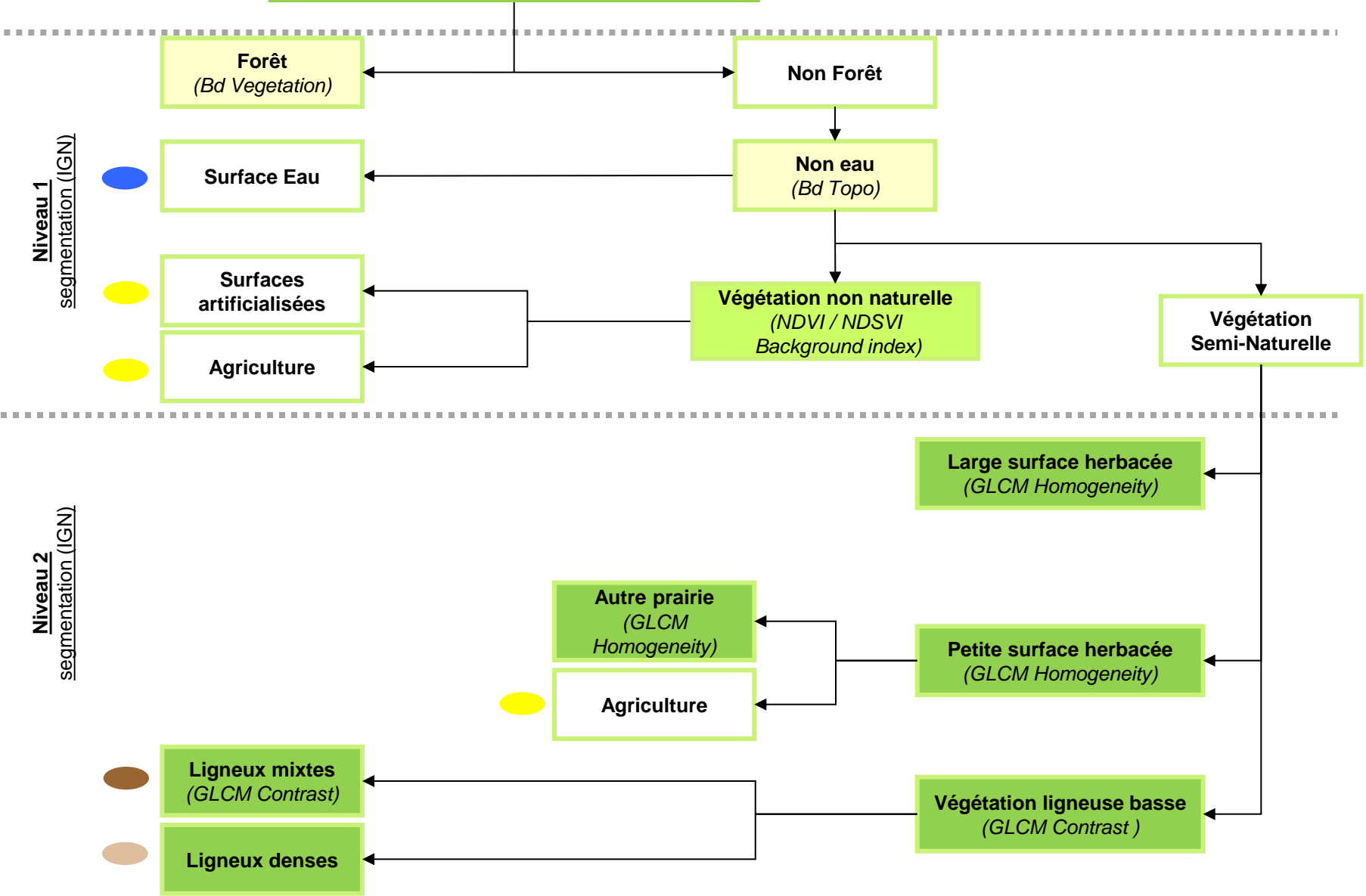


Masque agriculture



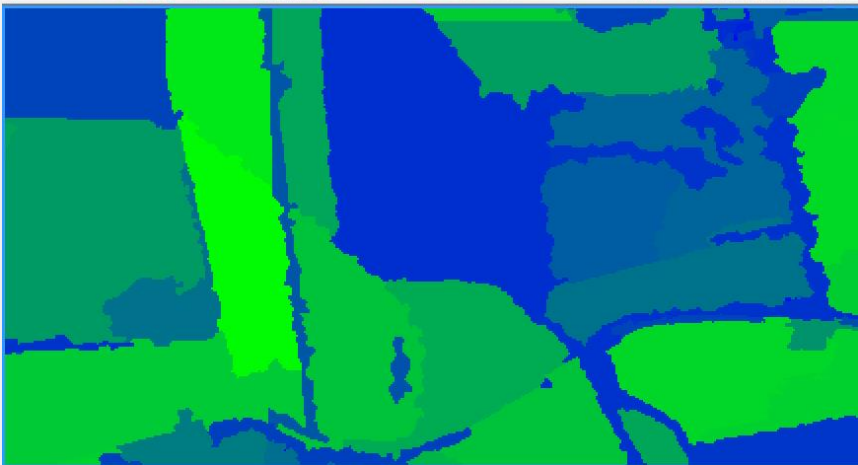


-  : Couche thématique
-  : Séries temporelles multispectrales
-  : Haute résolution IRC photographies aériennes

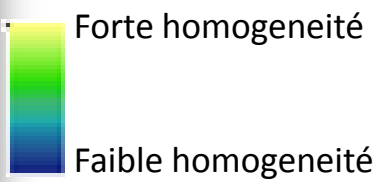


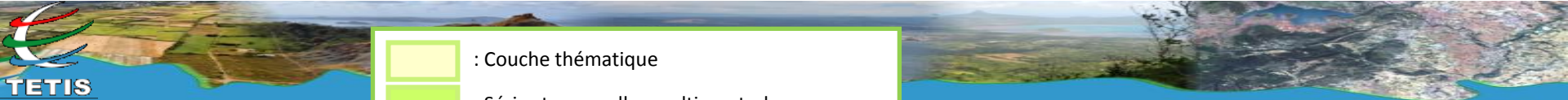


Discrimination des prairies des ligneux bas (landes)



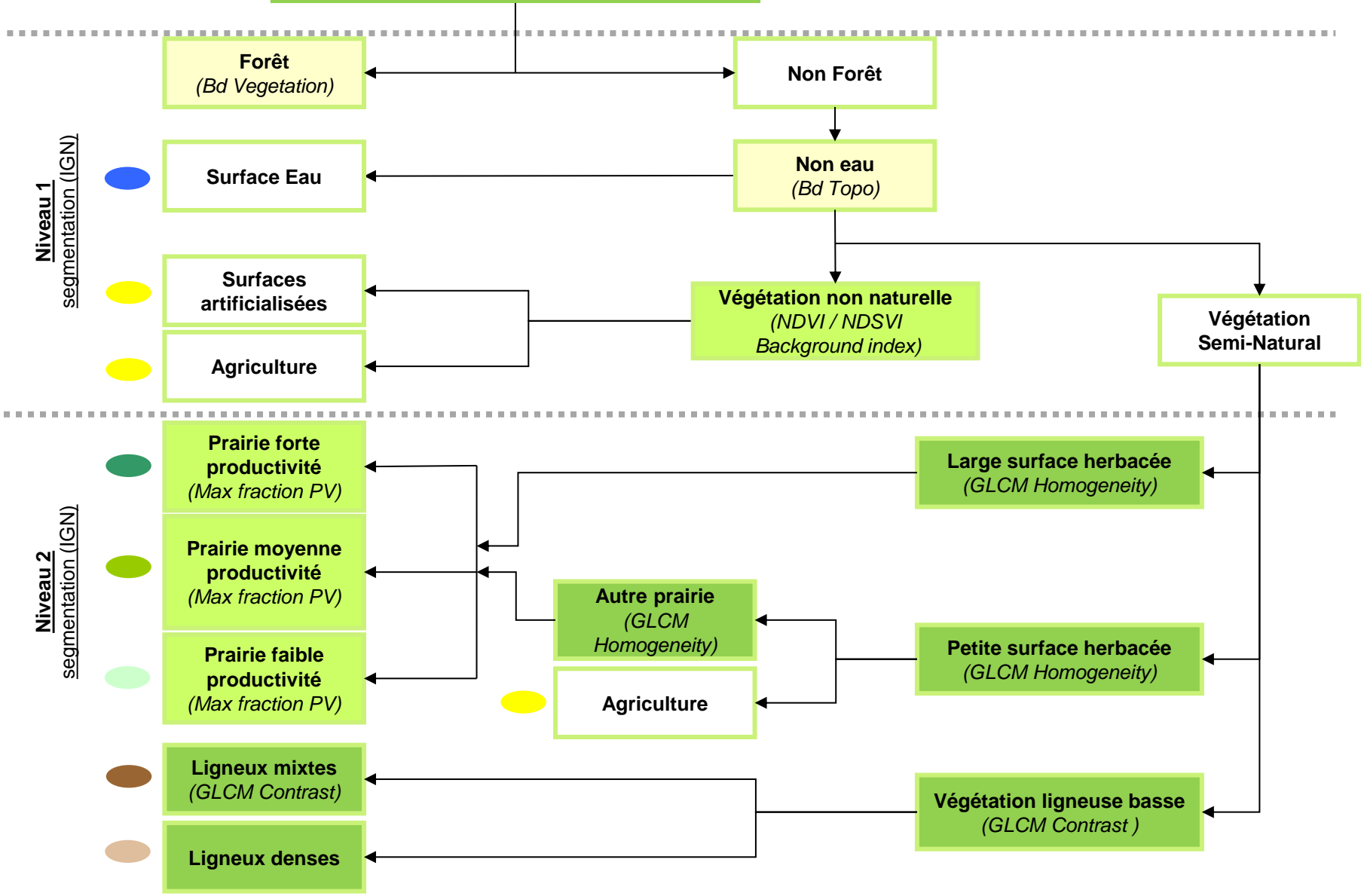
Indice de Texture :
GLCM homogeneity, Contrast
(Haralick, 1979)



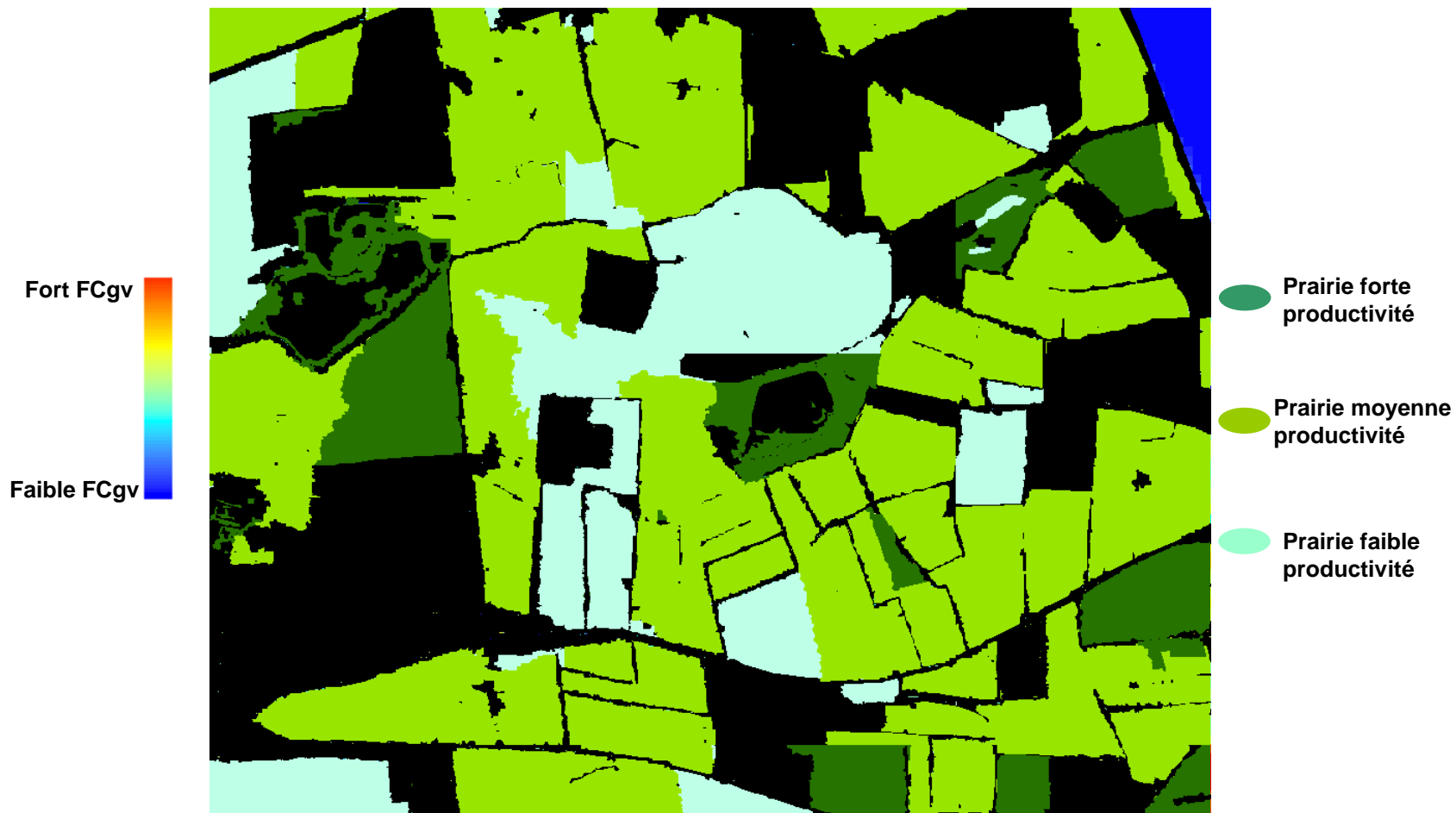


Legend:

- : Couche thématique
- : Séries temporelles multispectrales
- : Haute résolution IRC photographies aériennes



Productivité des prairies



Indice	Détails	Référence
Fraction Cover GV	Fractional cover of green vegetation : $FC_{gv} = \frac{\text{Max}(\text{NDVI}_{veg}) - \text{Min}(\text{NDVI}_{soil})}{\text{Max}(\text{NDVI}_{veg}) - \text{Min}(\text{NDVI}_{soil})}$	(Gutman and Ignatov, 1998)

Cartographie physionomique de la végétation



● Prairie forte productivité

● Prairie moyenne productivité

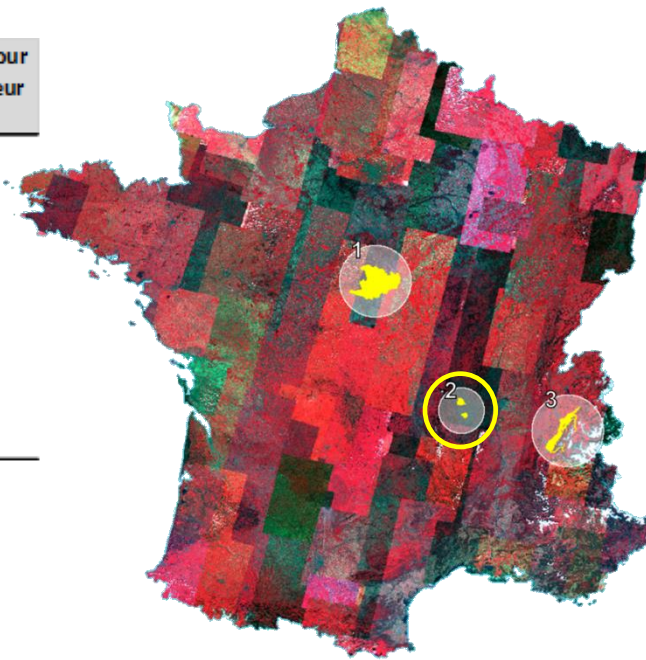
● Prairie faible productivité

Validation sur plaine du Forez

Classification \ Reference	Cultures	Herbacées à phytomasse forte	Herbacées à phytomasse moyenne	Herbacées à phytomasse faible	Ligneux denses	Ligneux mixtes	Total	Précision pour le producteur
Cultures	311166	17	224	42	488	17818	329755	0,99
Herbacées à phytomasse forte	19	19505	89792	9588	11	26	118941	0,21
Herbacées à phytomasse moyenne	2051	47126	227602	13484	9	114	290386	0,68
Herbacées à phytomasse faible	45	23353	12446	19400	8	21	55273	0,45
Ligneux denses	0	0	0	0	1520	1542	3062	0,11
Ligneux mixtes	7	0	0	0	11105	20485	31597	0,51
Non classifié	2327	802	3784	210	990	420	8533	
Total	315615	90803	333848	42724	14131	40426	837547	
Précision pour l'utilisateur	0,94	0,16	0,78	0,35	0,50	0,65		
KIA par classe	0,98	0,08	0,51	0,42	0,10	0,49		

Précision totale 0,72

KIA global 0,59

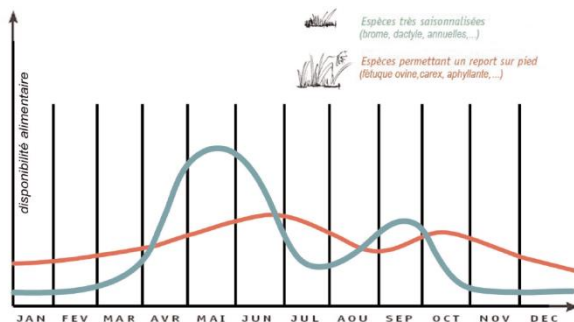
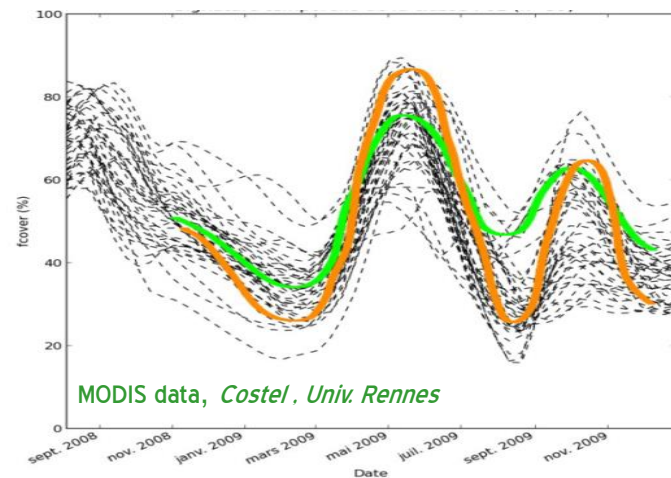
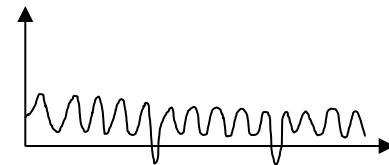


Premiers retours puisque le terrain entrain de se finaliser

- .résultats sur **zones culturales** sont très satisfaisants : > 90 %.
- .types physiologiques : **herbacés / ligneux** est très satisfaisante.
- .Pb pour l'estimation des phytomasses : manque d'images + calibration

Développement pour les prairies

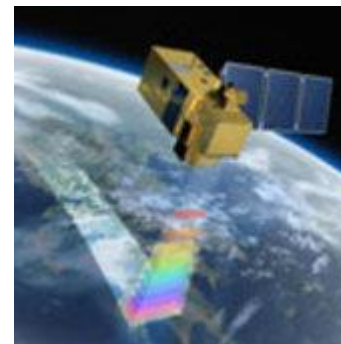
- Automatisation distinction agriculture/ prairies : indices de variabilité
- Productivité : besoin de calibration
- Prairies temporaires / permanentes :
 - Traitement de series multi-annuelle (>5 ans) : nb de retournement
 - > temps d'analyse accru
- Prairies **fauchées** / **paturé**
 - Images de haute fréquence temporelle
 - > pb régime mixtes
- Phénologie des espèces



Conclusion

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

- De l'échelle
- Du niveau de précision
- Des données disponibles
- Des contraintes de coût / temps



- **A venir : Sentinelles 2 : 10 m, 13 bandes (3 SWIR), répétitivité 5 j.**

.... **En attendant :**

images SPOT 4 simulation sentinelle : 5 j (CNES) : déc. à mai 2013

Landsat 8.