

06.06.2024

TELEDETECTION PAR DRONE EN ZH :

RETOUR D'EXPERIENCE
&
APPLICATION A LA CARTOGRAPHIE
DE LA JUSSIE EN MARAIS



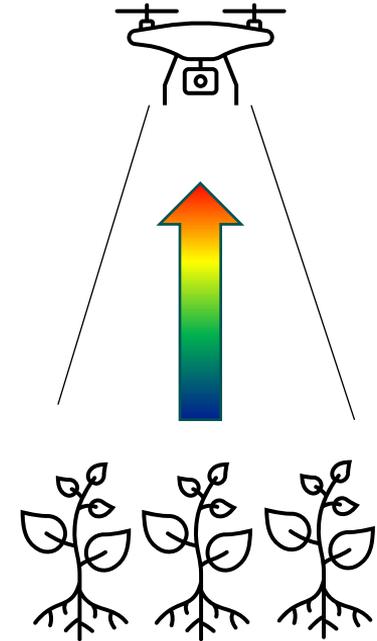
Adaptée de la présentation du stage réalisé par Valentine Dagobert
Cartographie d'espèces invasives grâce aux images drone
multispectral ; De l'acquisition aux traitements :
Cas de la Jussie (*Ludwigia grandiflora*) dans les marais de l'Isac

**eaux &
viLaine**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC TERRITORIAL
DU BASSIN DE LA VILAINE

Sommaire

1. Introduction & problématique	3
2. Vol drone : ce qu'il faut savoir	9
3. Matériels	13
4. Méthodes	18
5. Résultats & Discussion	23



Partie 1

Introduction & problématique



Introduction & Problématique

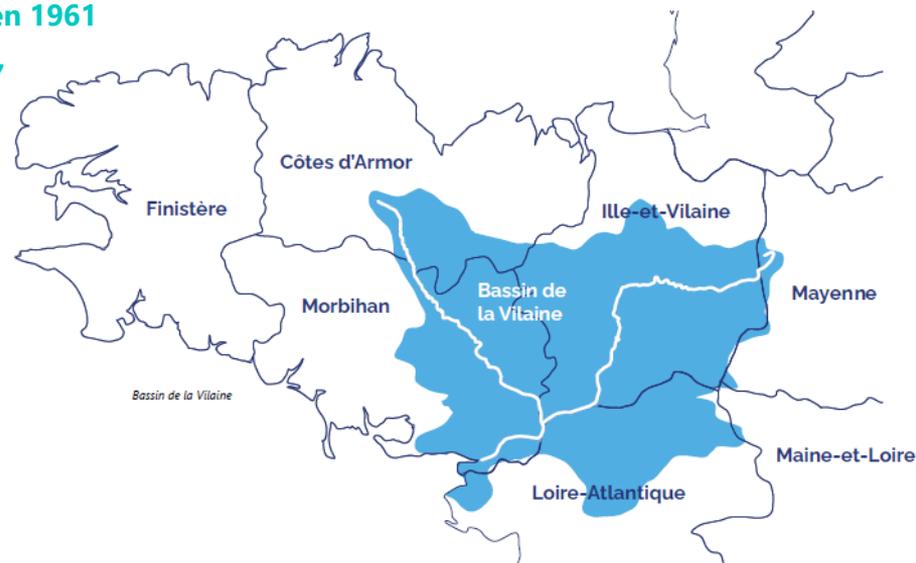
Présentation d'Eaux & Vilaine

Initialement IAV (Institution d'Aménagement de la Vilaine) créé en 1961

Etablissement Public Territorial de Bassin agréé par l'État en 2007

Transformation en Syndicat Mixte EPTB Vilaine en 2017

Nouveau nom « Eaux & Vilaine » – EPTB Vilaine depuis 2022



LA MISE EN ŒUVRE DU SAGE VILAINE

Planification et animation d'un projet territorial pour une gestion intégrée de l'eau et des milieux aquatiques ; coordination avec les autres collectivités et acteurs de l'eau.



LA SÉCURISATION DE LA PRODUCTION D'EAU POTABLE

Gestion de l'usine d'eau potable de Vilaine Atlantique, sécurisation de l'approvisionnement grâce aux canalisations d'interconnexion avec les autres usines de production.



PRÉSERVATION DE LA QUALITÉ DES MILIEUX

Etat physique et biologique des rivières, continuité écologique, restauration des cours d'eau et des milieux aquatiques.



LA PRÉVENTION DES CRUES ET DES ÉTIAGES

Actions de prévention et de protection contre les inondations, développement d'outils de modélisation, gestion quantitative de la ressource en eau.



RECONQUÊTE DU BON ÉTAT ÉCOLOGIQUE DE L'EAU

Suivi des concentrations de nitrates, phosphore, pesticides, de la source à l'estuaire. Diagnostics et accompagnement pour la réduction des pollutions.



POISSONS MIGRATEURS



PROTECTION DU LITTORAL

Suivi environnemental de l'estuaire, dragages pour le maintien des usages, développement d'une navigation durable, adaptation au changement climatique.



LA GESTION DES GRANDS OUVRAGES

Gestion du barrage estuarien d'Arzal et des trois barrages de Vilaine Amont.



MAINTIEN ET VALORISATION DE LA BIODIVERSITÉ

Gestion agro-environnementale des marais, lutte contre les espèces invasives, bocage, Natura 2000.



COMMUNICATION SENSIBILISATION

Eaux & Vilaine

Notre territoire

La Vilaine, fleuve côtier de Bretagne, prend sa source à 153 m d'altitude dans les collines de Juvigné, dans le département de la Mayenne, pour se jeter dans l'océan Atlantique après un parcours de près de 230 km. A cheval sur **2 régions** et **6 départements**, le bassin de la Vilaine regroupe **515 communes** sur plus de **11 000 km²**.

Introduction & Problématique

Cadre d'étude

L'étude s'inscrit dans :

Mission du SAGE Vilaine : Lutte contre les Espèces Exotiques Envahissantes (EEE).

Stratégie EEE du Bassin de la Vilaine 2023-2028

Animation du Site N2000 Marais de Vilaine

Mesure Agri-Environnementale E-E-E

Gestion des niveaux d'eau du marais de l'Isac

Acquisition de drone & Formation de télépilote

1 | Prévenir l'introduction et la propagation des EEE.

- 1.1 | Stopper l'utilisation ornementale d'EEE (collectivités, entreprises et particuliers).
- 1.2 | Identifier et mettre en oeuvre des mesures préventives visant à limiter les pressions et perturbations favorables aux invasions.
- 1.3 | Mettre en place ou participer aux réseaux de veille et d'alerte.
- 1.4 | Élaborer des protocoles et des méthodes d'intervention.
- 1.5 | Intervenir rapidement lors de l'apparition de nouvelles espèces ou sur des sites récemment colonisés par des EEE.

2 | Intervenir sur les EEE et les écosystèmes.

- 2.1 | Développer et promouvoir des mesures de gestion et de restauration adaptées des écosystèmes dégradés.
- 2.2 | Mettre en place des interventions de régulation et de confinement.
- 2.3 | Réaliser un suivi post-intervention comportant la surveillance et des opérations d'entretien.
- 2.4 | Optimiser l'élimination et la valorisation des déchets issus des opérations de régulation des EEE.

3 | Améliorer et mutualiser les connaissances.

- 3.1 | Disposer d'une connaissance actualisée de l'état d'envahissement des milieux.
- 3.2 | Réaliser une veille scientifique et technique sur les EEE et leur gestion.
- 3.3 | Participer aux différents réseaux d'acteurs sur les EEE.
- 3.4 | Partager les retours d'expériences sur les EEE.
- 3.5 | Organiser les connaissances dans un système d'information adapté.

4 | Communiquer, sensibiliser et accompagner.

- 4.1 | Élaborer des campagnes d'information et de sensibilisation.
- 4.2 | Favoriser et diffuser des codes de bonne conduite & bonnes pratiques.
- 4.3 | Soutenir et développer les démarches participatives.
- 4.4 | Apporter une assistance technique aux structures et particuliers gestionnaires.

5 | Gouvernance

- 5.1 | Favoriser et promouvoir la mobilisation des acteurs publics et privés pour la gestion des EEE.
- 5.2 | Coordonner les structures impliquées dans la mise en oeuvre de la stratégie.
- 5.3 | Développer des Stratégies de Gestion Territoriales par unité territoriale pertinente.
 - Chaque structure définit les ambitions de sa SGT (espèces, territoire, niveau d'intervention).
- 5.4 | Définir les priorités géographiques et spécifiques d'intervention.
- 5.5 | Assurer la cohérence des agencés de gestion avec les stratégies nationale, régionales et de bassin Loire-Bretagne, ainsi qu'avec le SDAGE, le SAGE, etc...
- 5.6 | Évaluer les actions de la stratégie.

Introduction & Problématique

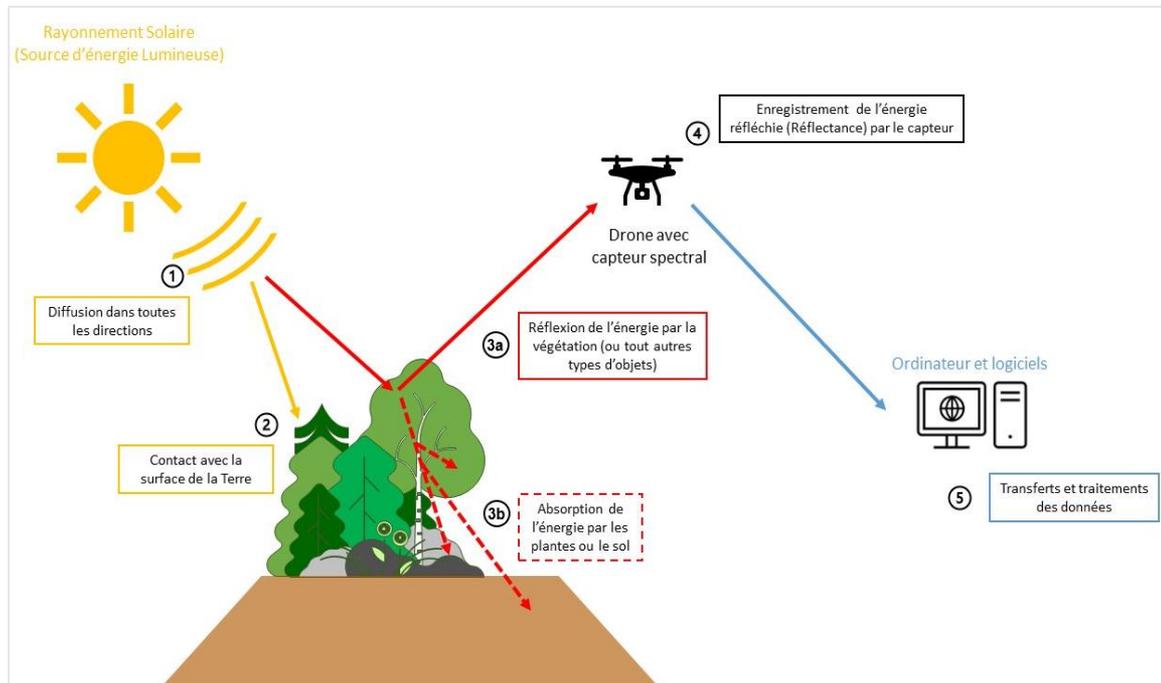
La télédétection c'est quoi ?

Outil de traitement d'images :

- non destructif, non impactant

Informations spectrales dans une gamme de longueurs d'onde correspondant aux domaines du :

- Visible (380 - 780 nm)
- Proche Infrarouge (PIR) : 780 - 3000 nm



Principe de base de la Télédétection avec l'utilisation d'un capteur aéroporté

Possibilité de discriminer des espèces végétales et de réaliser des suivis de vastes aires géographiques

Introduction & Problématique

Les PI ou EEE : cas de la Jussie

Qu'est-ce qu'une EEE ?

Jussie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*) :

- Famille des onagracées
- Originaire d'Amérique du Sud
- Introduite en France au XIXème siècle
- Présente sur le BV de la Vilaine depuis le début des années 2000 sous forme terrestre

Réglementation Nationale ...

- Arrêté du 02/05/2007 relatif à l'article L411-3 du code de l'environnement

... Et européenne

- Inscription dans la liste des EEE préoccupantes pour l'Union Européenne depuis juillet 2016



*Jussie à Grandes fleurs
(Ludwigia grandiflora)*



*Herbier terrestre
de Jussie*

Introduction & Problématique

Problématique : un envahissement des prairies humides

Quel est le problème ?

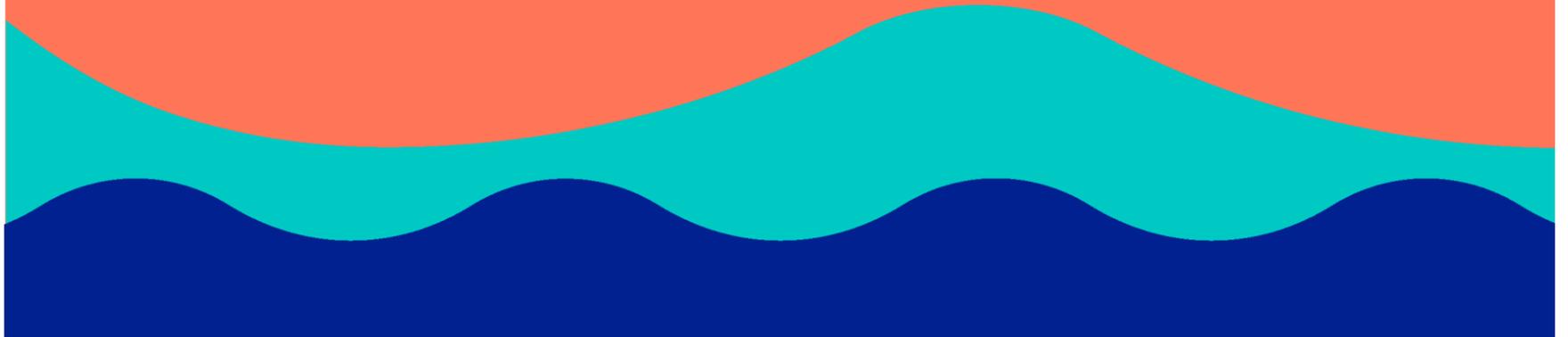
De grandes surfaces colonisées par la Jussie de manière plus ou moins dense

⇒ Comment réaliser une cartographie de la Jussie par l'utilisation d'images à haute résolution spatiale acquise par drone ?



Partie 2

Vol drone : ce qu'il faut savoir



Vol drone : ce qu'il faut savoir

Usage & Réglementation drone 1/3

10



1. Eléments de base à prendre en compte

- Aéroport (CTR) / aérodrome / base ULM...
- Autoroutes/voies ferrées
- PNR & Réserves naturelles
- Zones Militaires (RTBA, D18...)
- Zones Réglementées (D/R), Interdites (P) ...
- Consultation Aviation civile
- Déclaration Alphanango / Préfecture
- Météorologie !
- Hauteur de vol Max = 120 m
- Distance de vol Max = 1000 m

**On ne peut pas voler partout
et n'importe comment !**

Carte OACI



Vol drone : ce qu'il faut savoir

Usage & Réglementation drone 2/3

2. Scenario de vol français

- S1 (en vue) · Lmax=200m / Hmax=120 m
- S2 (hors vue) · Lmax=1000m / Hmax=120 m (50m si >2kg)
- S3 (urbain) · Lmax=100m / Hmax=120m (parachute si >2kg)
- Formation CATT et Formation pratique
- Et le MANEX (Manuel d'Exploitation) = organisation, procédures opérationnelles et d'entretien des aéronefs, programmes de formation, d'évaluation et de maintien des compétences des télépilotes

Scénario		Zone peuplée	Survol de tiers	Vol en vue	Distance horizontale maximale du télépilote	Masse maximale	Hauteur maxi
S3		Oui	Non	Oui	100 m	8 kg si aéronef non captif	120 m
S1		Non			200 m	25 kg	120 m
S2				Possiblement non	1000 m	≤ 2 kg si hauteur > 50m 25 kg sinon	120 m

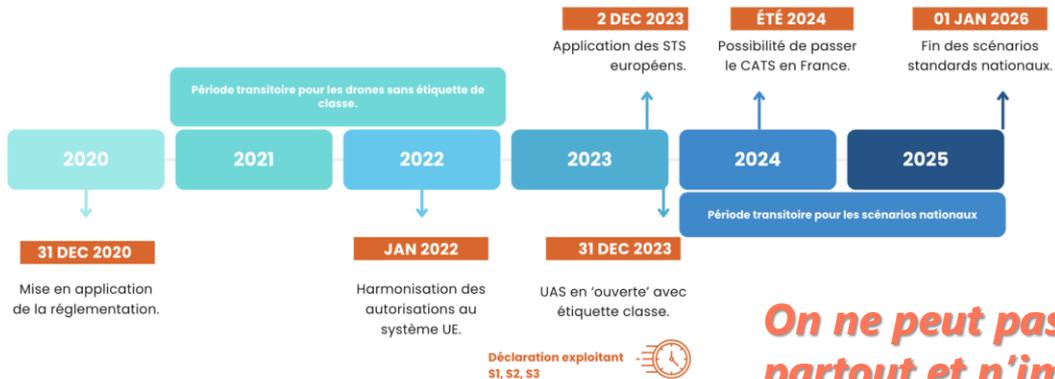


On ne peut pas voler partout et n'importe comment !

Vol drone : ce qu'il faut savoir

Usage & Réglementation drone 3/3

3. Scenario de vol européen



On ne peut pas voler partout et n'importe comment !

○ Catégorie OUVERTE (risque faible)

→ ni déclaration, ni autorisation

- Pmax=25 kg / en vue / Hmax=120m
- Hors rassemblement de personnes
 - OPEN A1 → Examen A1-A3 / drone C0-C1 / Hmax=120m / En vue / Pmax=900g
 - OPEN A2 → Examen A1-A3 + BAPD + auto-formation / drone C2 / Hmax=120m / En vue / Pmax=4kg / Dpersonnes=30m
 - OPEN A3 → Examen A1-A3 / drone C3-C4 ou non classé / Pmax=25kg / hors ZU et rassemblement de personnes

○ Catégorie SPECIFIQUE (risque modéré) → Formation CATS (≠ CATT) et Formation pratique

- STS-01 → drone C5 / vol en vue / en zone peuplée ou non / Vmax=5m/s
- STS-02 → drone C6 / vol hors vue / hors zone peuplée / Lmax=1000m (si obs=2000m).

Partie 3

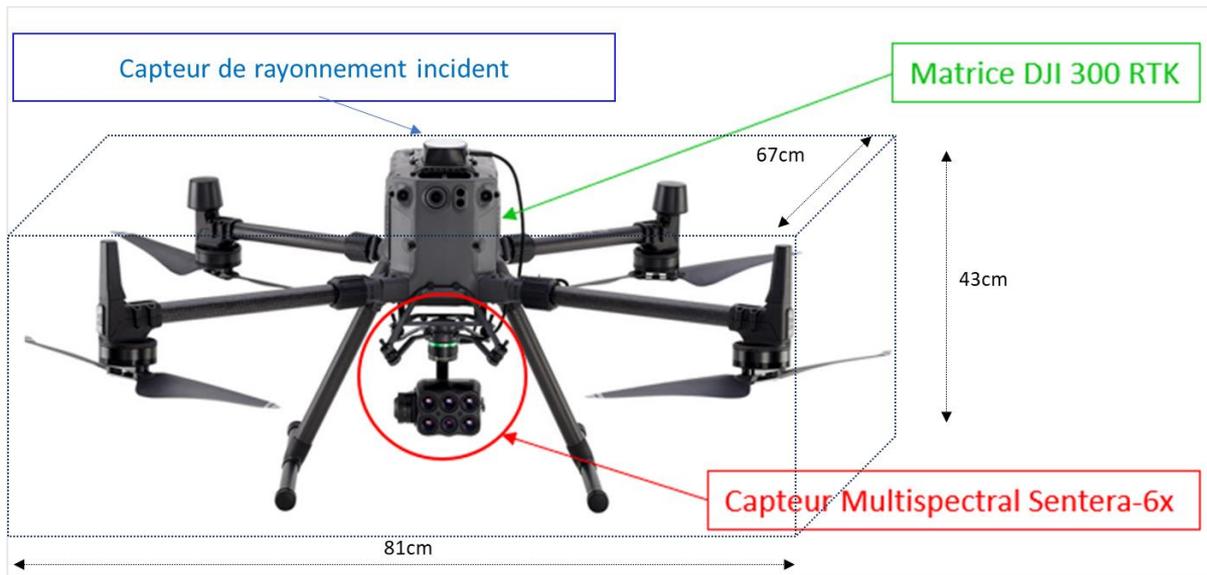
Matériels



Matériels

Drone : un porte capteur volant

MATRICE 300 RTK de DJI entreprise



- Poids = 3,6 kg / Charge utile = 2,7 kg
- IP45 = Protection contre objets > 1 mm + Arrosage 12,5 L/min · réalité d'usage : temps sec et ensoleillé
- Resistance au vent = 12 m/s (43 km/h) · Réalité d'usage : vent très léger
- Temps de vol max = 45 min · réalité ≈ 30 à 35 min
- Vitesse max = 23 m/s (83 km/h) · réalité d'usage = 5 à 10 m/s (18 à 36 km/h)

Matériels

Capteur SENTERA 6X



Capteur 6 « bandes »



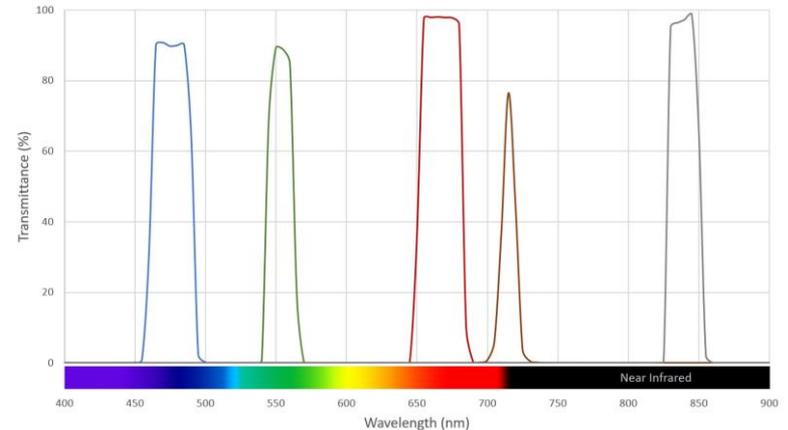
Capteur de rayonnement incident



- DJI L1 :**
- Capteur LIDAR
 - 1 à 3 retours
 - 240 000 / 480 000 pts/s
 - Capteur Photo
 - 20 mp

CAPTEUR MULTISPECTRAL A 6 OBJETIFS

Bande	L. Onde (nm)	Résolution	GSD 120m
Bleu	475 (± 30)	3,2 MP	5,2 cm
Vert	550 (± 20)	3,2 MP	5,2 cm
Rouge	670 (± 30)	3,2 MP	5,2 cm
Red-Edge	715 (± 10)	3,2 MP	5,2 cm
NIR	840 (± 20)	3,2 MP	5,2 cm
RVB		20 MP	2,8 cm

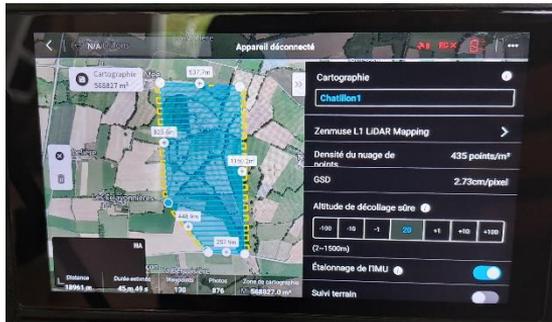


Matériels

TABLETTE IPAD & Application FIELD AGENT



Radiocommande Smart Controller



Application DJI PILOTE 2

Pour contrôler
le capteur
SENTERA 6X

IPAD Mini

+

Radiocommande
Smart Controller

+

Application
FIELD AGENT



Matériels

Drone dédié à l'image et la vidéo

MAVIC 3 de DJI entreprise Classe C2

Capteur photo / vidéo
Nacelle stabilisée
Orientable -90° à 35°

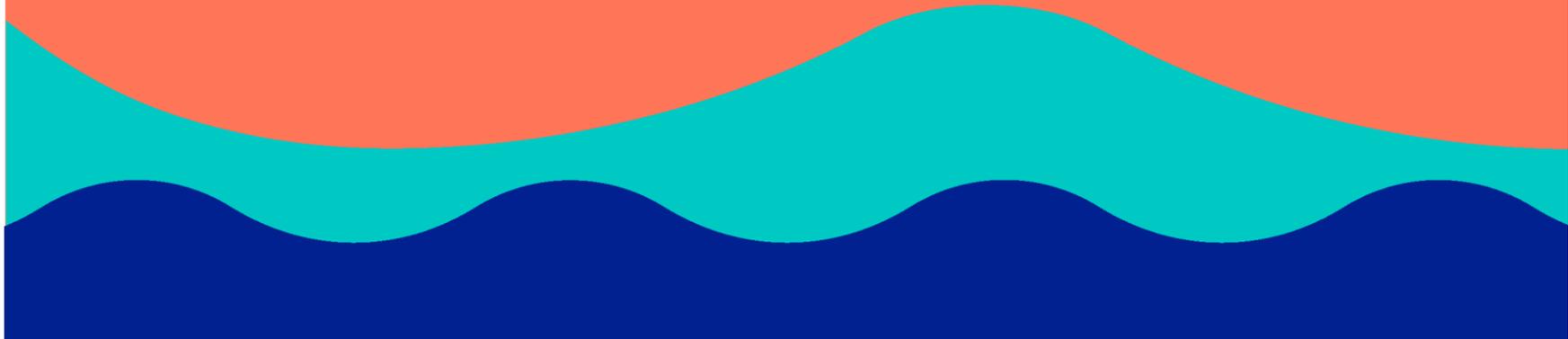


23*10*10cm

- Poids = 960 g
- Capteur Hasselblad : Photo 20MP / Video 4K-60ips / zoom optique x7 / zoom mixte x28
- Résistance au vent = 12 m/s (43 km/h) · Réalité d'usage : vent très léger
- Temps de vol max = 45 min · réalité ≈ 30 à 35 min
- Vitesse max = 21 m/s (83 km/h) · réalité d'usage = 5 à 10 m/s (18 à 36 km/h)

Partie 4

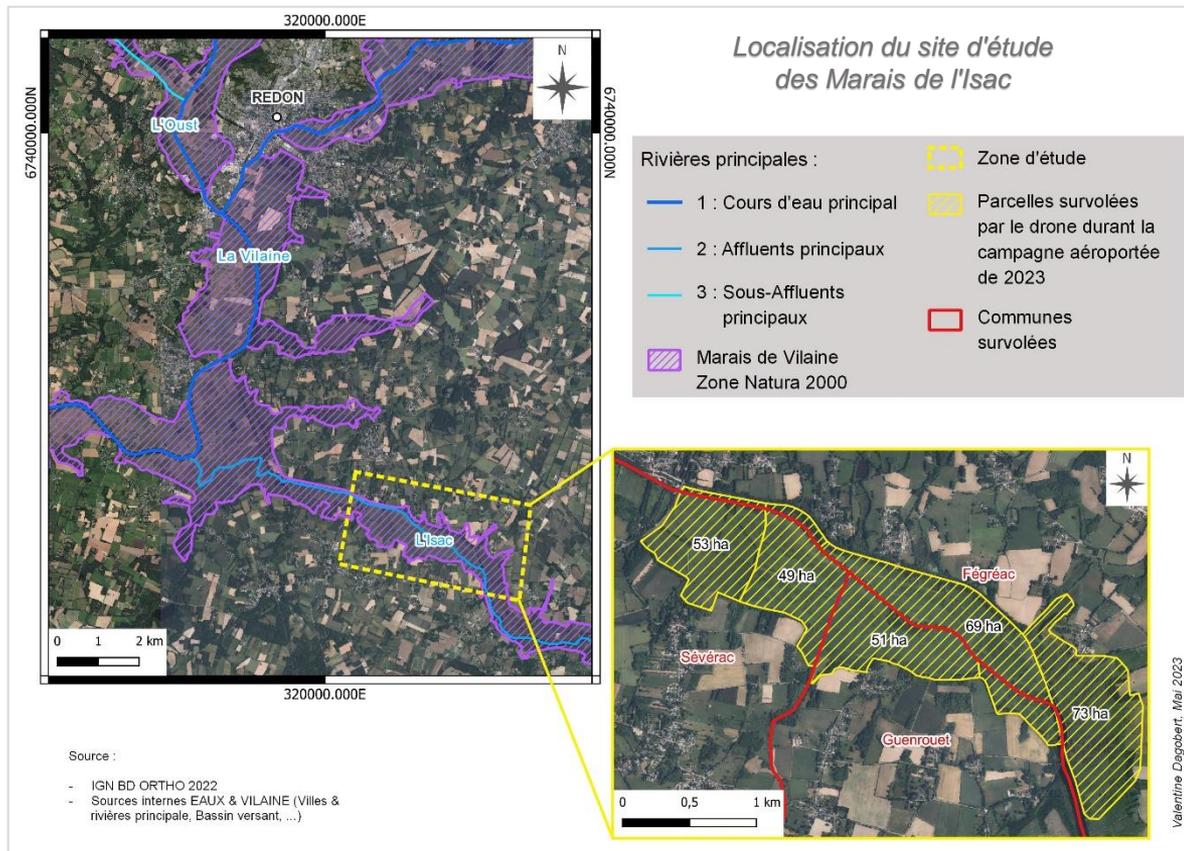
Méthodes



Méthodes

Le site d'étude : les marais de l'Isac

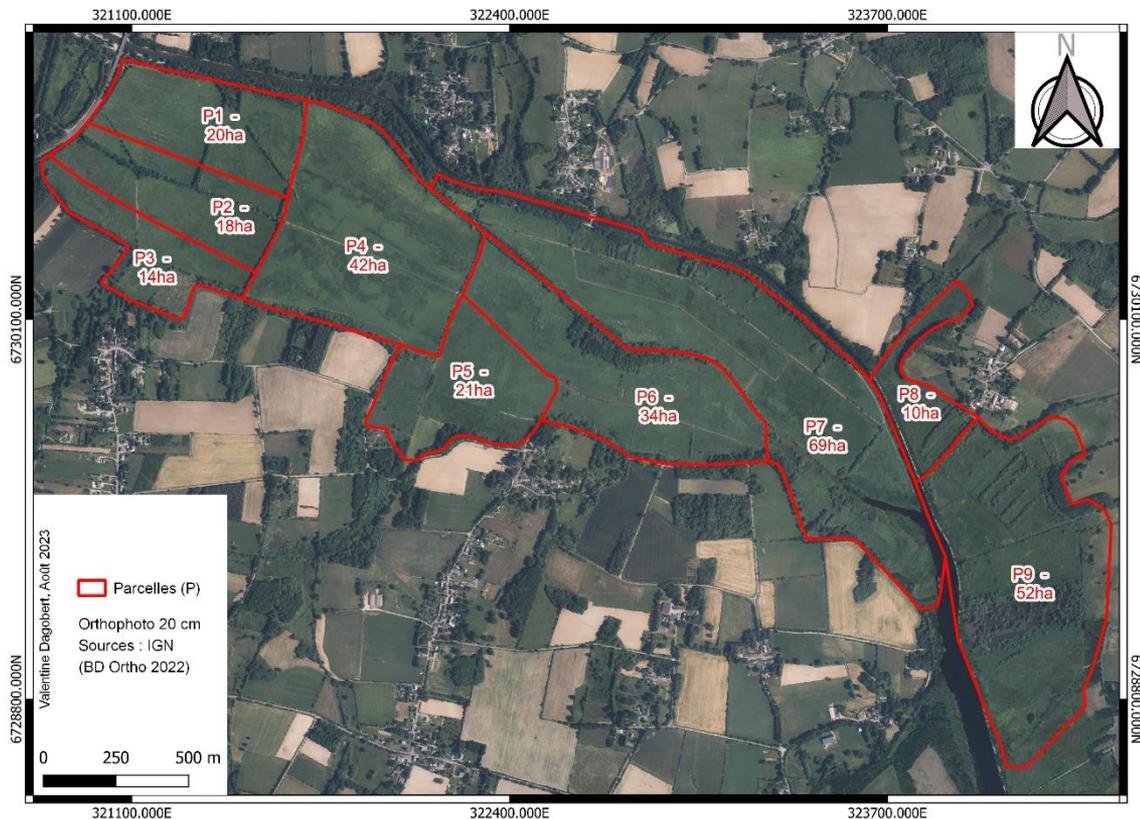
- Marais de l'Isac en Loire Atlantique (Réseau Natura 2000 Marais de Vilaine)
- Se situe après la confluence entre la Vilaine et l'Oust à une quinzaine de kilomètres en aval de Redon
- S'étend sur plus de 300 ha et est traversé par l'Isac et le Canal de Nantes à Brest.



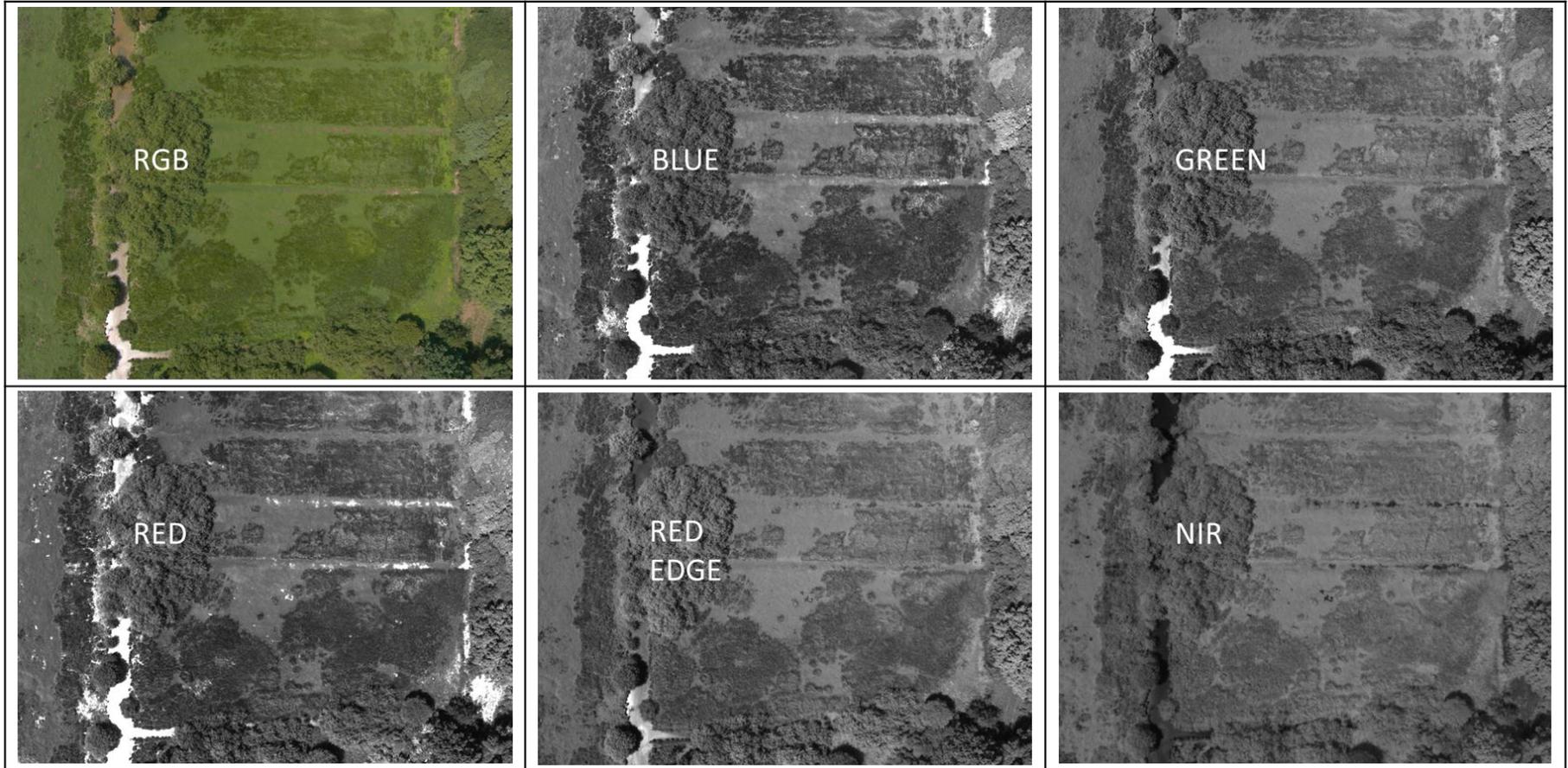
Campagne aéroportée

- Campagne réalisée sur 6 demi-journées réparties sur tout le mois de juin
- Caractéristiques de vol :
 - 120 m d'altitude
 - 8 m/s de vitesse
 - 75 % de taux de recouvrement
 - Orientation du capteur au nadir (perpendiculaire au sol)
 - Vol au midi solaire par temps ensoleillé
- Surface totale acquise : 280 ha (et +)

Plan de découpage des surfaces lors de la campagne drone

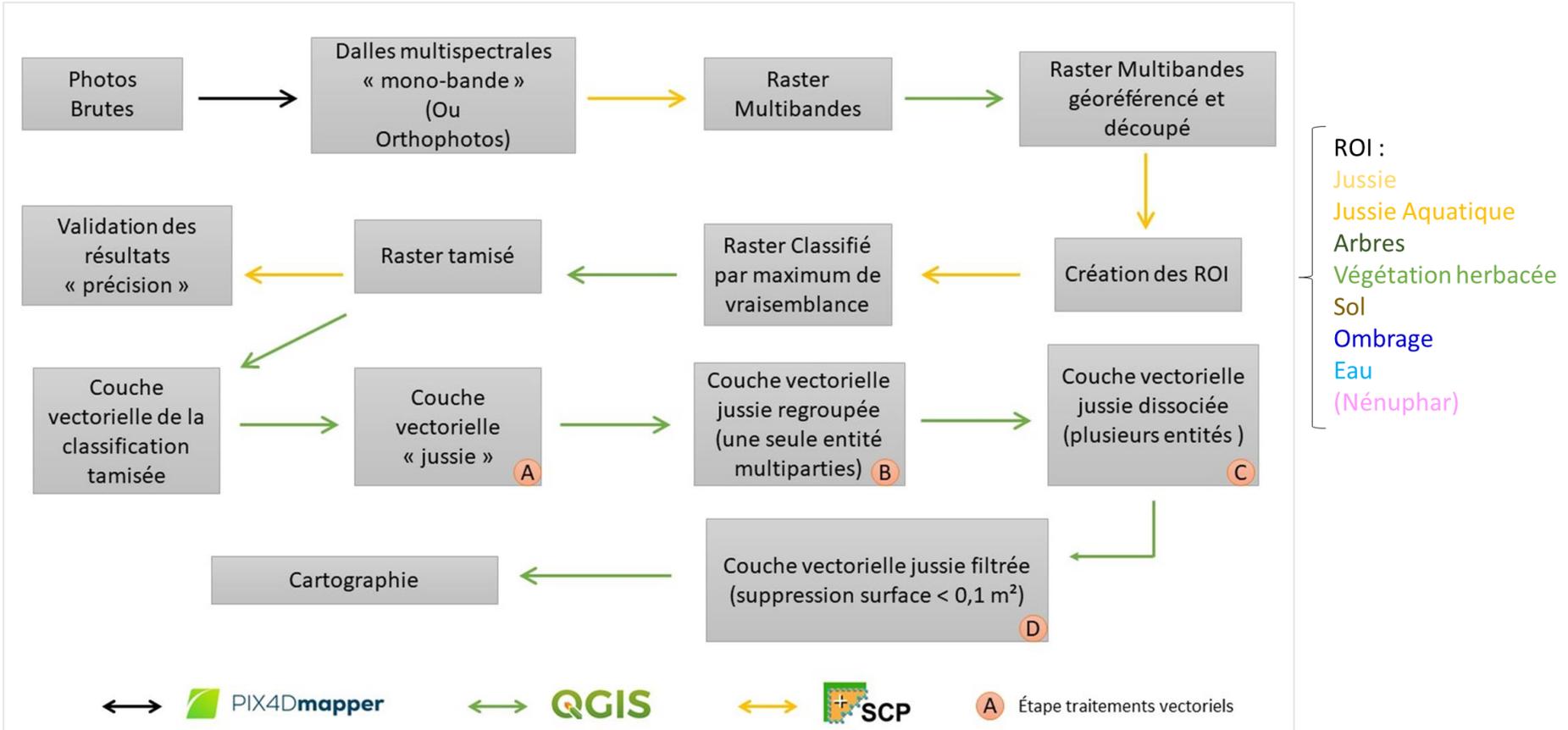


Exemple de données brutes



Méthodes

Méthodes et modalités de traitement



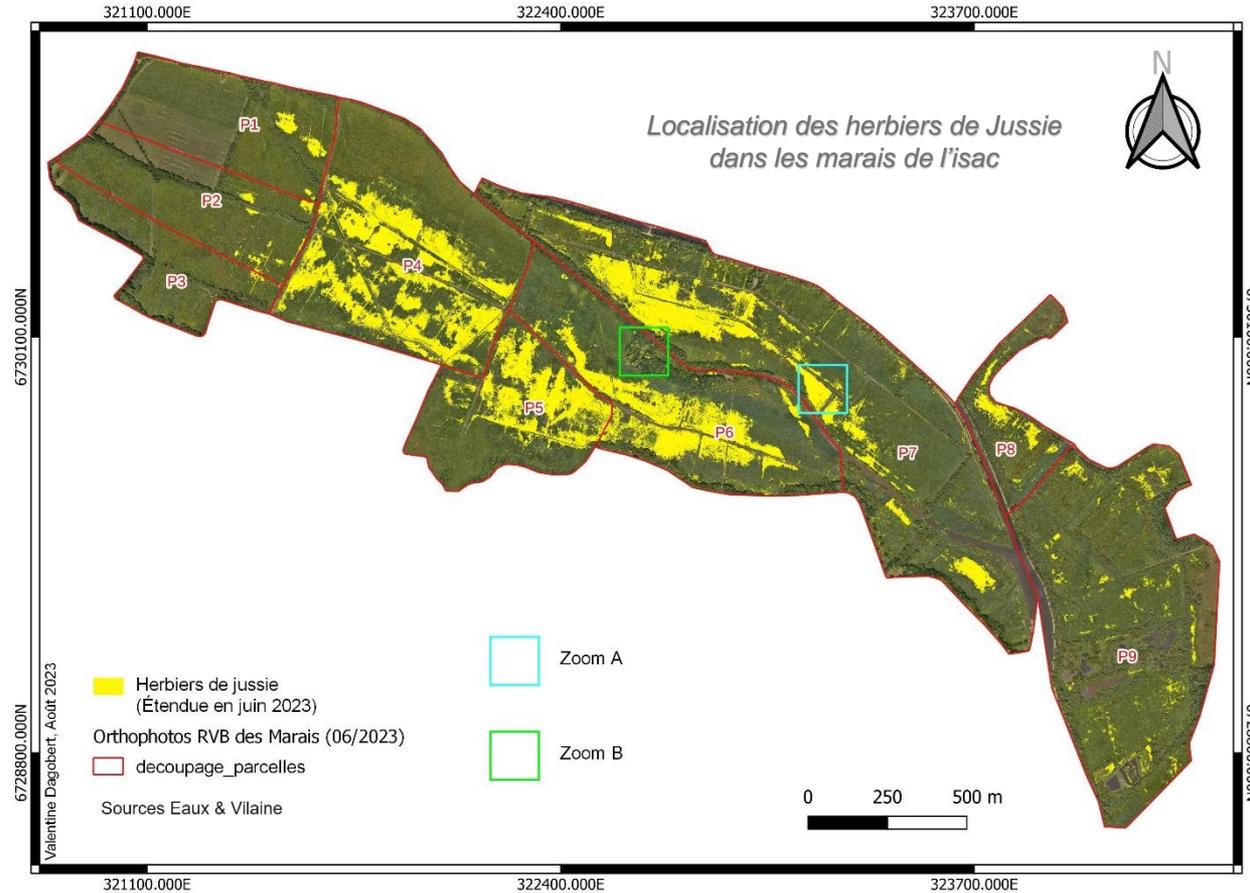
Partie 5

Résultats & Discussion

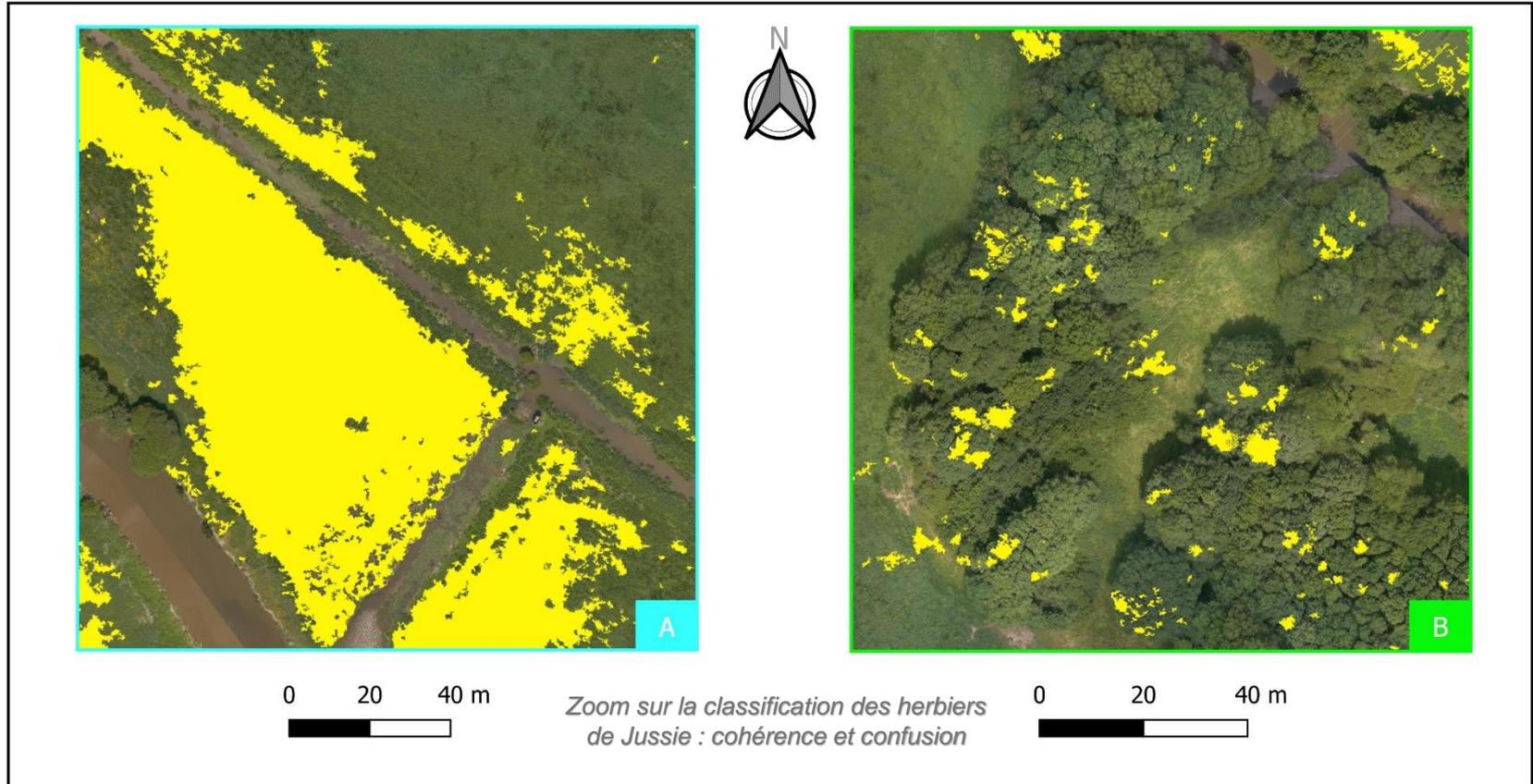


Cartographie des herbiers de Jussie sur les marais de l'Isac

- Près de 40 ha d'espace détecté en « Jussie terrestre »
- Parcelles P1 à P3 peu envahies
- Parcelles P4 à P7 les plus envahies



Cohérences & Confusions dans les classifications



Résultats & Discussion

Validation et précision des résultats

> Référence																					
V. Classified	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
1	9455	0	0	0	0	197	0	0	0	0	0	0	18	30	0	0	0	0	0	0	9700
2	0	4673	0	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4749
3	0	60	4350	0	0	11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	140	4562
4	0	65	0	1632	236	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1933
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	5903	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5903
7	0	0	0	0	0	0	5425	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5429
8	0	0	0	0	0	0	0	10196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10196
9	0	0	0	0	0	0	0	0	379	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	379
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9836	375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10211
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9820
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	21058	0	0	0	0	0	0	0	5	21067
13	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9652	0	0	0	0	0	0	0	9659
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	4876	0	0	0	0	0	0	5036
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7817	0	0	0	0	0	7817
16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2114	0	0	0	0	2115
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8221	0	0	335	8556
18	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9883	0	0	9888
19	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	8996	9029
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1608	0	0	0	7501	9109
Total	9461	4803	4351	1709	236	6111	5426	10200	379	9836	10199	21058	9863	4906	7817	2114	9829	9883	8996	7981	145158

Précision globale [%]94.2564

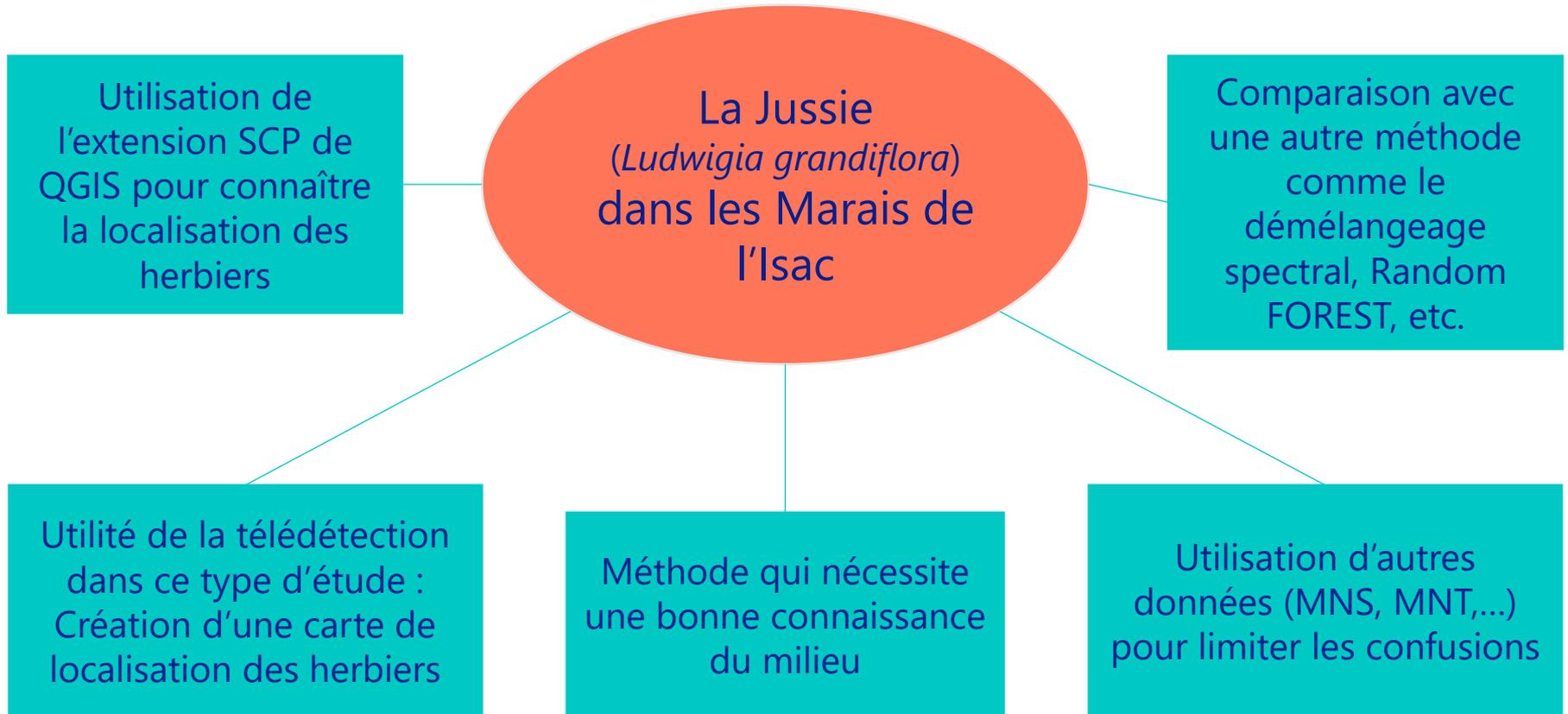
Kappa hat classification = 0.9361

Arbre	Eau	Ombrage
Jussie	Jussie aquatique	Sol
	Végétation herbacée	

Matrice de confusion et valeur de précision globale : Exemple de la parcelle P5 avec les différentes classes de ROI

Parcelle	Précision globale (en %)	Valeur de l'indice K (Kappa)	Confusions avec la Jussie
P1	96.21	0.955	Peu de confusion
P2	95.53	0.945	Végétation basse et arbre
P3	88.70	0.870	Végétation basse
P4	86.51	0.842	Végétation basse et arbre
P5	94.26	0.940	Peu de confusion
P6	99.52	0.995	Arbre
P7	92.88	0.920	Arbre
P8	81.83	0.776	Arbre et végétation basse
P9	95.60	0.943	Arbre et végétation basse
Moyenne	92.34	0.910	Arbre et végétation basse

Valeur de précision et indice de kappa des classifications des parcelles des marais



Merci de votre attention



Contact

Boulevard de Bretagne - BP 11
56130 LA ROCHE-BERNARD
02 99 90 88 44
eaux-et-vilaine.fr



