



Téledétection de *la Jussie* en milieu terrestre : importance pour la gestion

Historique de la recherche (Vilaine, Brière, Goulaine) et actualités 2017-2019 sur le corridor de la Loire et des zones humides associées

Jacques HAURY², Hervé NICOLAS¹, Tom LOREE^{1,2}

¹ AGROCAMPUS OUEST, Rennes France
UMR AGROCAMPUS-INRA SAS

³ AGROCAMPUS OUEST, Rennes France
UMR AGROCAMPUS-INRA ESE

Remerciements particulièrement à Benjamin BOTTNER (EPTB Vilaine), Jean-Patrice DAMIEN (PNR Brière), Youenn PIERRE (SBV Grand-Lieu), et bien sûr aux nombreux stagiaires



Problématique

**Présentation Succincte des résultats du programme AFB-
ONEMA AGROCAMPUS OUEST (2014-2017)**

Présentation du programme FEDER-Plan Loire (2017-2020)

Historique de la démarche de télédétection de la Jussie

La télédétection dans le programme Feder

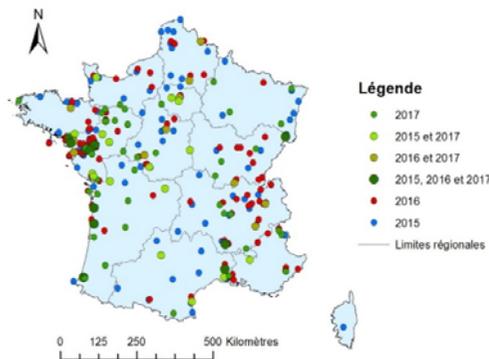
Problématique

- Jussie(s) : plantes amphibie(s) qui, à partir des milieux aquatiques, gagnent les berges, les grèves, les prairies inondables et différentes zones humides.
- On sait assez bien gérer les formes aquatiques, pas les formes terrestres établies → Quelles sont les difficultés de gestion (prévention, action curative précoce, action curative et contentions) ?
- Quelles adaptations des Jussies et quels risques engendrés ?
- Besoins des gestionnaires : Où ? Quelles priorités ? Suivi et estimation de l'efficacité → télédétection

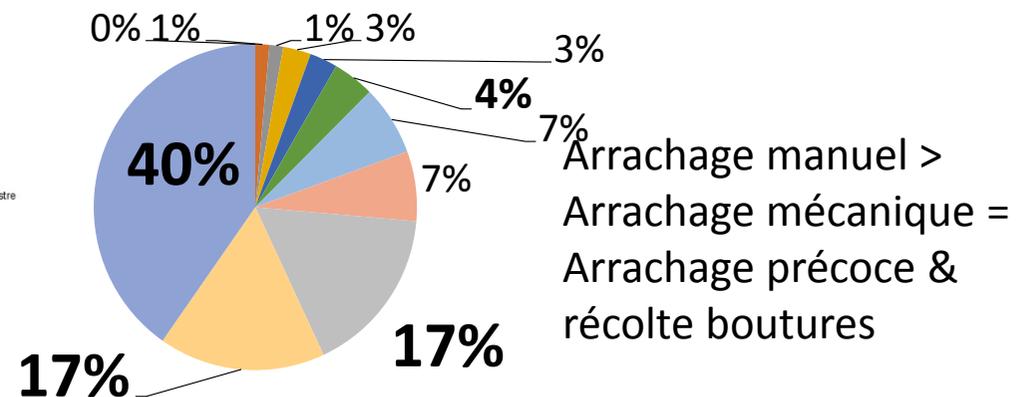
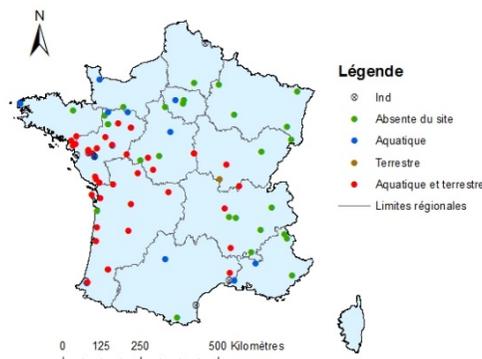
Résultats succincts du programme AFB-ONEMA AGROCAMPUS (HAURY & BARLOY, 2017) : biologie-écologie, adaptation des populations et gestion

- Biologie et Ecologie de terrain + enquêtes

Localisation des sites ayant répondu à l'enquête
(Réponses questionnaires 2015/2016/2017)



Formes aquatique et terrestre
(Réponses questionnaires 2017)



- Comparaison formes aquatiques et terrestres : études expérimentales de l'adaptation : Différence entre morphotypes terrestres et aquatiques

- Toutes les variables morphologiques et de biomasses sont plus élevées dans le morphotype terrestre qu'aquatique
- Les différences de comportement entre les morphotypes aquatique et terrestre révèlent-elles (ou non) l'émergence d'un nouveau morphotype avec de nouvelles capacités adaptatives ? → analyse génétique (pgm Feder)

Présentation du Programme FEDER : objectifs généraux et partie télédétection : *poursuite et approfondissement pgm ONEMA*

Objectifs généraux Loire et Côtiers vendéens

- **1** - Mieux connaître la distribution des Jussies : Micro-répartition de terrain, **télédétection**, usages des prairies et modélisation des pertes en fonction du % de recouvrement de Jussie / Effets climat et niveau d'eau
- **2** - Reproduction sexuée et génétique des populations : existences d'hybrides ? Rôle de la reproduction sexuée dans la structure génétique des populations en place ? Restauration de la fertilité ?
- **3** - Biologie des prairies et conduite des troupeaux, recensement des ennemis dans les populations en place, recherche bibliographique sur la lutte biologique

Télédétection : Historique des différentes étapes (1 - approche hyperspectrale, 2 - méthodes satellitaires, **3 - utilisation d'images drone et démélangeage → Atlas**)

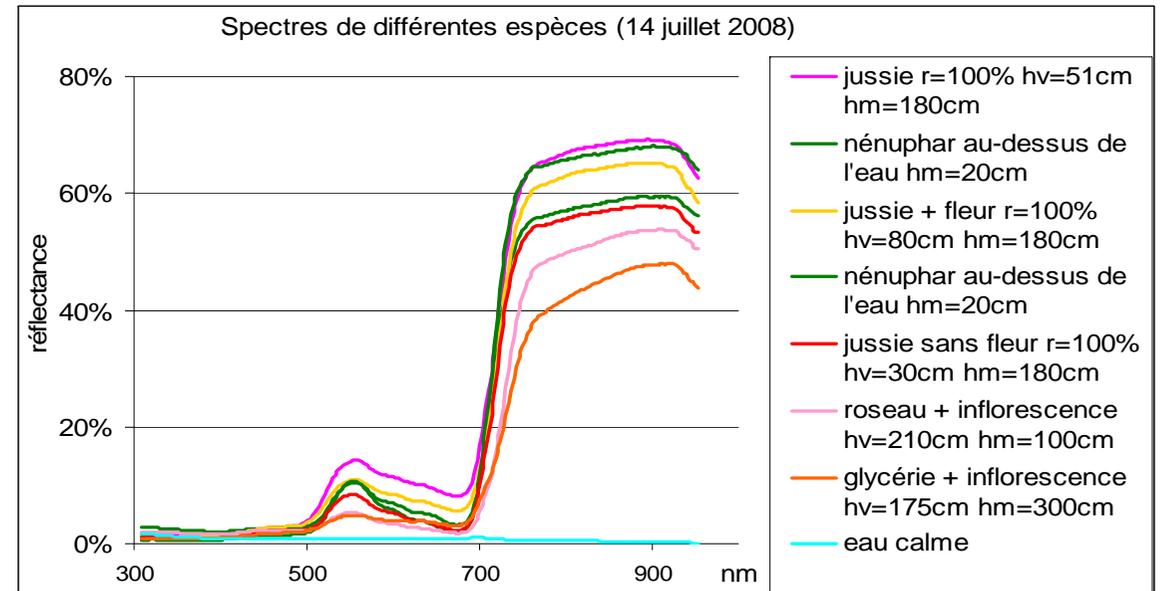
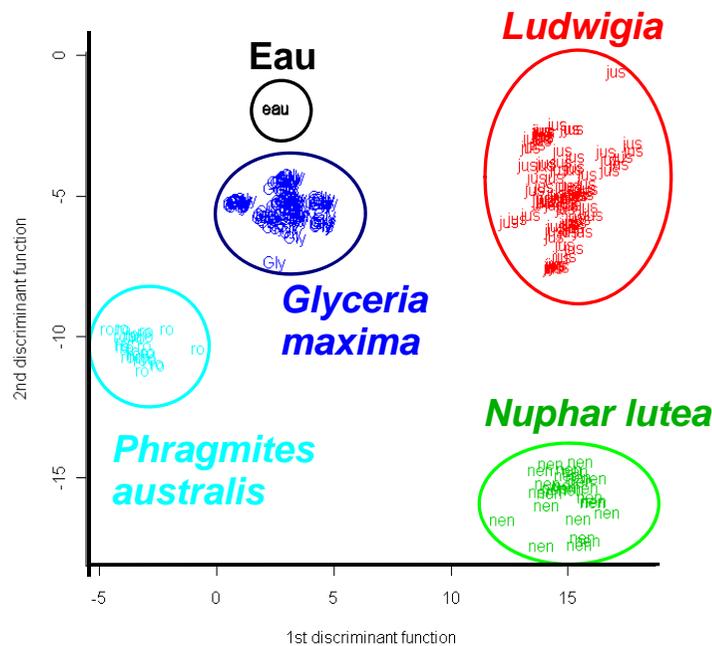
Partie 1 : hyperspectral



Travaux de terrain : spectres de réflectance populations pures vs spectralon (blanc pur)

→ Bibliothèque de spectres

→ Analyses d'images hyperspectrales

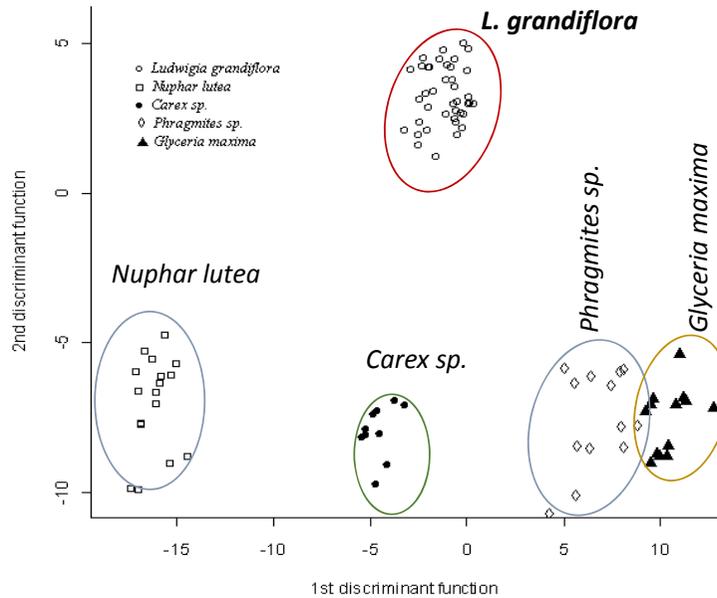
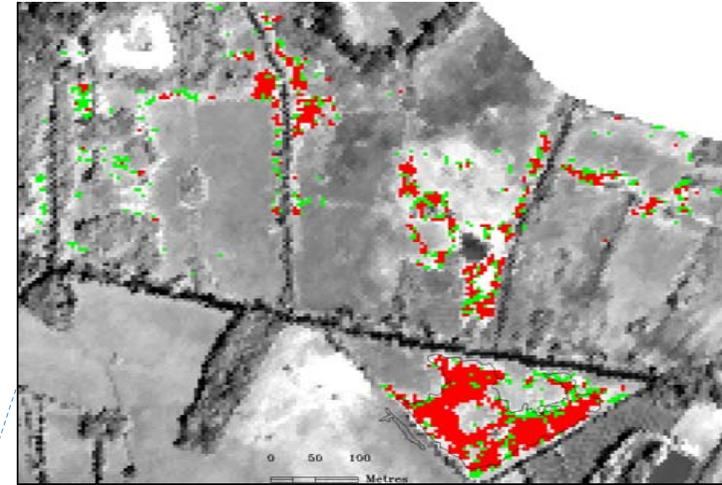


La (les) Jussie(s) sont bien distinctes

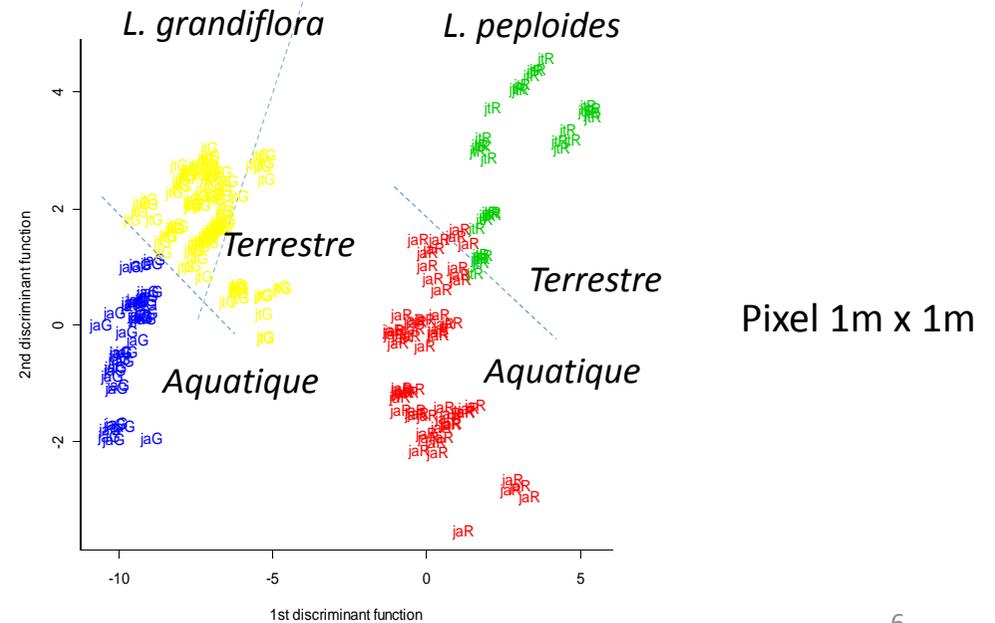
Partie 1 : hyperspectral

Analyse discriminante linéaire à 2 dimensions des spectres de réflectance
(Réduction des données à 8 fonctions splines)

Rouge : dominance de Jussie
Vert : mélange de Jussie + autres plantes



HYMAP - 2008 Image hyperspectrale Goulaine



A la même date : polymorphisme
Variabilité Intra-site > Variabilité Inter-site

Partie 1 : hyperspectral

Faisabilité de la télédétection : classification d'images aériennes

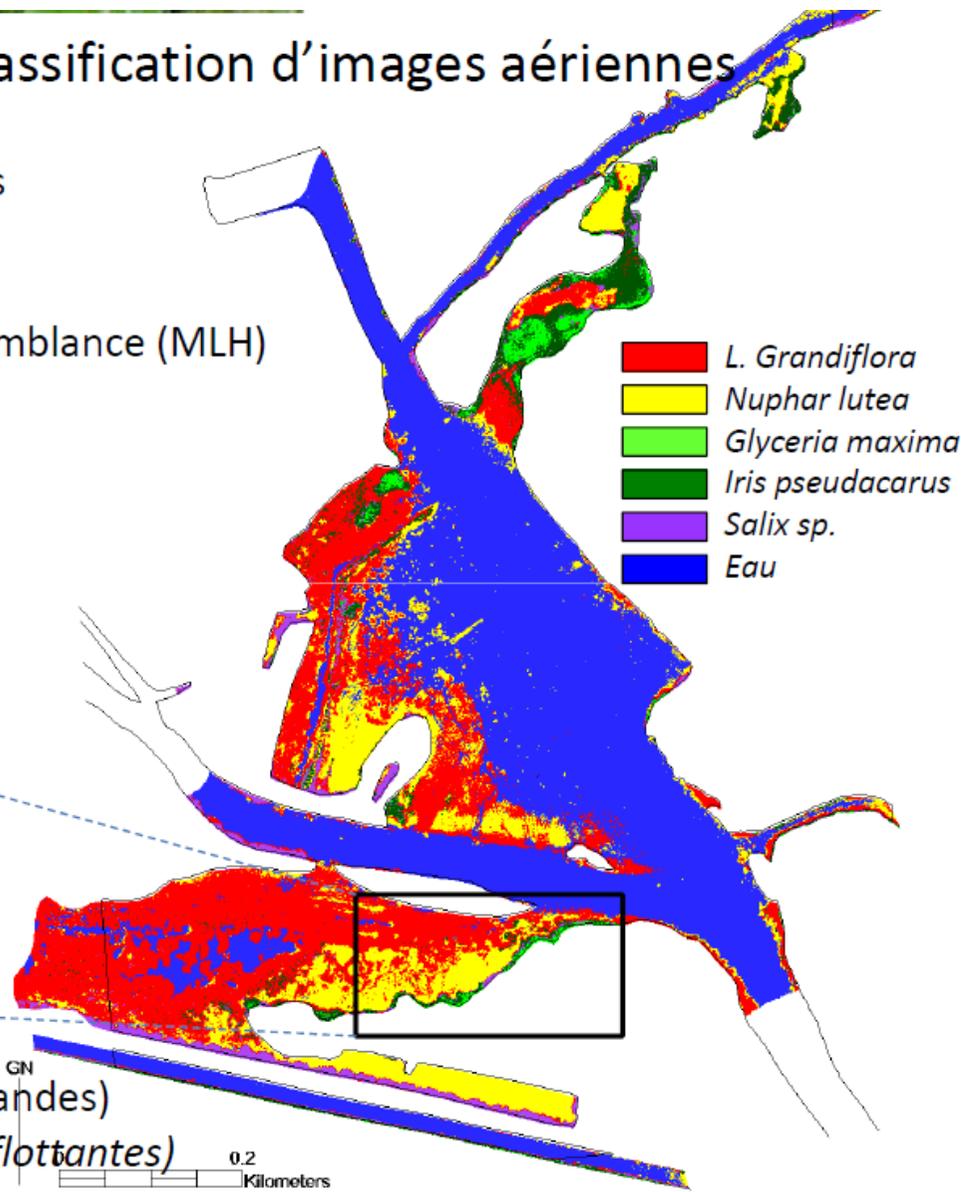
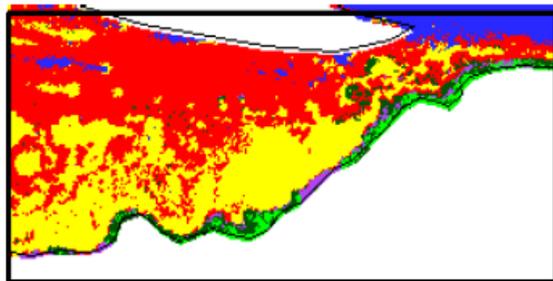
BD Topo IGN® Surfaces d'eau permanentes
(rivières et plans d'eau)

Meilleurs résultats par maximum de vraisemblance (MLH)

Précision globale 99,3%

Coefficient kappa 0,99

Couverts végétaux de petites tailles
Ripisylve (*salix*, *Glyceria*)

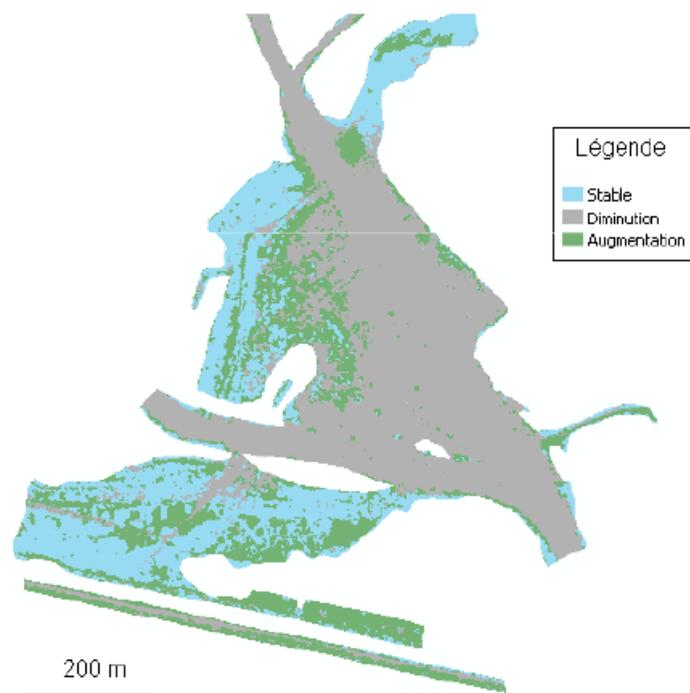


Nécessité de vérité-terrain étendue (160 bandes)
Plusieurs classes de *L. grandiflora* (*feuilles flottantes*)

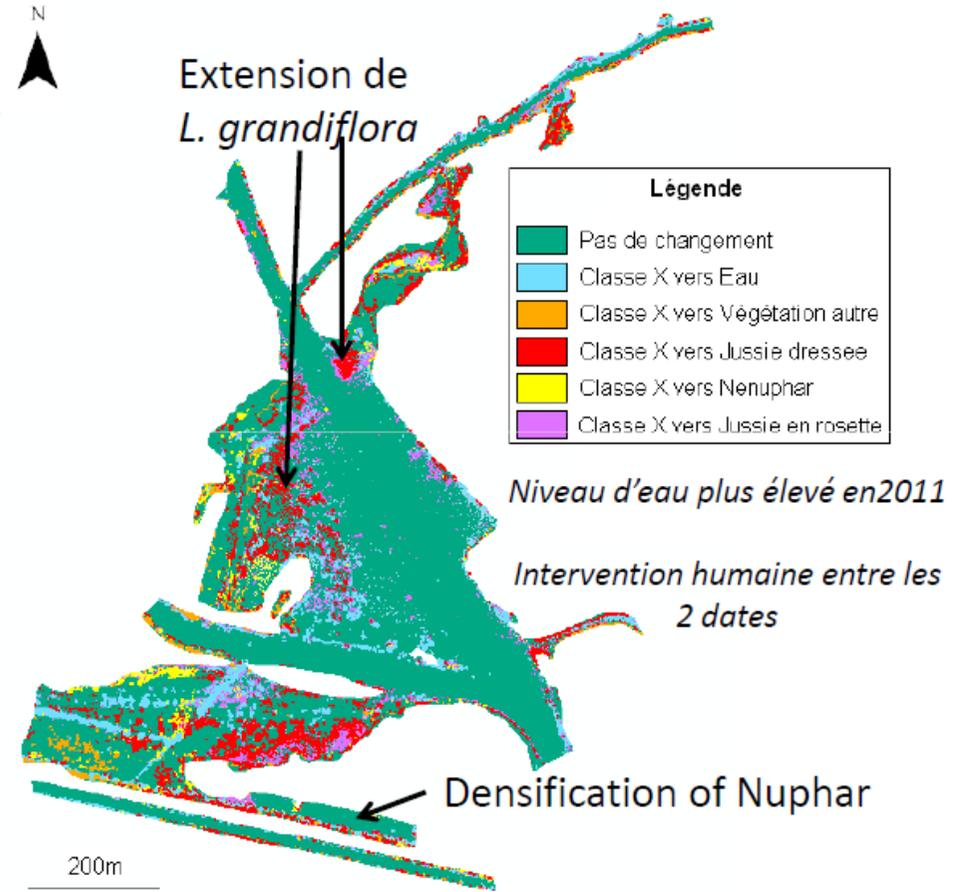
Partie 1 : hyperspectral

Faisabilité de la télédétection : détection de changement

Images aériennes Hyperspectrales
2010 et 2011
(MNF + Maximum likelihood classifier +
NDVI)



Densification et extension de la végétation
(Evolution du NDVI)



Par espèce végétale
(Comparaison de deux images classées)

Partie 1 : hyperspectral

Echelle fine:

Brière :
Accessibilité
du site,
végétation

Brière 2011

Réalité terrain
Cartographie
JP Damien

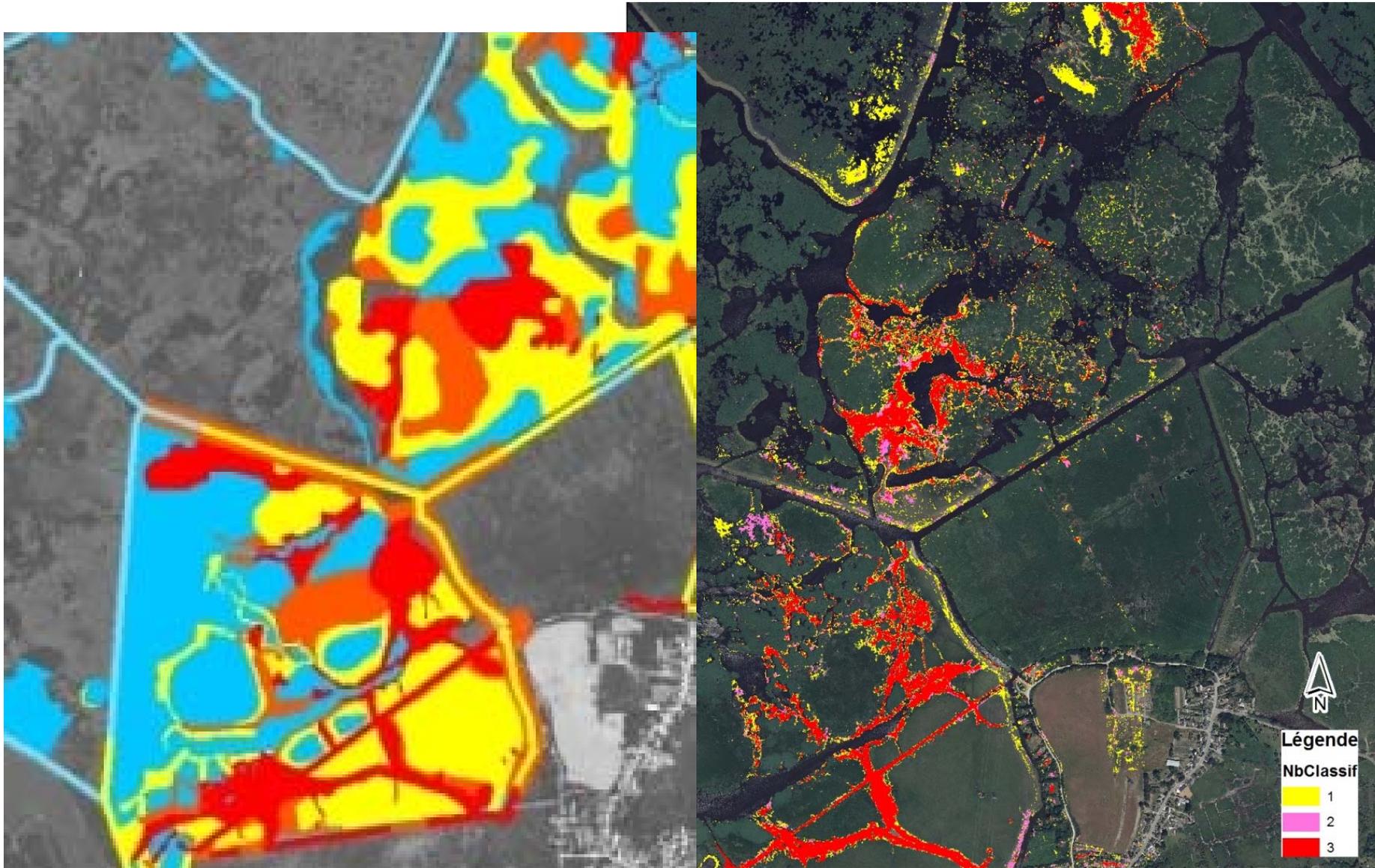


Image Hypspx, Septembre 2011, Classification maximum de vraisemblance

Estimation de variables biophysiques

Partie 1 : hyperspectral

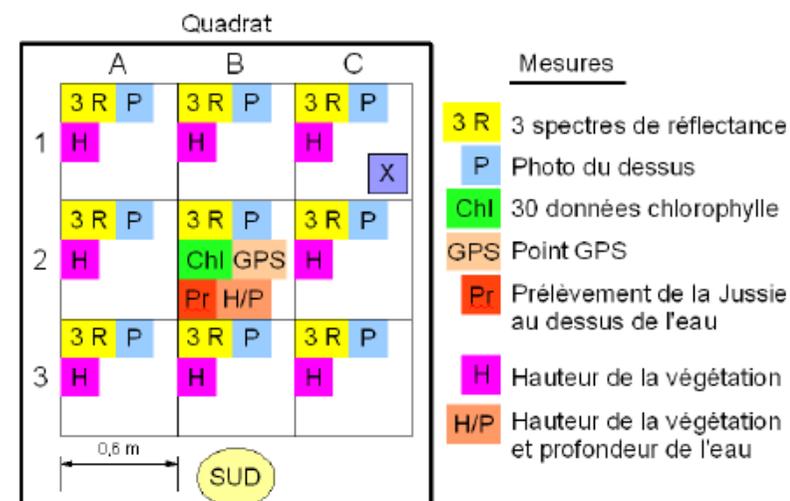
Indice foliaire LAI (Leaf Area Index)

Teneur en Chlorophylle a et b

Teneur en matières sèches

Teneur en eau

Biomasse



Partie 1 : hyperspectral

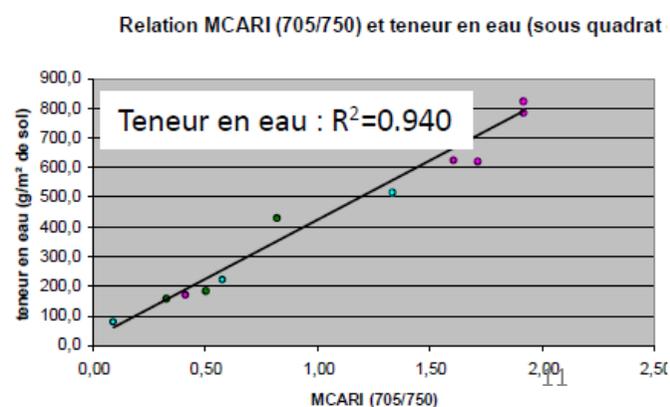
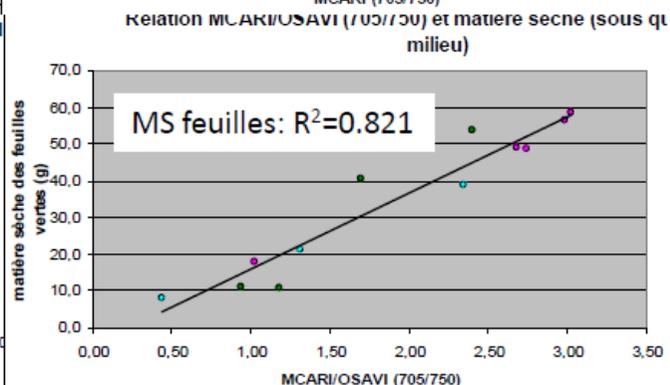
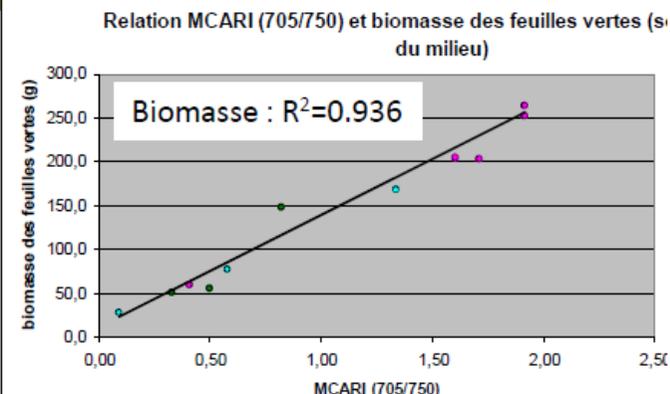
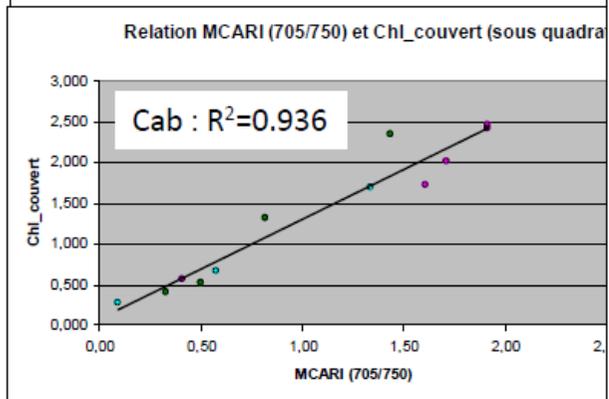
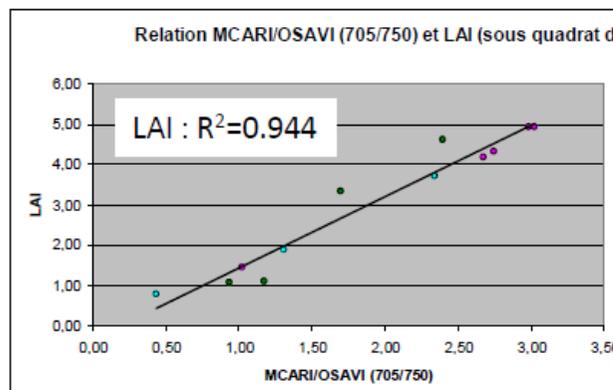
Estimation de variables biophysiques

Formes aquatiques et terrestre

Validation par prélèvement de la partie aérienne des plantes et par mesures in-situ de la teneur en Chlorophylle

Indices spectraux à bandes étroites dans le VIS et le PIR

(spectres de réflectance)



Partie 2 : satellite

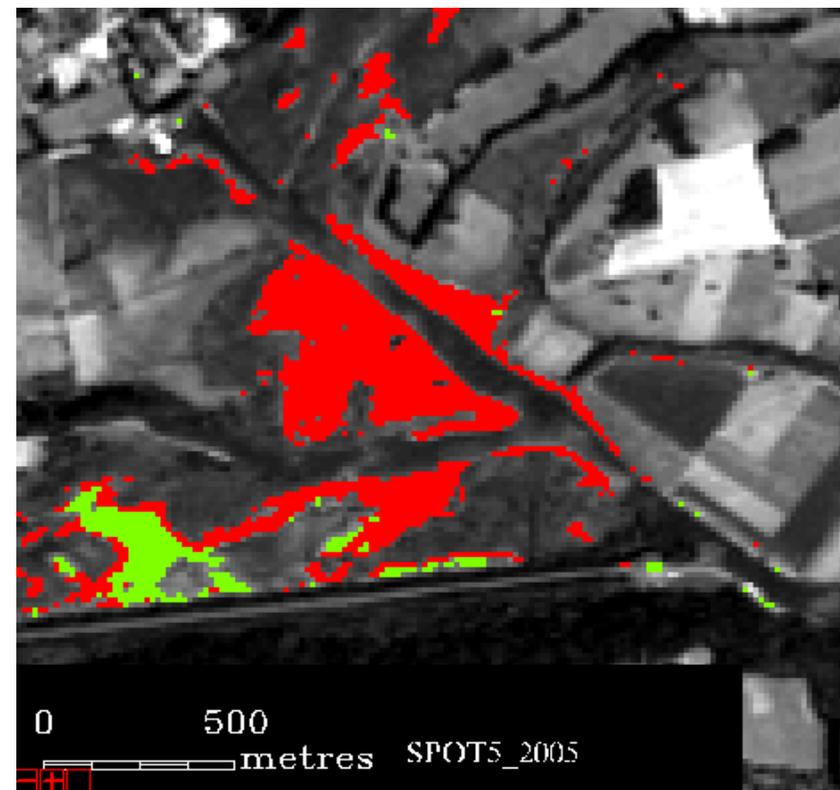
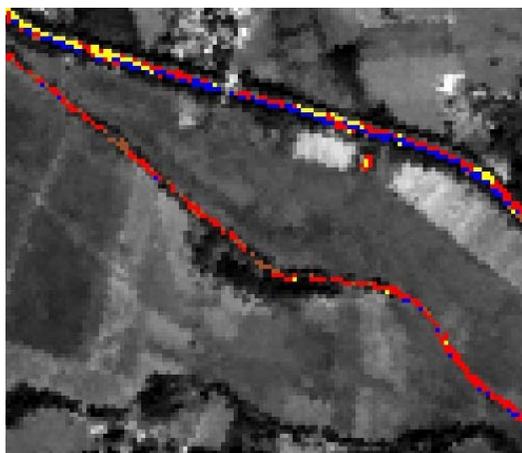
Images satellitaires

Images SPOT 5

Taille de pixel : 10m x 10m

Meilleurs résultats avec le classifieur
du maximum de vraisemblance (MLH)

Grandes taches correctement identifiées



Copyright CNES- SpotImage, ISIS program



Jussie

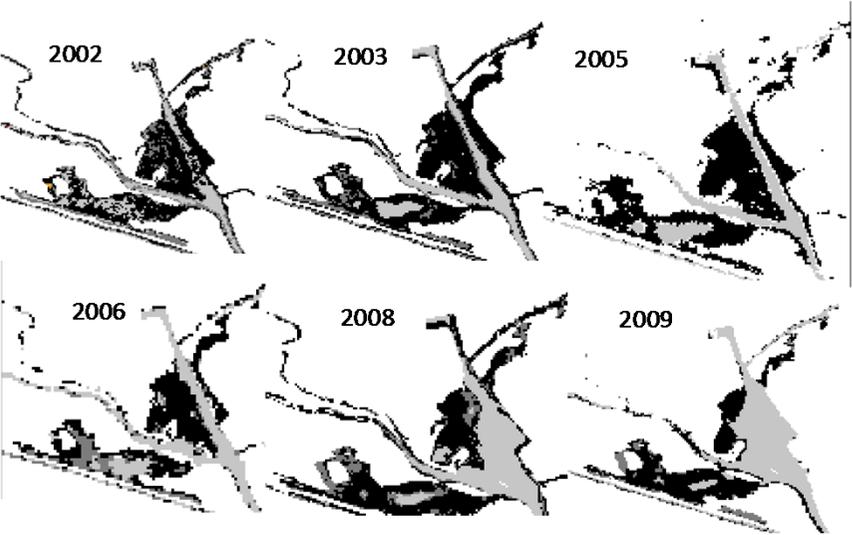


Autres végétaux aquatiques à feuilles flottantes

Confusion de la vegetation riparienne et des cours d'eau étroits

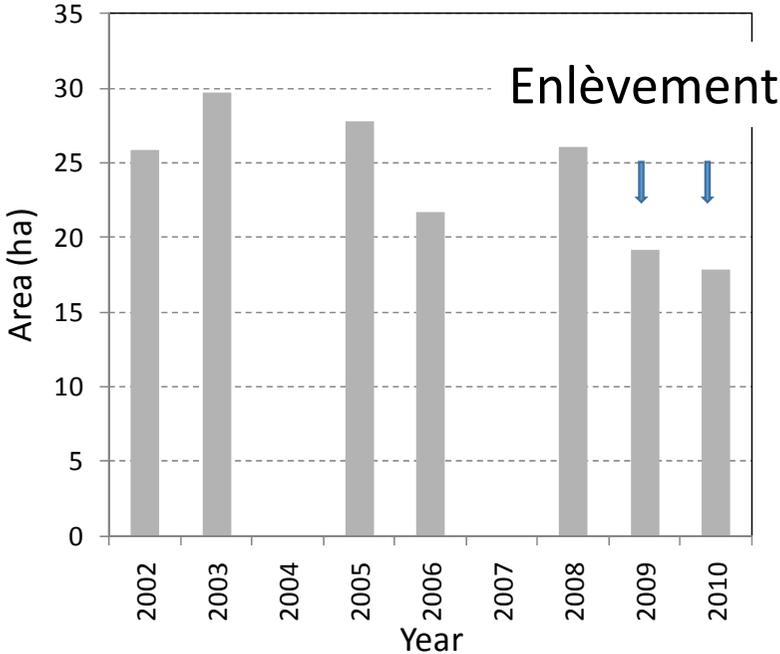
Partie 2 : satellite

Exemple du site de Glénac



Acquisition date	Satellite
2002/09/24	Spot5
2003/08/10	Spot5
2005/07/12	Spot5
2006/07/13	ASTER
2008/10/10	Spot5
2009/08/19	Spot5
2010/09/02	Spot5

Variations interannuelles



Partie 2 : satellite

Application à Grand-Lieu avec Sentinel2

Feder

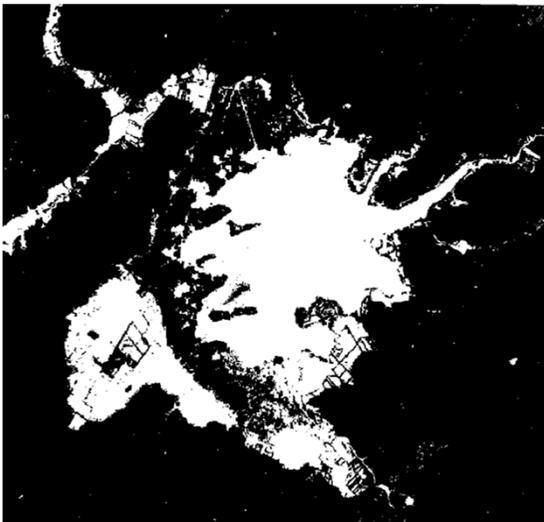
Masque de la "zone amphibie"

→ Pour faciliter la méthode Seuillage

→ Pour le calcul des surfaces de 3 méthodes complémentaires $NDWI = \frac{(X_{green} - X_{nir})}{(X_{green} + X_{nir})}$

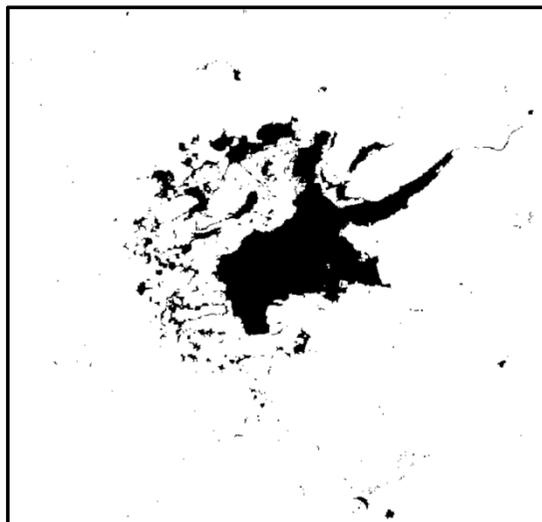
→ *Via* indice **NDWI** de Juillet et de Mars (Février) de chaque année

→ Définition des bordures du lac



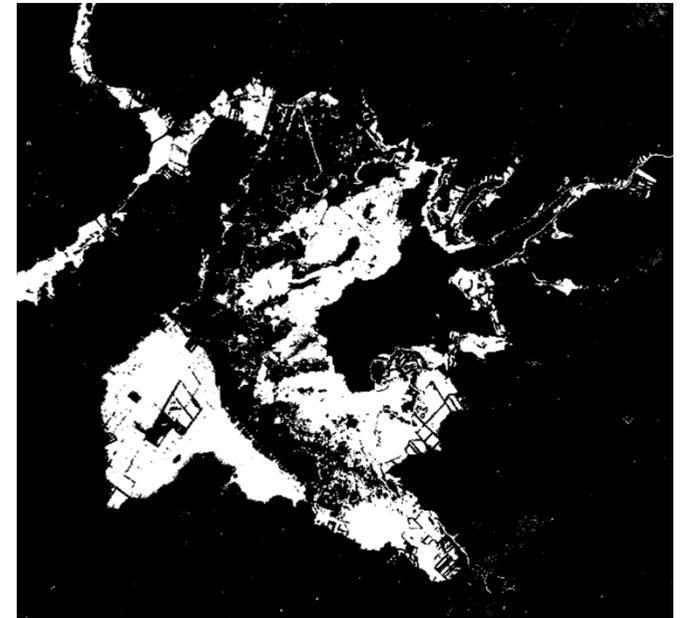
NDWI Mars
(NDWI < 0) = 0
(NDWI >= 0) = 1

X



NDWI Juillet
(NDWI >= 0) = 0
(NDWI < 0) = 1

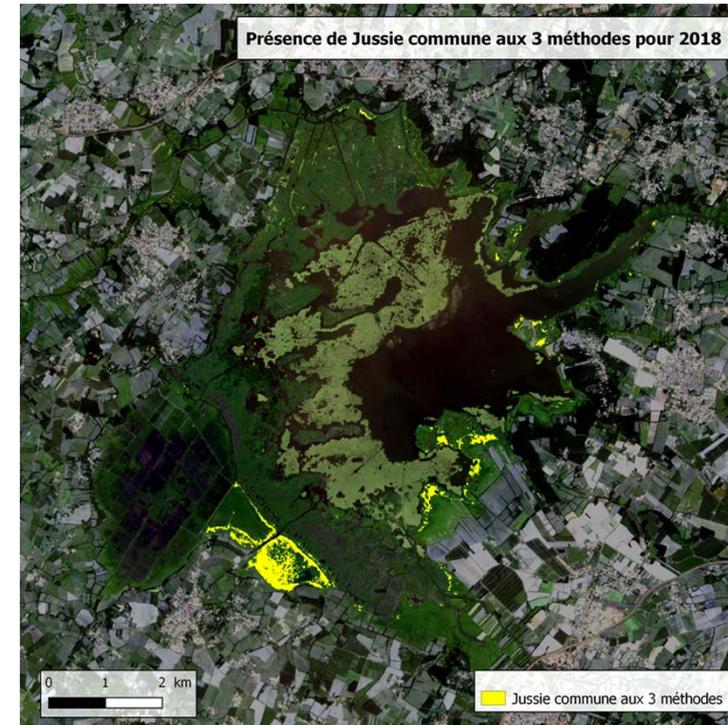
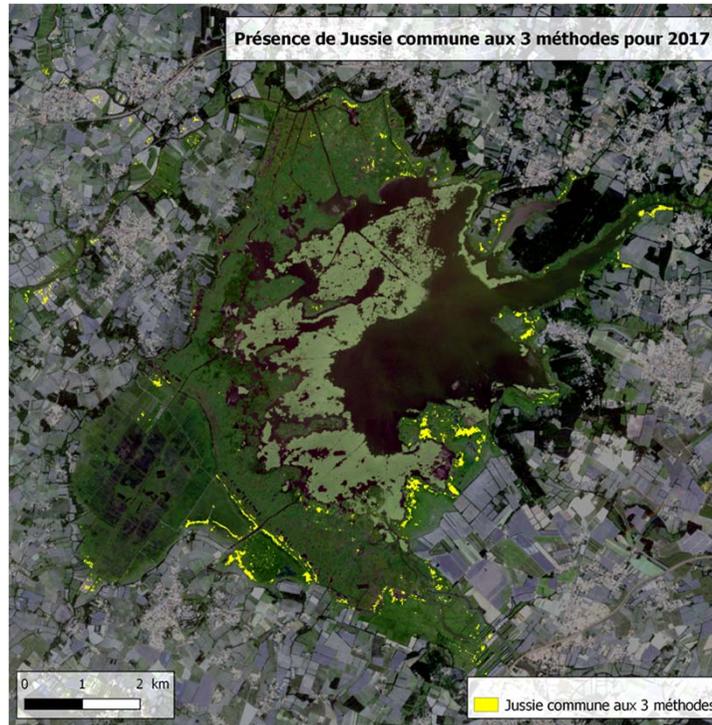
=



Zone Amphibie

Fusion des 3 méthodes logiciel (Terrset), Python supervisée, Python non supervisée

→ Fusion pour éviter de faire un choix entre les résultats : permet la définition des zones où la présence de la jussie est quasiment certaine (détectée par 3 méthodes différentes)



Partie 3: Démélangeage linéaire et Atlas

Résultats des
démélangeages de
Grand-Lieu

A et B : à partir de
spectres issus de Brière
1/7/2018 et 16/7/2018

C : à partir de spectres
ASD de terrain
16/7/2018

D : Jussie à trois dates
en 2019 mai, mai et
juillet, juillet seul, avec
une définition par
Random Forest

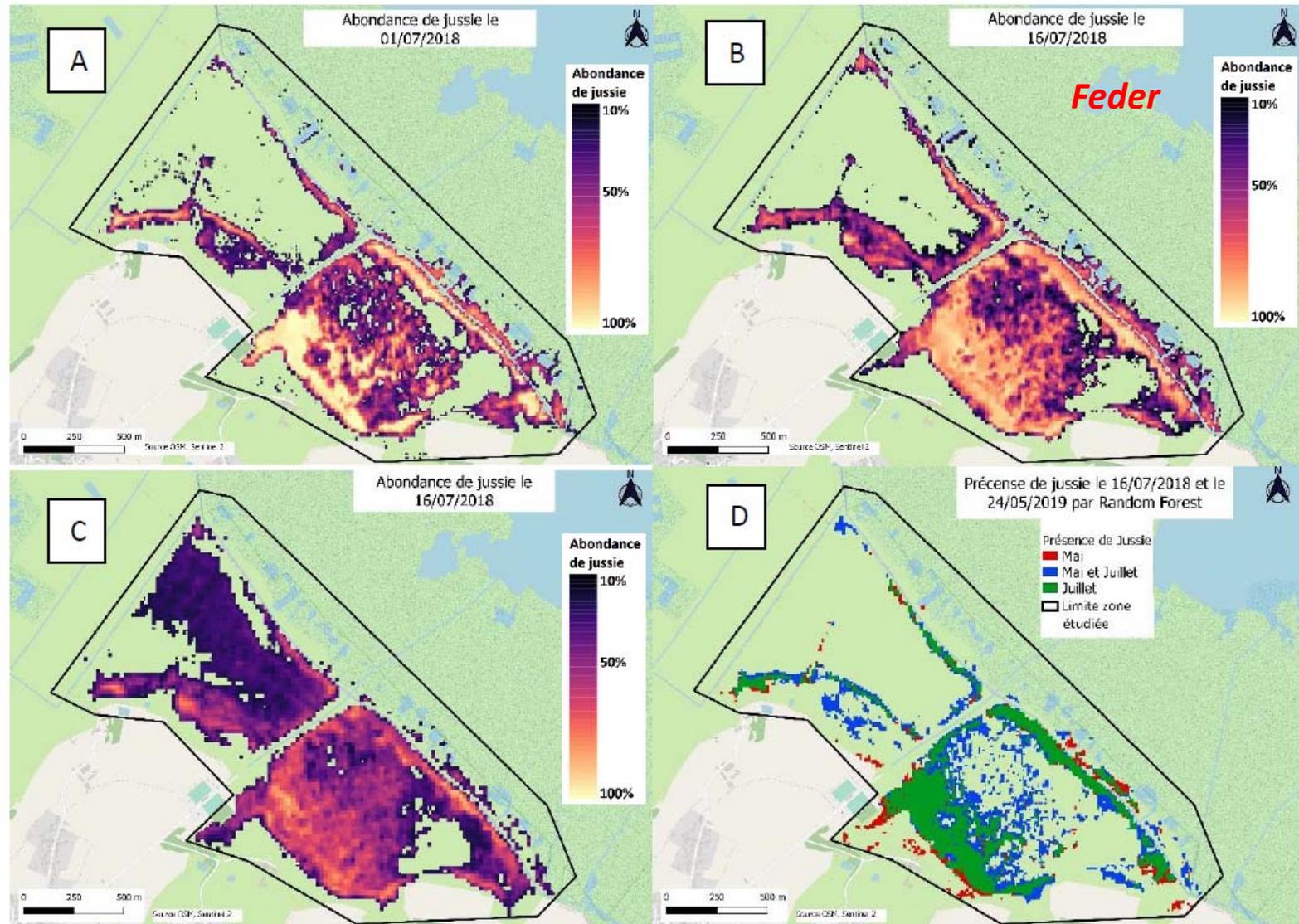


Figure 25 : Comparaison entre des démélangeages de Grand-Lieu (spectres issus de Brière en A et B, spectres ASD terrains en C) à différentes dates et une classification par Random Forest (D)

Partie 3: Démélangeage linéaire et Atlas – Brière à 2 dates, avec spectres de Brière

Objectif : estimer les pourcentages de Jussie dans les mélanges

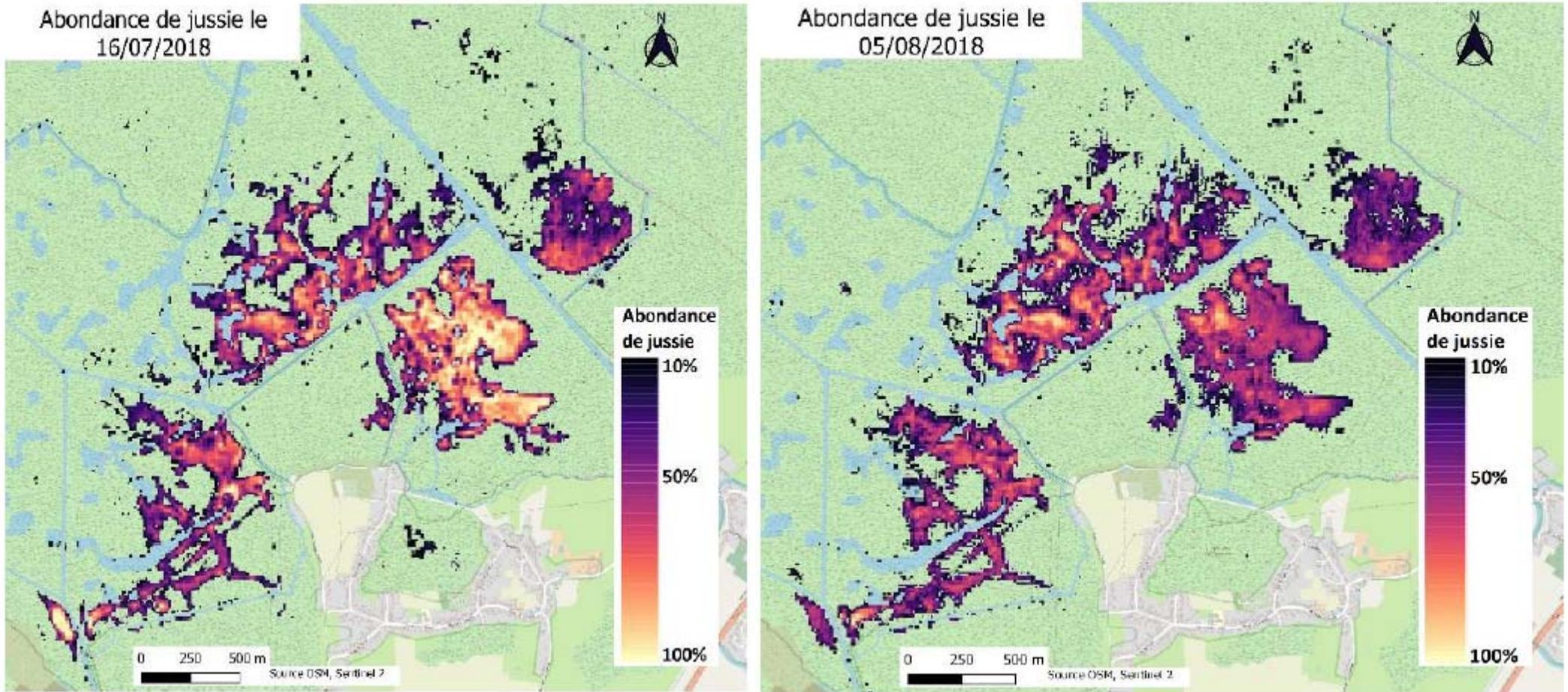


Figure 27 : Comparaison entre des démélangeages de Brière (spectres issus de Brière) à différentes dates

2.3.2 Cartes des classifications drone :

Partie 3:
Démélangeage
linéaire et
Atlas

Apport des
Images drone
+ classification
par Random
Forest

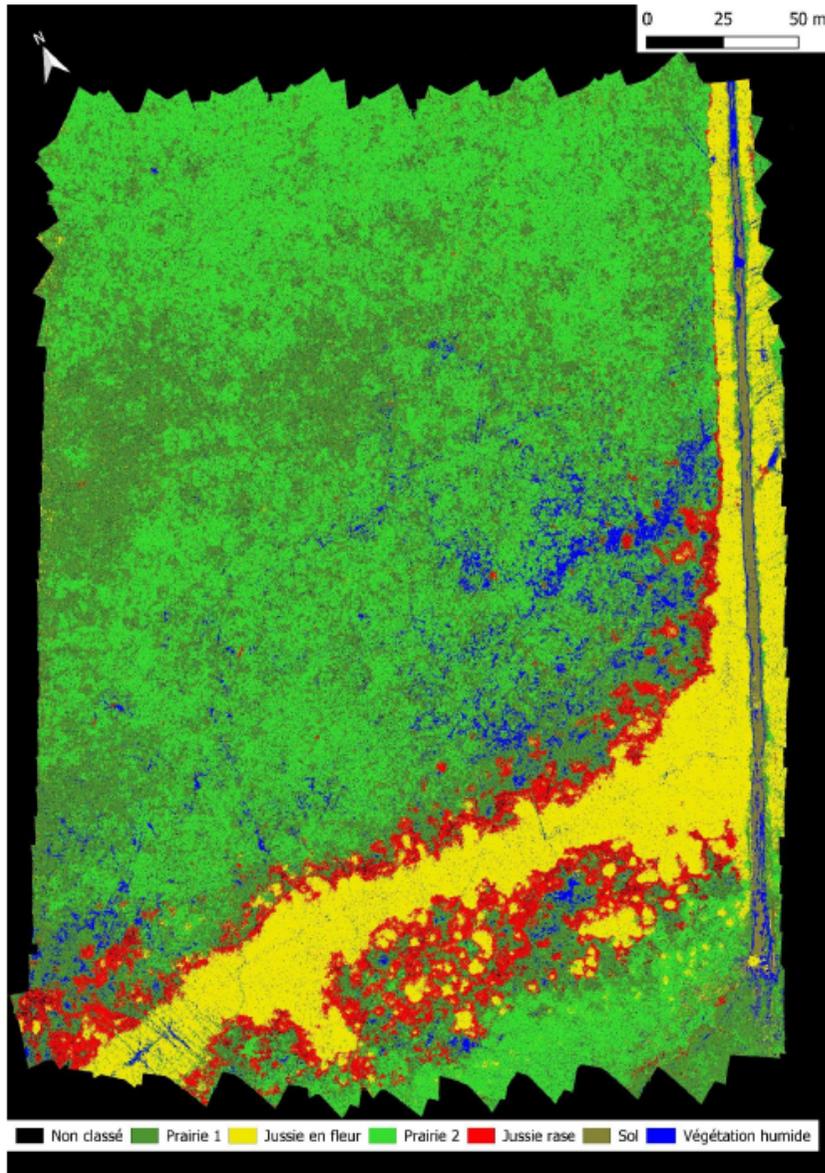


Figure 29: Classification par Random Forest de l'image drone de Grand-Lieu à basse résolution

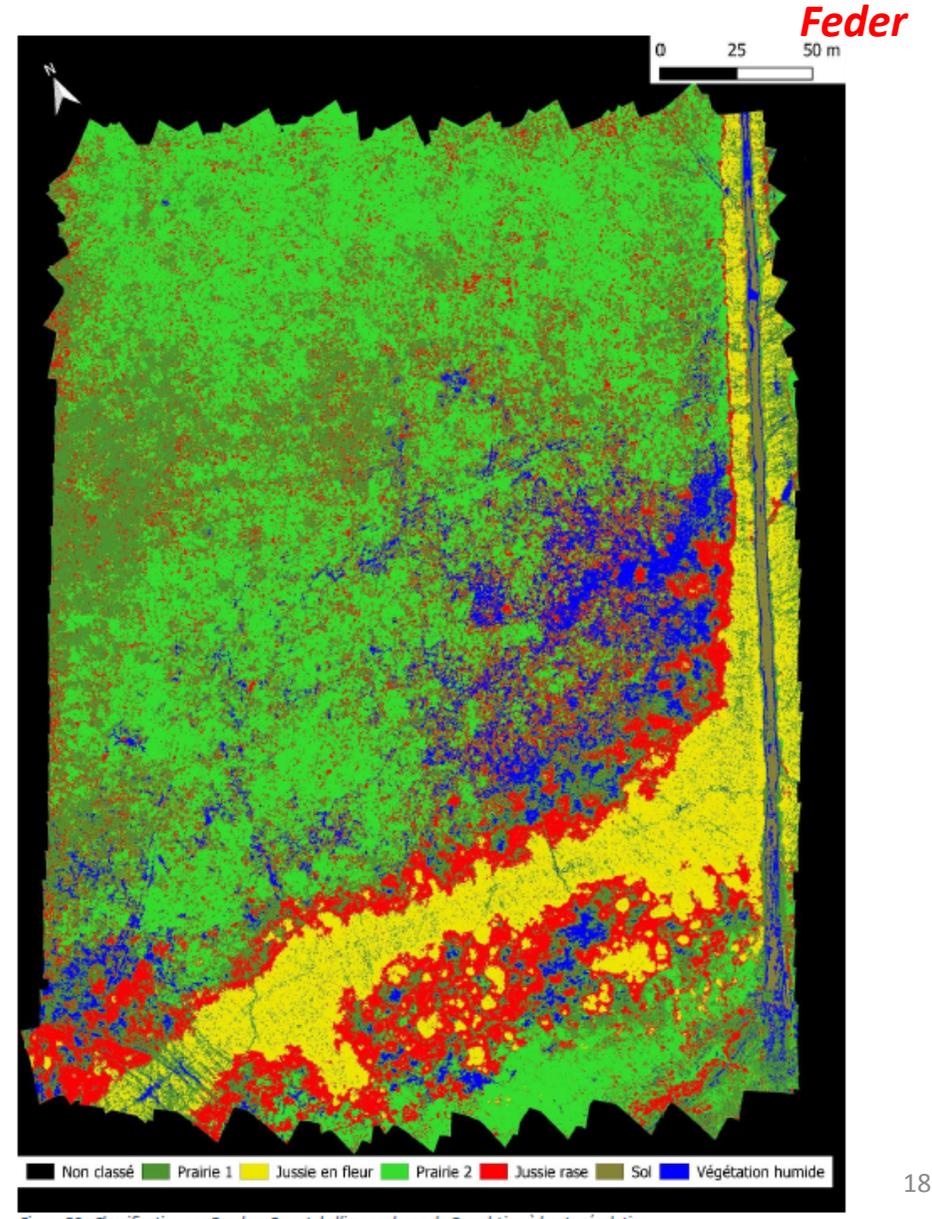
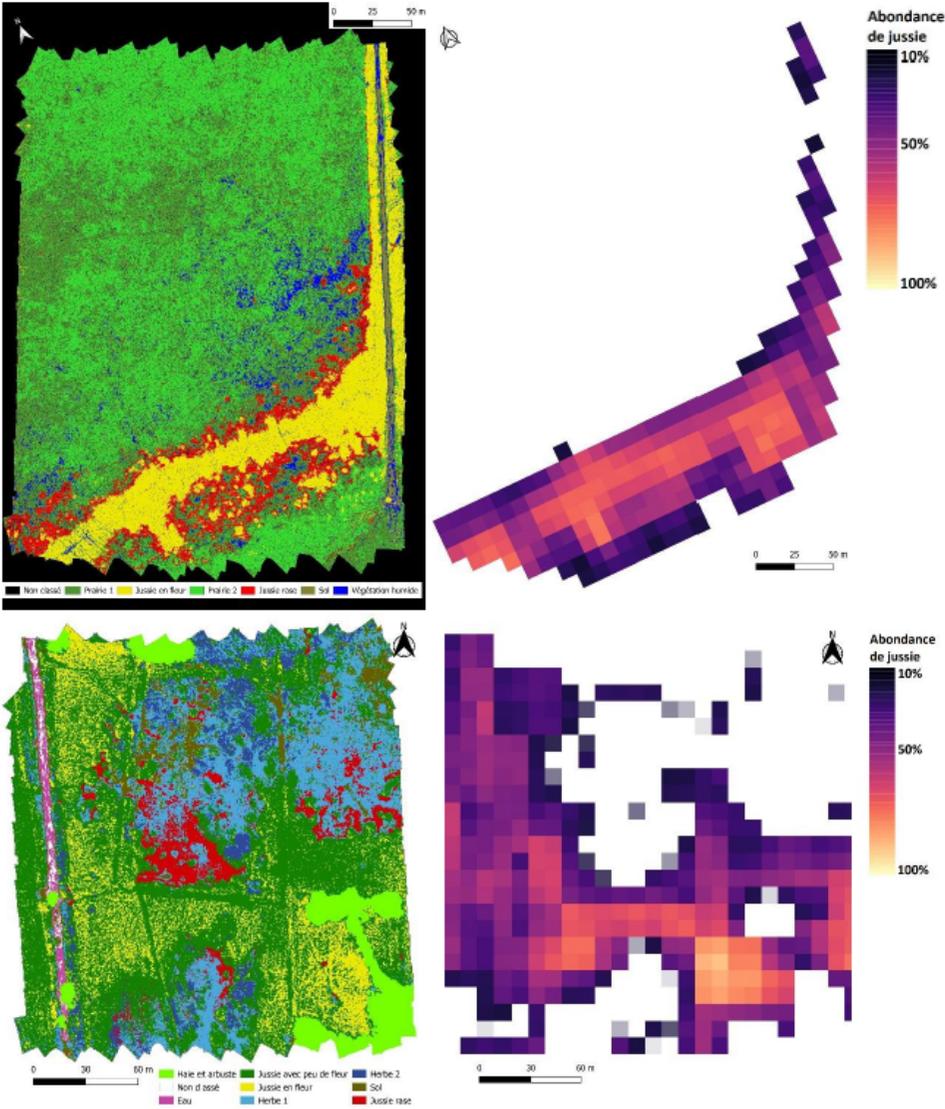


Figure 30 : Classification par Random Forest de l'image drone de Grand-Lieu à haute résolution

Grand-Lieu

Goulaine

Démélangeage



Partie 3: Démélangeage linéaire et Atlas

Images drone

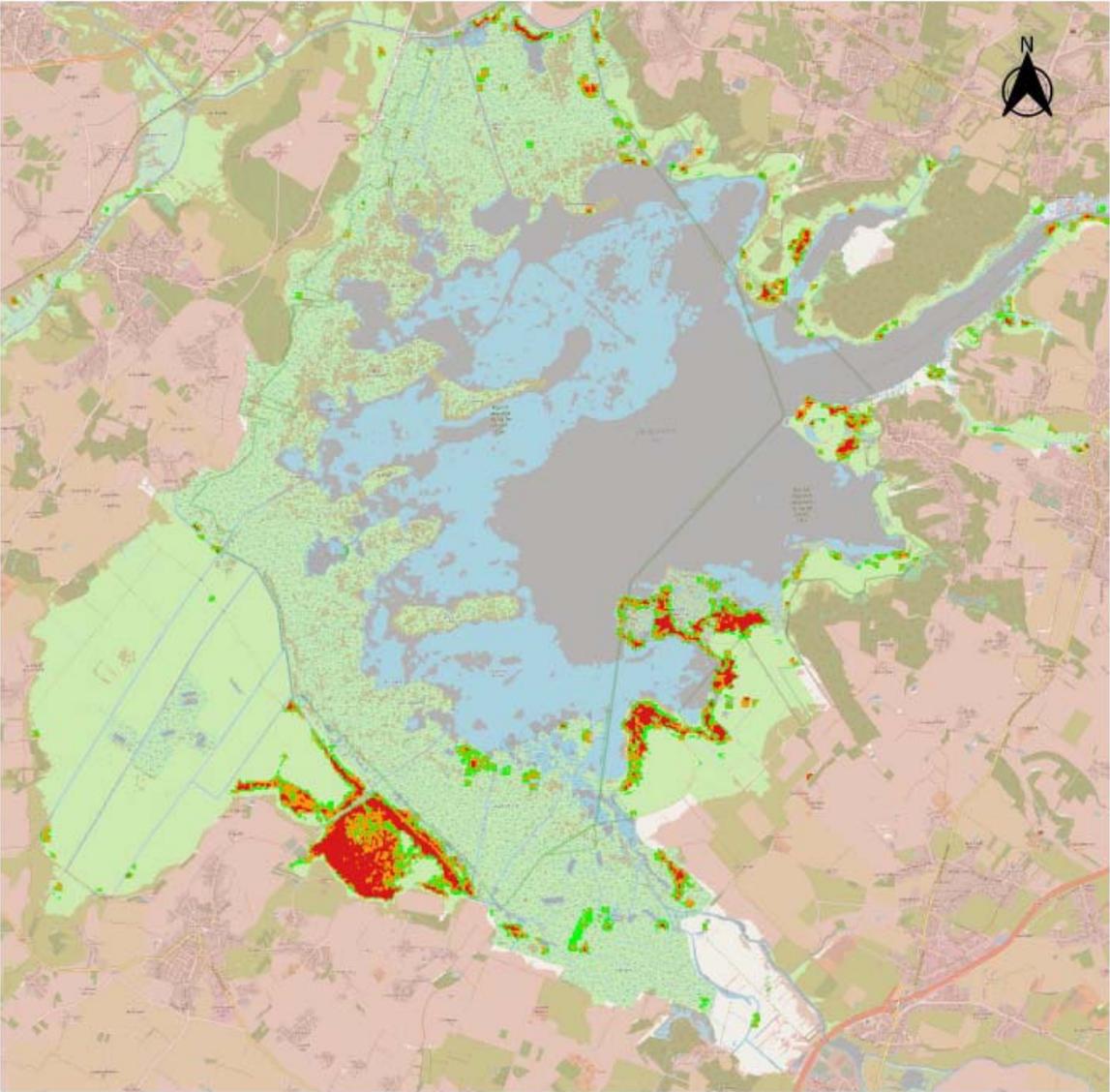
Figure 33 : Comparaison de la classification issue du drone (à gauche) au démélangeage à partir des spectres issus de Brière (à droite), Grand-Lieu en haut, Goulaine en bas.

Partie 3: Démélangeage linéaire et Atlas

Abondance
faible
moyenne
forte

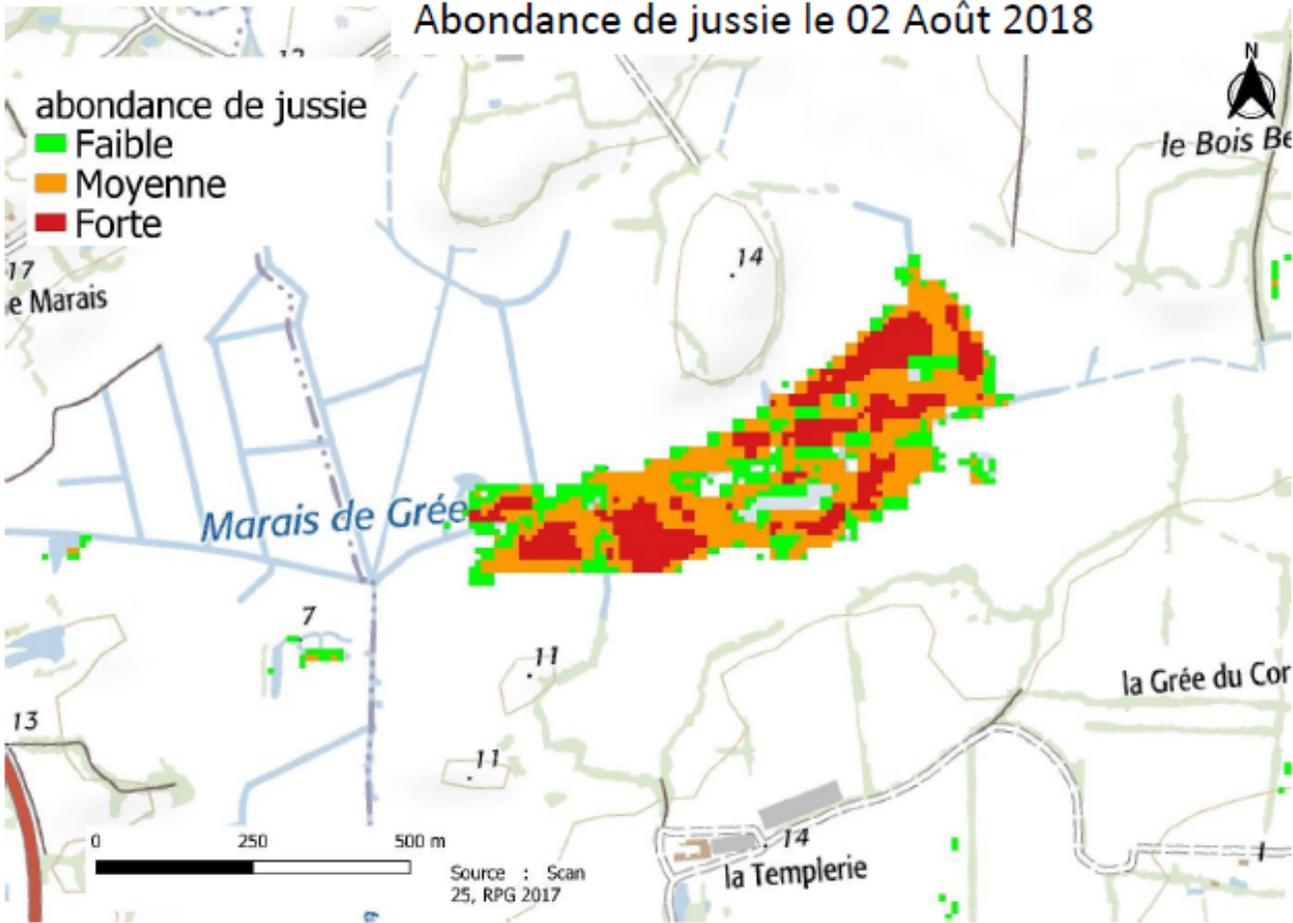
Zone non amphibie
■

Source : Sentinel 2, OSM



Abondance de jussie le 16 Juillet 2018

Partie 3: Démélangeage linéaire et Atlas



6 : Marais de Grée, Ancenis

Discussion-Perspectives

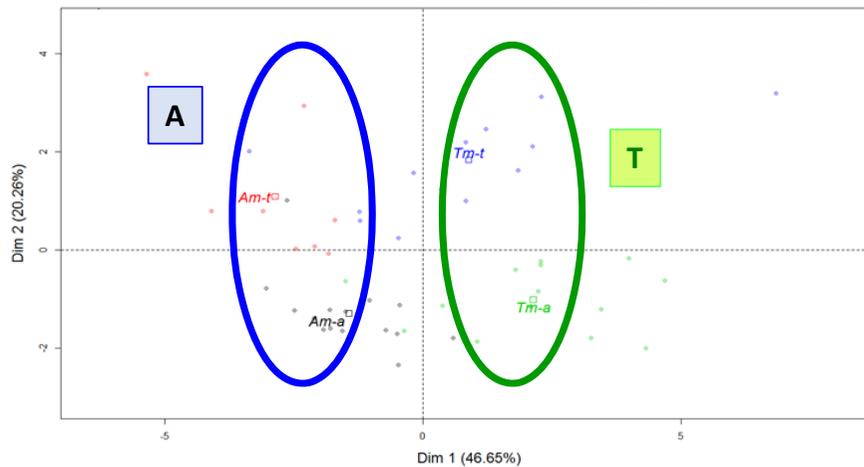
- Une évolution très rapide (techniques, disponibilité des images)
→ Nécessité de croiser les échelles et outils en fonction des objectifs
- Intérêt de l'intégration spatiale et de l'identification des petites populations → gain de temps de prospection terrain, identification de secteurs prioritaires ou problématiques
- Démélangeage : estimation des recouvrements de Jussie dans des végétations complexes
- Relier les images satellitaires ou hyperspectrales à des variables biophysiques → prévision de travaux
- Coût du traitement (initial), mais possibilité de mise à disposition d'images prétraitées en libre-accès



**Merci pour votre attention
Des questions ?**

Impact du stress sur les variations morphologiques

Plan factoriel des individus (PCA)
/ variables des morphotyped

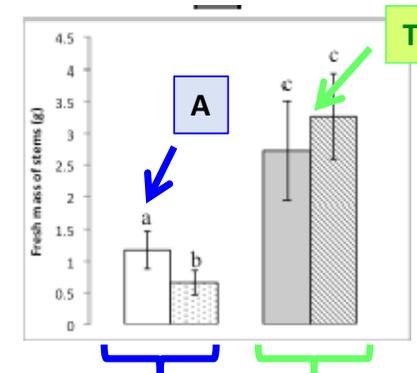


* Différence entre morphotypes terrestres et aquatiques .

s

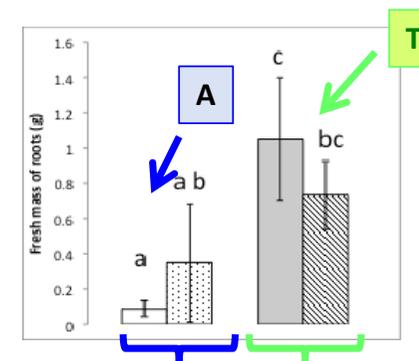
Toutes les variables morphologiques et de biomasses sont plus élevées dans le morphotype terrestre qu'aquatique, indépendamment des conditions écologiques

Biomasses aériennes

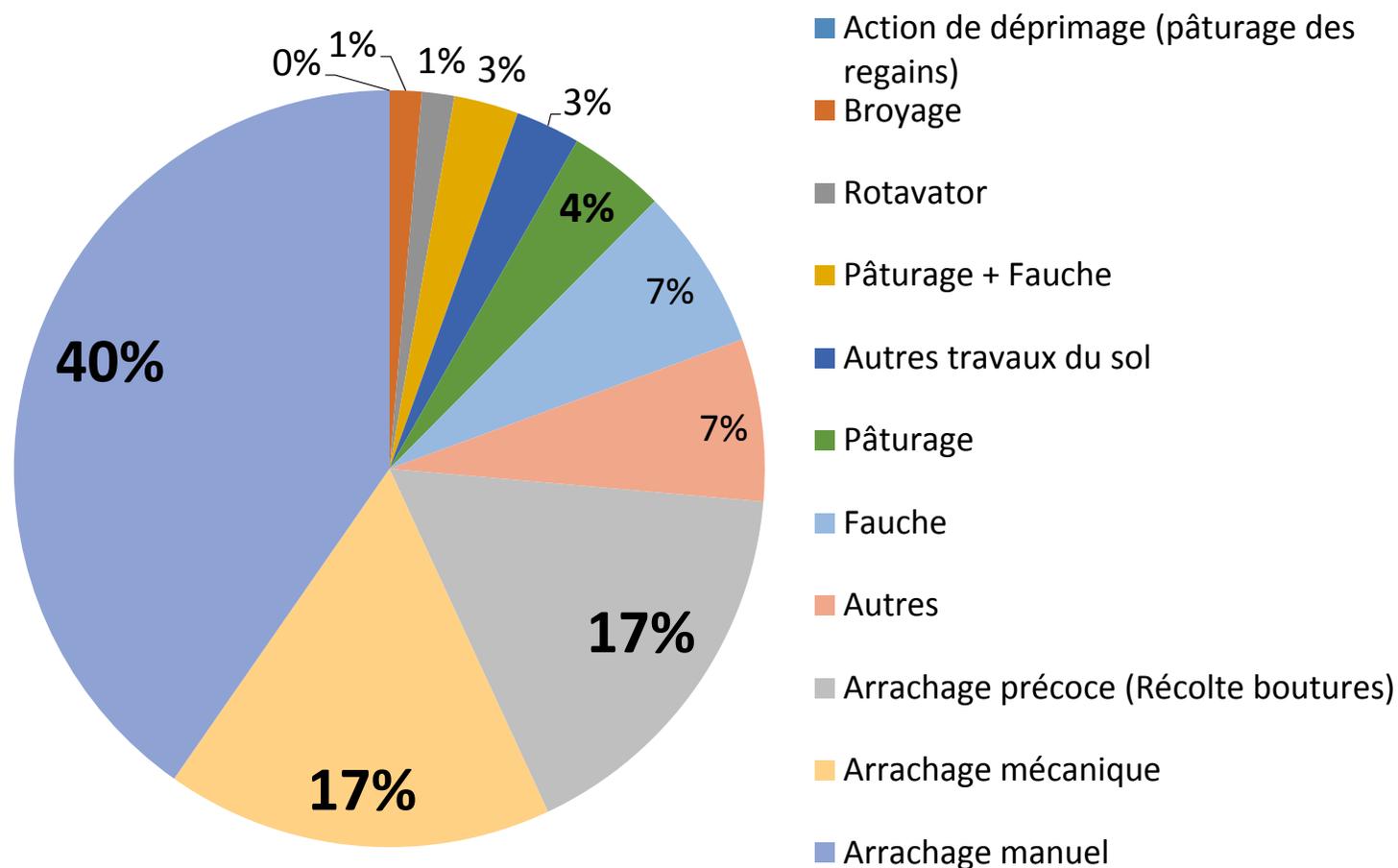


Transplantations croisées

Biomasses racinaires



Les gestions pratiquées en France sur les formes terrestres de Jussie



Réponse à la question « Quelles actions avez-vous mené (ou mènerez-vous) contre la propagation de la forme terrestre de Jussie ? » (choix multiples, n=72)