

# CARTOGRAPHIE DES HABITATS NATURELS SUR LE DOMAINE DE LA TOUR DU VALAT



**GRANGER Amélie**

Master 2

Aménagement du Territoire et Télédétection

Université Paul Sabatier - Toulouse III

*Soutenance de stage*

Maitre de stage

**COHEZ Damien**

Structure d'accueil

Tour du Valat

**2018**

# INTRODUCTION

---

# INTRODUCTION

## LA CAMARGUE

⇒ Plus grande zone humide de France

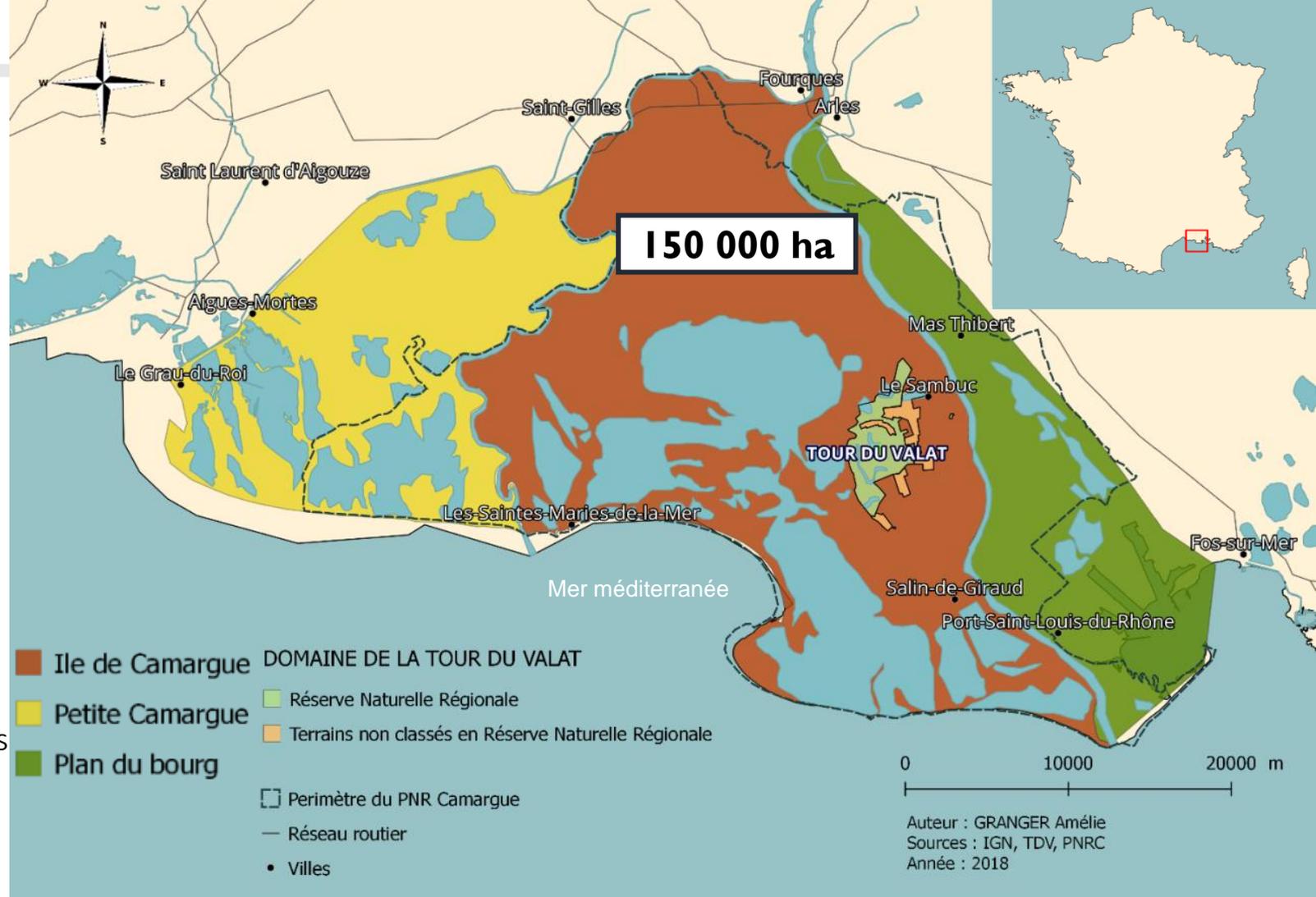
## SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Articulée autour du delta du Rhône

- île de Camargue
- Petite Camargue
- Plan du bourg

## PRÉSENTATION

- Patrimoine naturel riche mais menacé
- Alluvions fluviales, fluvio-lagunaires et marines
- Absence quasi-totale de relief



## CONVENTION RAMSAR

« Des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas 6 mètres. »

# INTRODUCTION

## LE DOMAINE DE LA TOUR DU VALAT



### DOMAINE

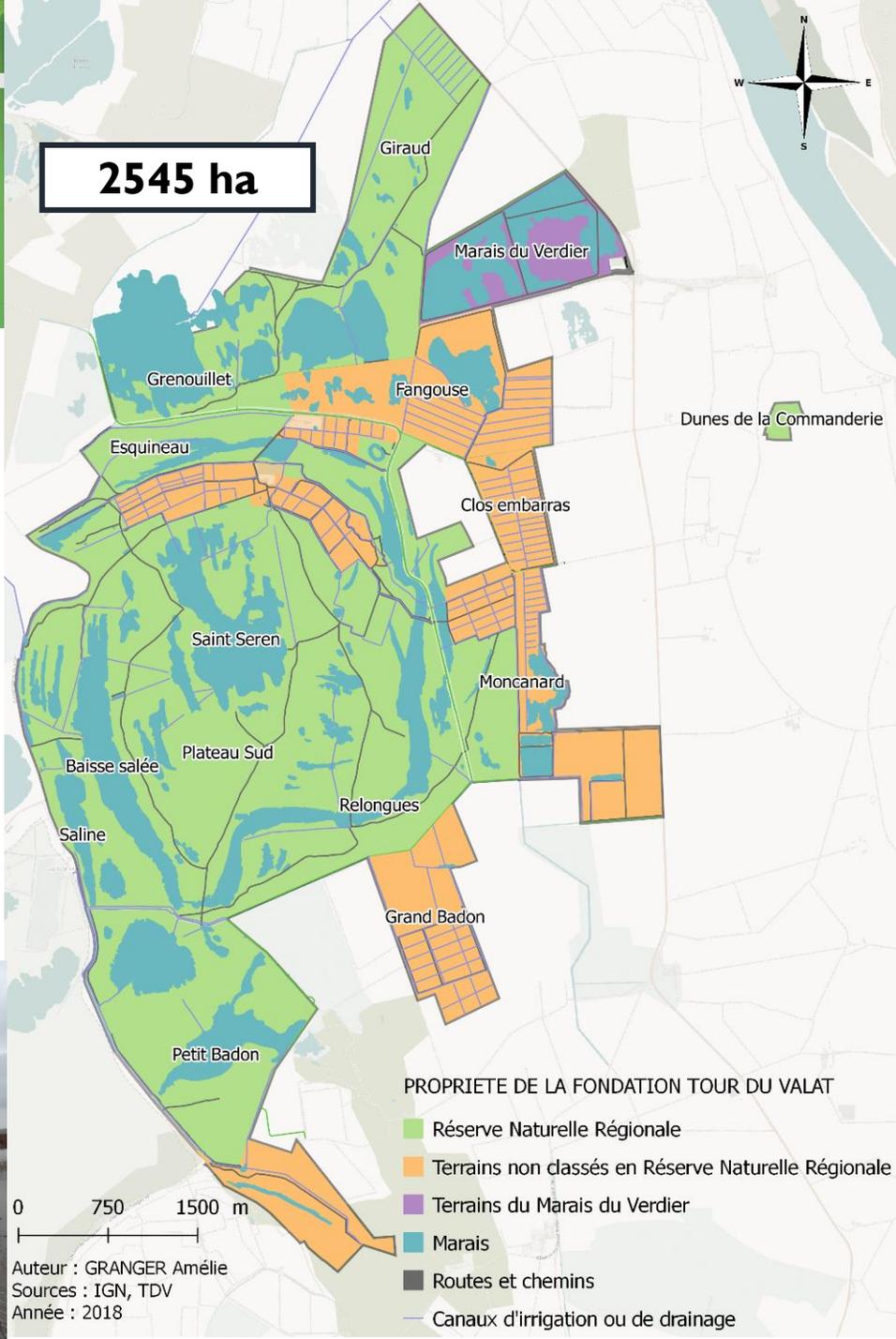
- 2545 hectares
- Dont 1845 hectares en Réserve Naturelle Régionale depuis 2008

### INSTITUT DE LA TOUR DU VALAT

- Créé en 1954 par le naturaliste Luc Hoffmann

### MISSIONS

- Développer des activités de recherche / conservation des zones humides méditerranéennes



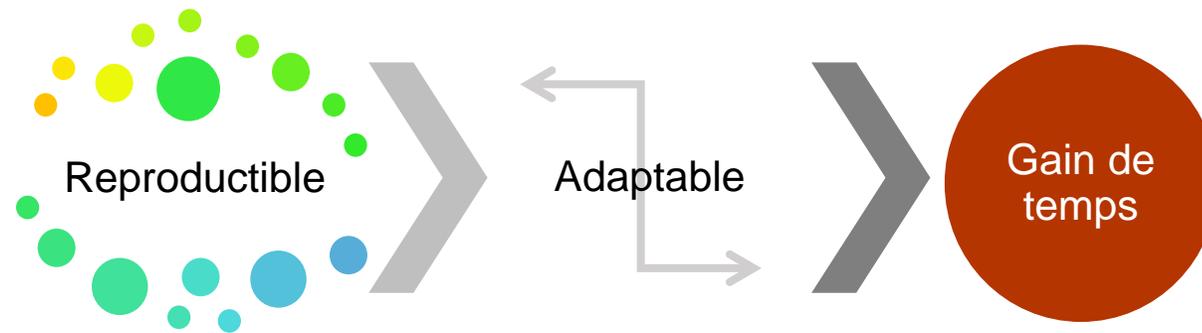
# PROJET DE CARTOGRAPHIE

## BESOINS DE CARTOGRAPHIE

- Connaître la distribution et l'agencement des habitats
- Outils d'accompagnements pour les gestionnaires (protection, gestion, conservation, suivis)
  - Adapté au territoire et à l'utilisation

## APPROCHES DE CARTOGRAPHIE

- Automatiques et/ou manuelles
- Télédétection d'images aériennes
- Photo-interprétation
- Relevés terrains



## TOUR DU VALAT

- ⇒ Mise à jour de la cartographie 14 ans après la précédente
- ⇒ 2004 cartographie des habitats – Méthode manuelle

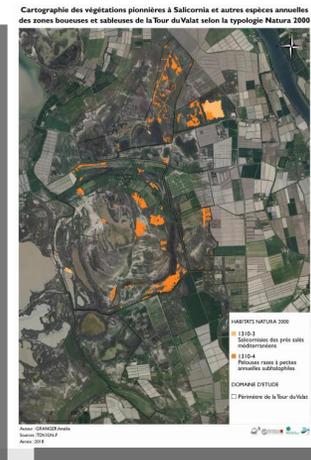


# OBJECTIFS DU STAGE

- ✓ Proposer et tester une **méthode semi-automatique** de cartographie sollicitant les outils récents de la **segmentation** utilisant GEOclassifier GUI v1.4.8,
- ✓ Etablir une **cartographie** cohérente et actuelle des habitats naturels,
- ✓ Rechercher et **prospector les habitats** naturels à enjeux et localiser des nouveaux secteurs où ces habitats se seraient exprimés ou auraient disparus,
- ✓ Réaliser de la **photo-interprétation** et collecter des informations sur le terrain,
- ✓ **Comparer** les cartes et les méthodes utilisées en 2018 avec celles de 2004,
- ✓ **Evaluer** qualitativement l'intérêt de la méthode de cartographie.

## TRAVAIL ANNEXE

- Rédaction de **fiches descriptives** des habitats



Outil  
d'aide à  
la  
décision

Gestion  
des  
habitats

Suivis à  
long  
terme

# MATERIELS ET METHODES

---

# TYPOLOGIES ET RELEVÉS PHYTOSOCIOLOGIQUES

## TYPOLOGIES

NATURA  
2000

Habitats d'intérêts communautaires  
= Rares, menacés

- 1 - Habitats côtiers et végétations halophytiques
  - 14 - Marais et prés-salés méditerranéens et thermo-atlantiques
    - 1410 - Prés salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)
      - 1410-2 - Prés salés méditerranéens des hauts niveaux

EUNIS

Ensemble des habitats  
European Union Nature Information System

- A - Habitats marins
  - +A1 - Roche et autres substrats durs intertidaux
  - A2 - Sédiment intertidal
    - +A2.1 - Sédiments grossiers intertidaux
    - +A2.2 - Sable et sable vaseux intertidaux
    - +A2.3 - Vase intertidale
    - +A2.4 - Sédiments hétérogènes intertidaux
    - A2.5 - Marais salés côtiers et roselières salines
      - +A2.51 - Laisses des marais salés
      - A2.52 - Partie supérieure des marais salés
        - +A2.521 - Communautés des marais saumâtres atlantiques et baltiques
        - A2.522 - Marais salés méditerranéens à *Juncus maritimus* et *Juncus acutus*



# TYPOLOGIES ET RELEVÉS PHYTOSOCIOLOGIQUES

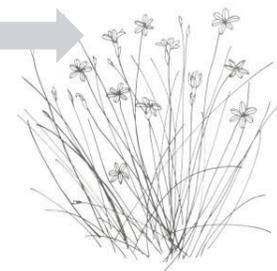
## PROSPECTIONS TERRAINS

- Relevés phytosociologiques localisés

Mars



Juin



# SUPPORTS CARTOGRAPHIQUES

## RÉFÉRENTIELS

- BD Ortho® **RVB + IRC**, IGN du 16 et 17/04/2017
- Résolution de **50 cm**
- 4 canaux (R, V, B, IRC) ⇒ **Etude de la végétation**

## SUPPORTS AUXILIAIRES

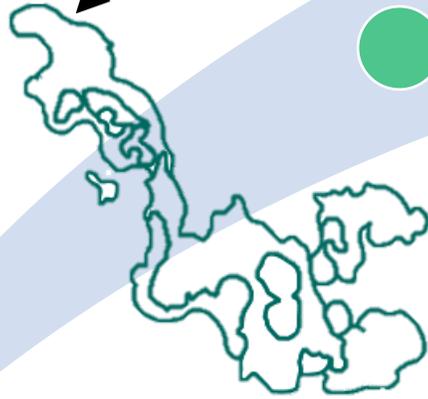
- BD Ortho®, IGN anciennes
- Images satellites
- Google Earth Pro
- Images drones

# ECHELLES CARTOGRAPHIQUES

Echelle de terrain	Cartographie de terrain	1/1 500
Echelle de saisie	Saisie de l'information	1/1 500
Echelle de restitution	Restitution papier	1/5 000 à 1/25 000



# METHODOLOGIE DE CARTOGRAPHIE



## OBJECTIF DE DÉPART

Photo-interprétation  
Numérisation manuelle



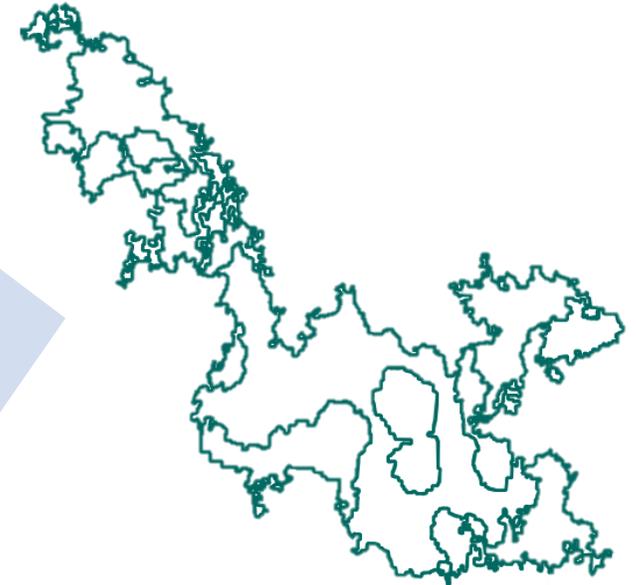
## NOUVEL OBJECTIF

Segmentation  
Photo-interprétation

- **GEOclassifier GUI** – Projet SWOS
- Technique semi-automatisée
- Regroupement automatiquement des pixels



ArcMap



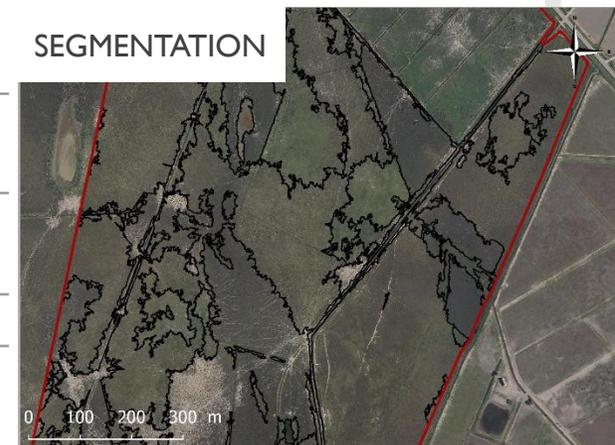
# AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES DEUX MÉTHODES

## NUMERISATION

VS

## SEGMENTATION

Délimitations des habitats	● <b>Subjectif</b>	● <b>Automatique</b>
Précision des contours	● Variable selon le temps passé	● Variable selon le choix des paramètres
Caractérisation des habitats		● Long : attribution des polygones à un habitat Subjectif
Temps de travail	● <b>Long</b>	● Phase de post-traitement exigeante Traitement rapide (5h)
Automatisation du tracé des polygones	● <b>Non automatisable</b>	● <b>Automatisable</b>
Reproductibilité	● Difficilement reproductible Biais changement d'opérateur	● Facilement <b>reproductible</b>
Risques d'erreur	● Important en cas de changement d'observateurs	● Risque lors du rattachement des pixels voisins
Changement d'échelle	● Reproduire une nouvelle carte	● Changement des paramètres de segmentation



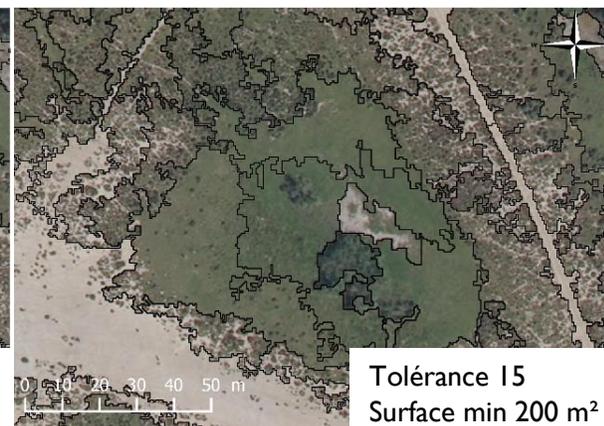
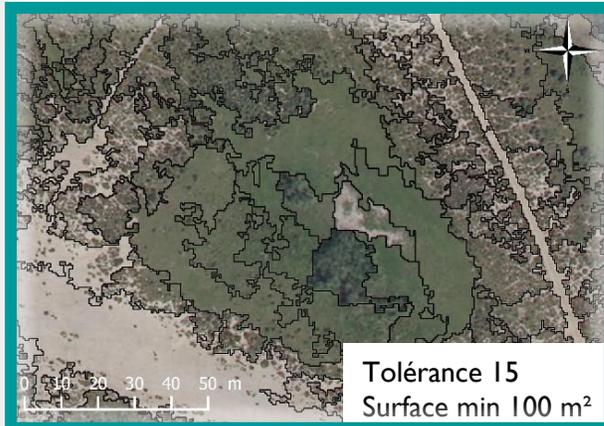
# ETAPES DE L'APPROCHE PAR SEGMENTATION

## PRÉTRAITEMENT

- Formation d'une mosaïque sous ArcGIS
- Assemblage des 4 bandes spectrales

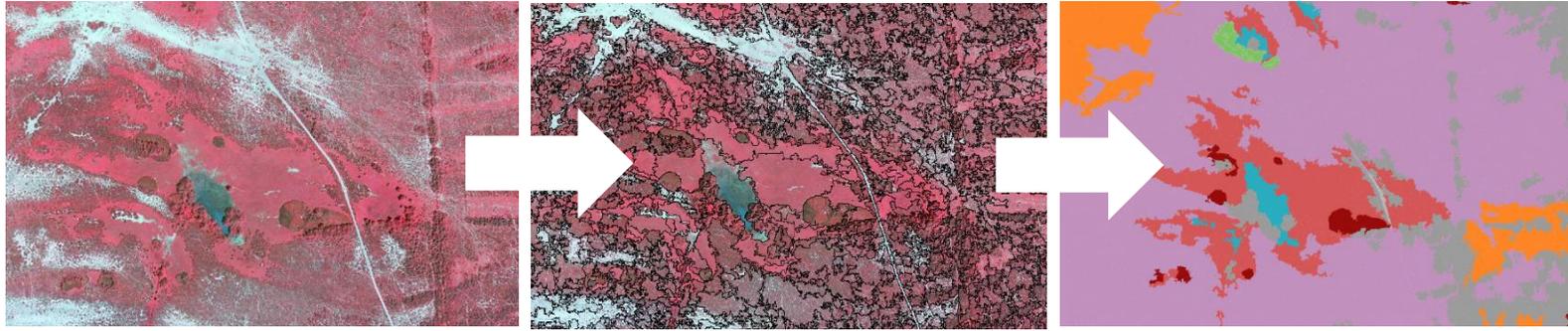
## CHOIX DES PARAMÈTRES SOUS GEOCLASSIFIER GUI

- Tolérance
- Taille minimale des polygones



→ Paramètres choisis pour la carte des habitats

# SAISIES DES DONNEES



## DONNÉES D'INTERPRÉTATION DES HABITATS

- Couche vectrice découpée avec GEOclassifier GUI
- Intégration dans ArcGIS
- Assignation des polygones à une classe habitat

## TABLE ATTRIBUTAIRE

C L A S S E	HABITAT 1			HABITAT 2			Mélanges Code EUNIS	Surfaces (hectares)	Périmètres (km)	Remarques
	Code Natura 2000	Code EUNIS	Recouvrement (%)	Code Natura 2000	Code EUNIS	Recouvrement (%)				

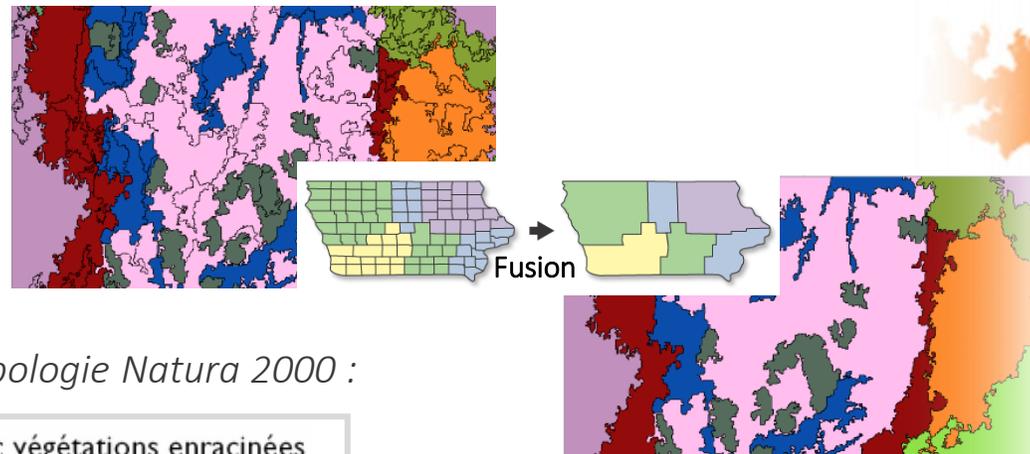
## MELANGES



# RENDU CARTOGRAPHIQUE

## FUSION DES POLYGONES

- Outil « Fusionné » d'ArcGIS



## SÉMIOLOGIE

- Palette de couleur utilisée par la Tour du Valat : *Exemple – Typologie Natura 2000* :

 Lagunes méditerranéennes 1150-1	 Plans d'eau eutrophes avec végétations enracinées 3150-1
 Salicorniaies des prés salés méditerranéens 1310-3	 Gazons méditerranéens amphibies halonitrophiles 3170-3
 Pelouses rases à petites annuelles 1310-4	 Gazons amphibies annuels méditerranéens 3170-4
 Prés salés méditerranéens des bas niveaux 1410-1	 Parcours substeppiques et pelouses 6220
 Prés salés méditerranéens des hauts niveaux 1410-2	 Peupleraies blanches 92A0-6
 Fourrés halophiles méditerranéens 1420-2	 Chênaies-Ormaies méditerranéennes 92A0-9
 Communautés à characées 3140-1	

## STATISTIQUES

- Surfaces, périmètres, nombres de polygones
- Comparaison 2004 et 2018

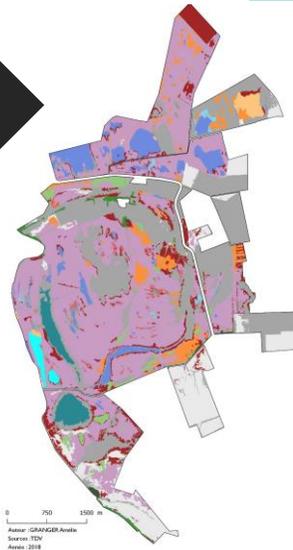
# RESULTATS / DISCUSSION

---

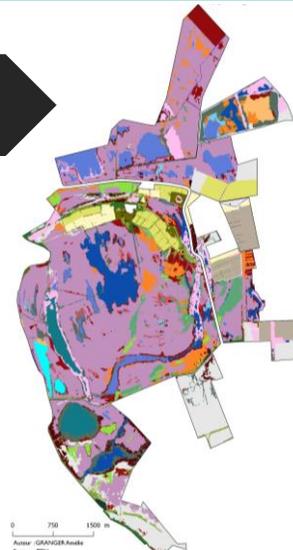
CLASSES	CODE NATURA 2000	CODE ELEMENTAIRE NATURA 2000	INTITULES NATURA 2000	EUNIS	INTITULES EUNIS	SURFACES (ha) de l'habitat majoritaire	SURFACES (%)		
LAGUNES TEMPORAIRES	1150 *	1150-2*	Lagunes méditerranéennes	C1.5211	Formations athalassiques à Ruppia	16,9	0,7%		
SANSOÛÏRES ANNUELLES	1310	1310-3	Salicorniaies des prés salés méditerranéens	A2.5513	Marais salés pionniers à Salicornia spp.	20,9	0,8%		
PRES -SALES ANNUELS		1310-4	Pelouses rases à petites annuelles subhalophiles	A2.552	Communautés halo-nitrophiles pionnières du littoral méditerranéen	94,6	3,7%		
PRES-SALES VIVACES	1410	1410-1	Prés salés méditerranéens des bas niveaux	A2.543	Gazons des marais salés côtiers méditerranéens	23,4	0,9%		
PRES-SALES VIVACES		1410-2	Prés salés méditerranéens des hauts niveaux	A2.52	Partie supérieure des marais salés	113,5	4,5%		
JONCHAIES DENSES		1410-2	Prés salés méditerranéens des hauts niveaux	A2.522	Marais salés méditerranéens à Juncus maritimus et Juncus acutus	53,6	2,1%		
SANSOÛÏRES VIVACES	1420	1420-2	Fourrés halophiles méditerranéens	A2.526	Fourrés des marais salés méditerranéens	978,9	38,5%		
MARAIS	3140	<p><b>30 habitats</b></p> <p><b>Dont :</b></p> <p><b>9 habitats d'intérêts communautaires</b></p> <p><b>Avec 3 prioritaires (*)</b></p> <p><i>= Etat de conservation très préoccupant</i></p>	<p><b>30 habitats</b></p> <p><b>Dont :</b></p> <p><b>9 habitats d'intérêts communautaires</b></p> <p><b>Avec 3 prioritaires (*)</b></p> <p><i>= Etat de conservation très préoccupant</i></p>	C1.14	Tapis immergés de charophytes des plans d'eau oligotrophes	130,9	5,1%		
MARAIS DEGRADEES	3150			C1.33	Végétations immergées enracinées des plans d'eau eutrophes	54,7	2,1%		
MARES TEMPORAIRES	3170 *			C3.423	Gazons méditerranéens amphibies à crypsis	9,6	0,4%		
MARES TEMPORAIRES				C3.4218	Communautés méditerranéennes amphibies à petites herbacées	2,1	0,1%		
GAZONS A BRACHYPODE DE PHENICIE	6220 *			E1.2A	Pelouses à brachypodium phoenicoides	6,1	0,2%		
PELOUSES SECHES ANNUELLES				E1.3131	Communautés annuelles calciphiles ouest-méditerranéennes	32,7	1,3%		
RIPISYLVES	92A0					G1.31	Forêts riveraines méditerranéennes à peupliers	16,8	0,7%
RIPISYLVES				92A0-9	Chênaies-Ormaies méditerranéennes	G1.32	Ormaies riveraines méditerranéennes	5,1	0,2%
COMMUNAUTES FLOTTANTES DES EAUX PEU PROFONDES						C1.341	Communautés flottantes des eaux peu profondes	118,3	4,6%

# CARTES

NATURA 2000



EUNIS



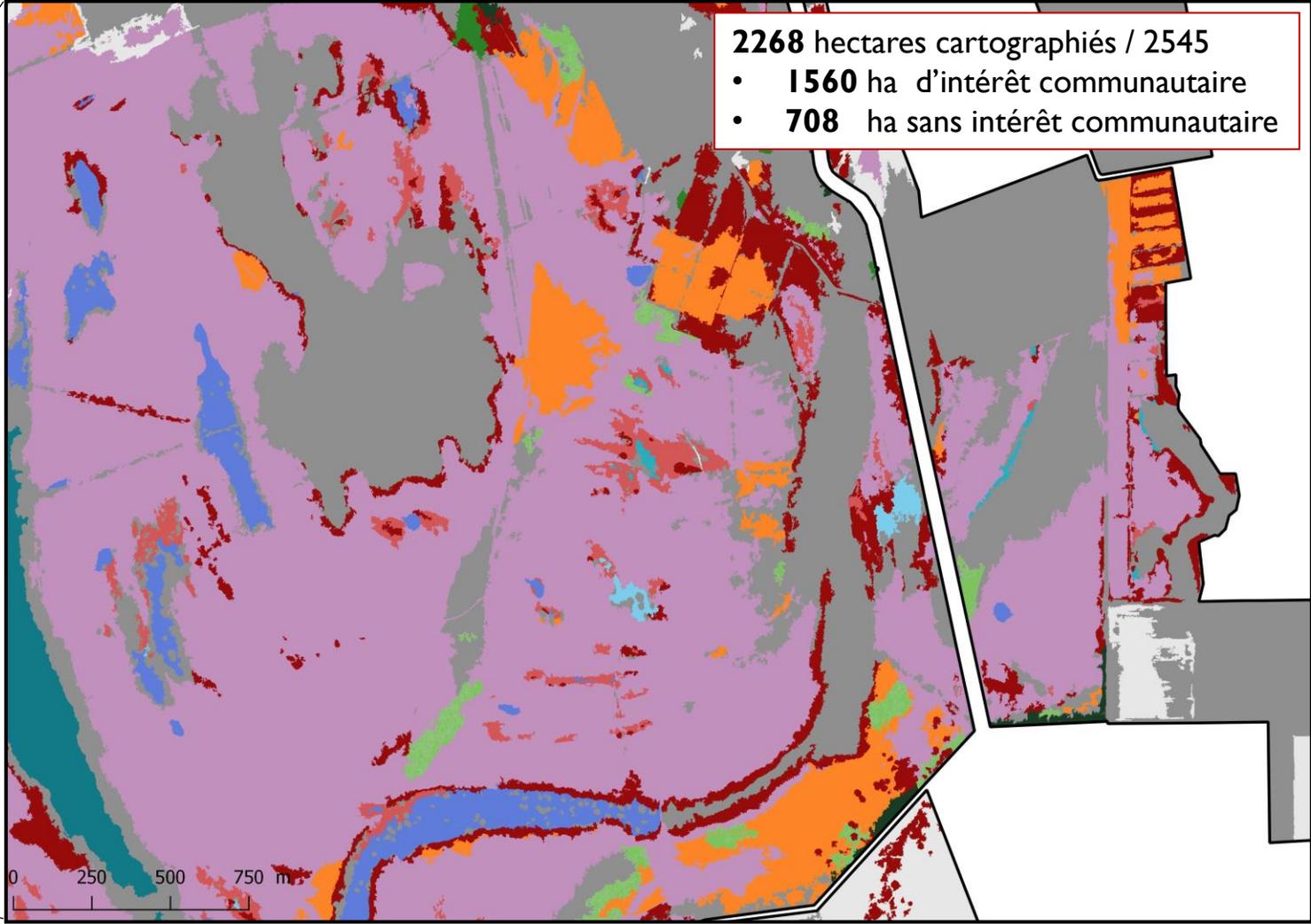
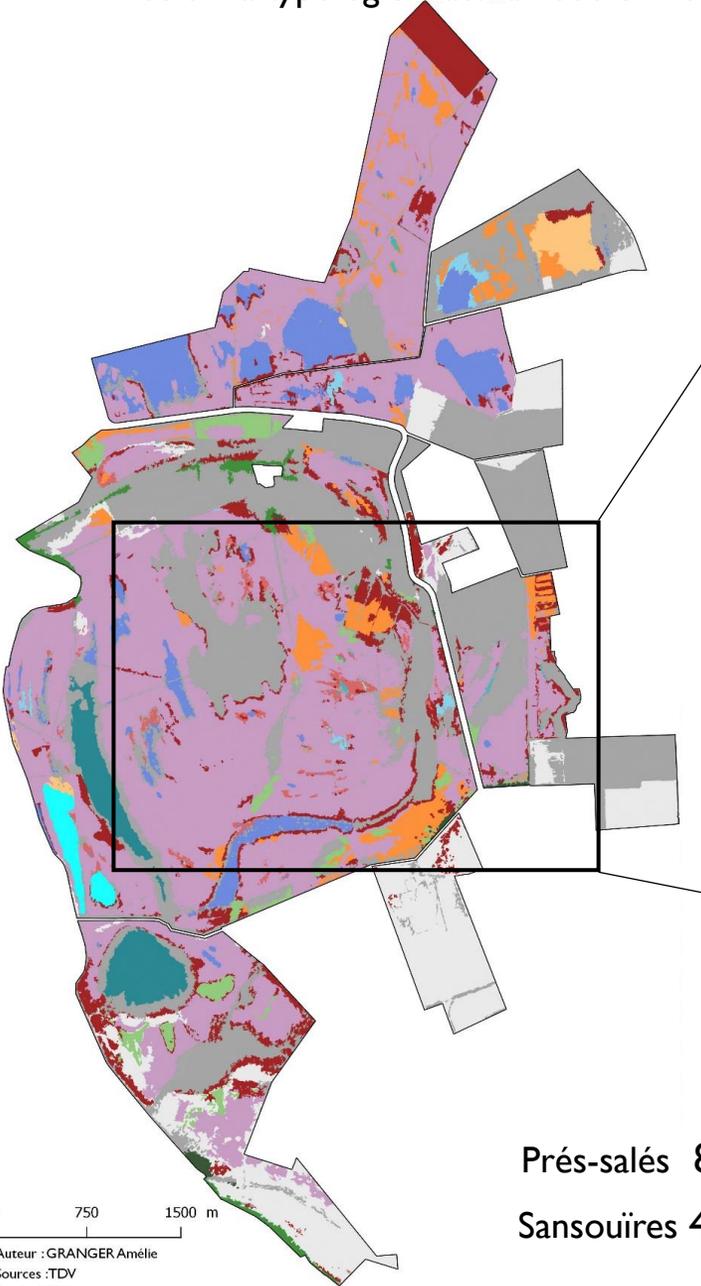
MÉLANGES



Cartographie des habitats majoritaires de la Tour du Valat  
selon la typologie Natura 2000 en 2018

**2268** hectares cartographiés / 2545

- **1560** ha d'intérêt communautaire
- **708** ha sans intérêt communautaire



**HABITATS NATURA 2000**

- Lagunes méditerranéennes - 1150-1
- Salicorniales des prés salés méditerranéens - 1310-3
- Pelouses rases à petites annuelles - 1310-4
- Prés salés méditerranéens des bas niveaux - 1410-1
- Prés salés méditerranéens des hauts niveaux - 1410-2
- Fourrés halophiles méditerranéens - 1420-2
- Communautés à characées - 3140-1
- Plans d'eau eutrophes avec végétations enracinées - 3150-1

Prés-salés 8 % }  
 Sansouires 43 % →

- Gazons méditerranéens amphibies halonitrophiles - 3170-3
  - Gazons amphibies annuels méditerranéens - 3170-4
  - Parcours substeppiques et pelouses - 6220
  - Peupleraies blanches - 92A0-6
  - Chênaies-Ormaies méditerranéennes/92A0-9
- AUTRES HABITATS**
- Habitats non cartographiés
  - Habitats sans intérêt communautaire 19

1310

## Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses

Habitats côtiers et végétations halophytiques  
Marais et prés salés atlantiques et continentaux



HABITAT D'INTERET COMMUNAUTAIRE

**ENJEU DE CONSERVATION EN PACA**  
**ETAT DE CONSERVATION EN FRANCE**

**MOYEN**

Aire de répartition restreinte  
Défavorable inadéquat

### DESCRIPTION DE L'HABITAT

Végétations annuelles herbacées basses très variées, composées en particulier de salicornes annuelles, de soudes et de graminées. Pouvant subir un assèchement estival et des variations de salinité importantes l'habitat s'observe uniquement durant cette période, où le développement atteint son optimum, et correspond à un stade de la dynamique de succession vers les prés salés vivaces. Le pâturage extensif et les micro-perturbations sont favorables à l'habitat.

### PRESENCE SUR LE DOMAINE

L'habitat a végétations pionnières à salicornia et autres espèces annuelles inclut sur le domaine les tapis de salicornes et de soudes annuelles des bordures plus ou moins salées et/ou organiques des lagunes et des étangs saumâtres, les étendues de *Parapholis* et autres graminées annuelles halo-nitrophiles des hauts de sansouïre à assèchement précoce et certaines végétations à *Spergularia*.

Deux habitats élémentaires sont présents :

◆ **1310-3** : *Salicorniaies des prés salés méditerranéens*, caractérisées par des tapis de salicorne annuelle et de soude occupant de petites surfaces sur le site.

◆ **1310-4** : *Pelouses rases à petites annuelles subhalophiles*, caractérisées par la succession de 2 groupements ; des

tapis denses de *Parapholis incurva* en premier, suivis mi-mai par *Parapholis filiformis*. Ces habitats se développent sur les hauts de prés salés, berges des lagunes, des sites inondables, et des étangs saumâtres.

### VULNERABILITE

L'habitat est en régression en relation avec les travaux d'aménagements hydrauliques en Camargue.

### EVOLUTION ET MENACES

L'habitat 1310-4 est assez méconnu. Sa conservation, bonne pour l'instant, est très sensible à la gestion de l'eau : il disparaît au profit des formations des prés salés vivaces en bordure des canaux d'irrigation.

## Cartographie des végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses de la Tour du Valat selon la typologie Natura 2000



HABITATS NATURA 2000

- 1310-3  
Salicorniaies des prés salés méditerranéens
- 1310-4  
Pelouses rases à petites annuelles subhalophiles

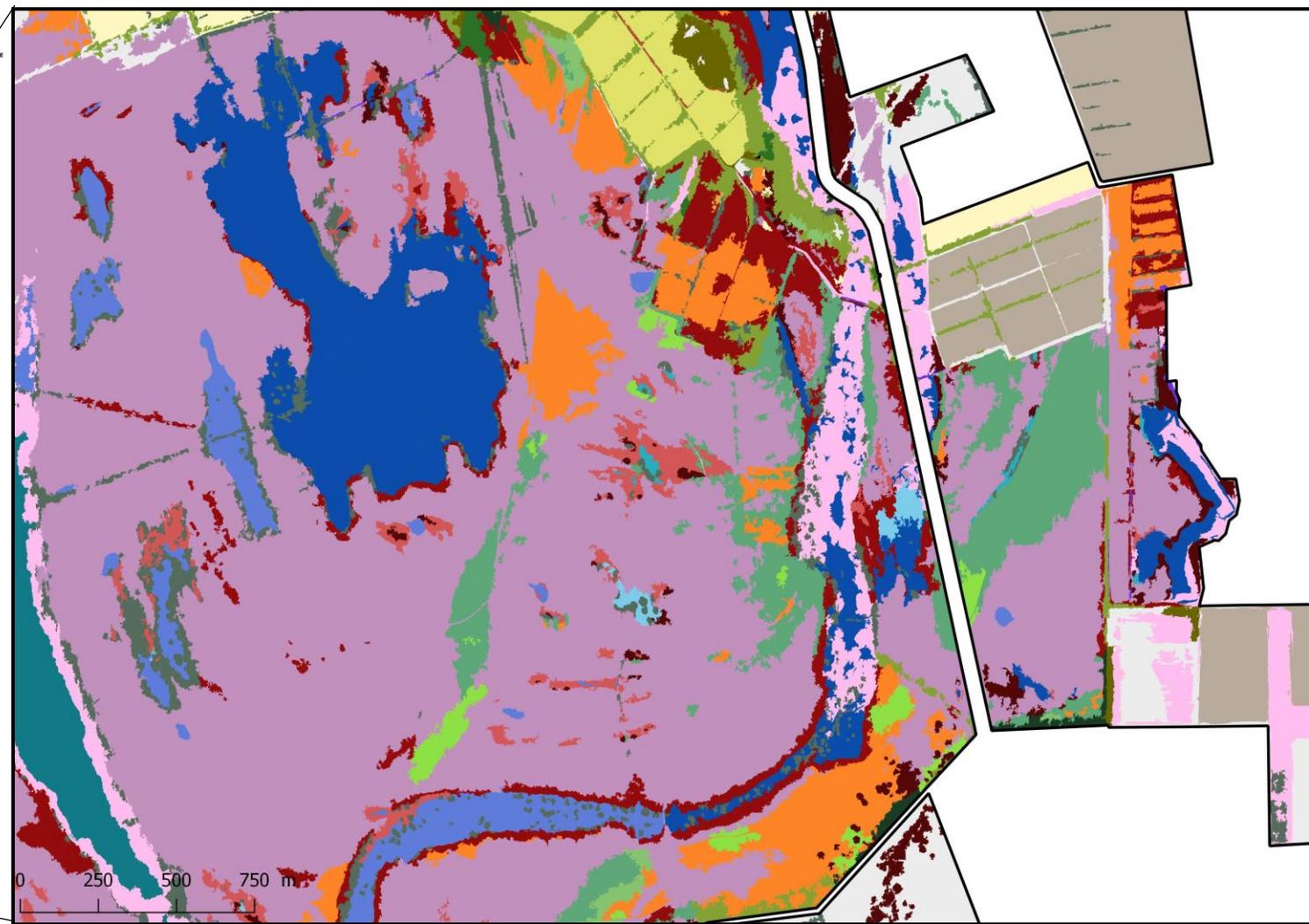
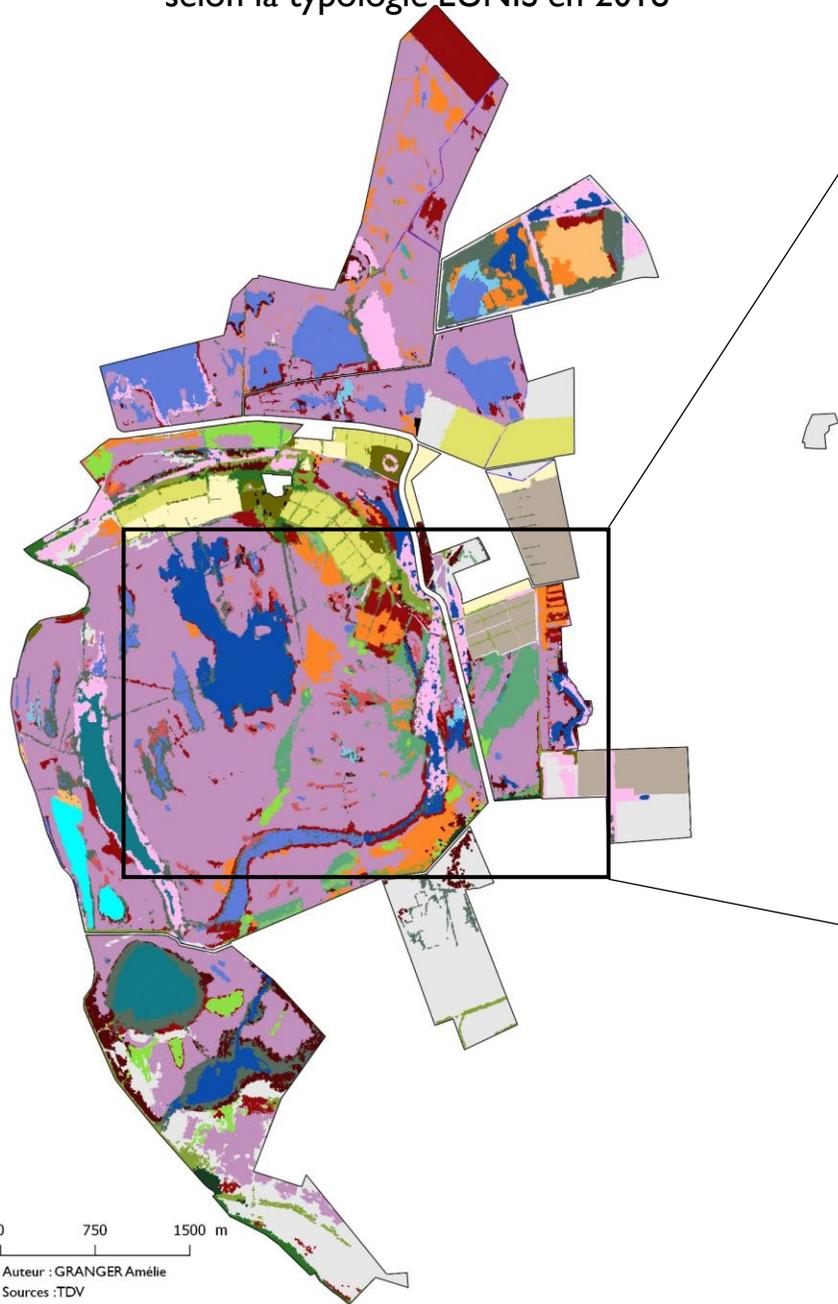
DOMAINE D'ETUDE

- Périmètre de la Tour du Valat

Auteur : GRANGER Annie  
Sources : TDV IGN-F  
Année : 2018



# Cartographie des habitats majoritaires de la Tour du Valat selon la typologie EUNIS en 2018



## HABITATS EUNIS

A2.52	A2.552	C3.211	E1.3131	F9.3131	J2
A2.522	C1.14	C3.32	E2.62	G1.31	J5.41
A2.526	C1.33	C3.4218	E2.7	G1.32	X25
A2.543	C1.341	C3.423	F3.221	I1	
A2.5513	C1.5211	E1.2A	F5.51A3	I1.5	

## AUTRES HABITATS

- Habitats non cartographiés
- DOMAINE D'ETUDE**
- Périmètre de la Tour du Valat

0 750 1500 m

Auteur : GRANGER Amélie  
Sources : TDV  
Année : 2018

# Cartographie des habitats en mélanges ou purs de la Tour du Valat en 2018



## HABITATS

-  Habitats en mélanges **→ 18 % → 67 combinaisons de mélanges identifiés**
-  Habitats sans mélanges
-  Habitats non cartographiés

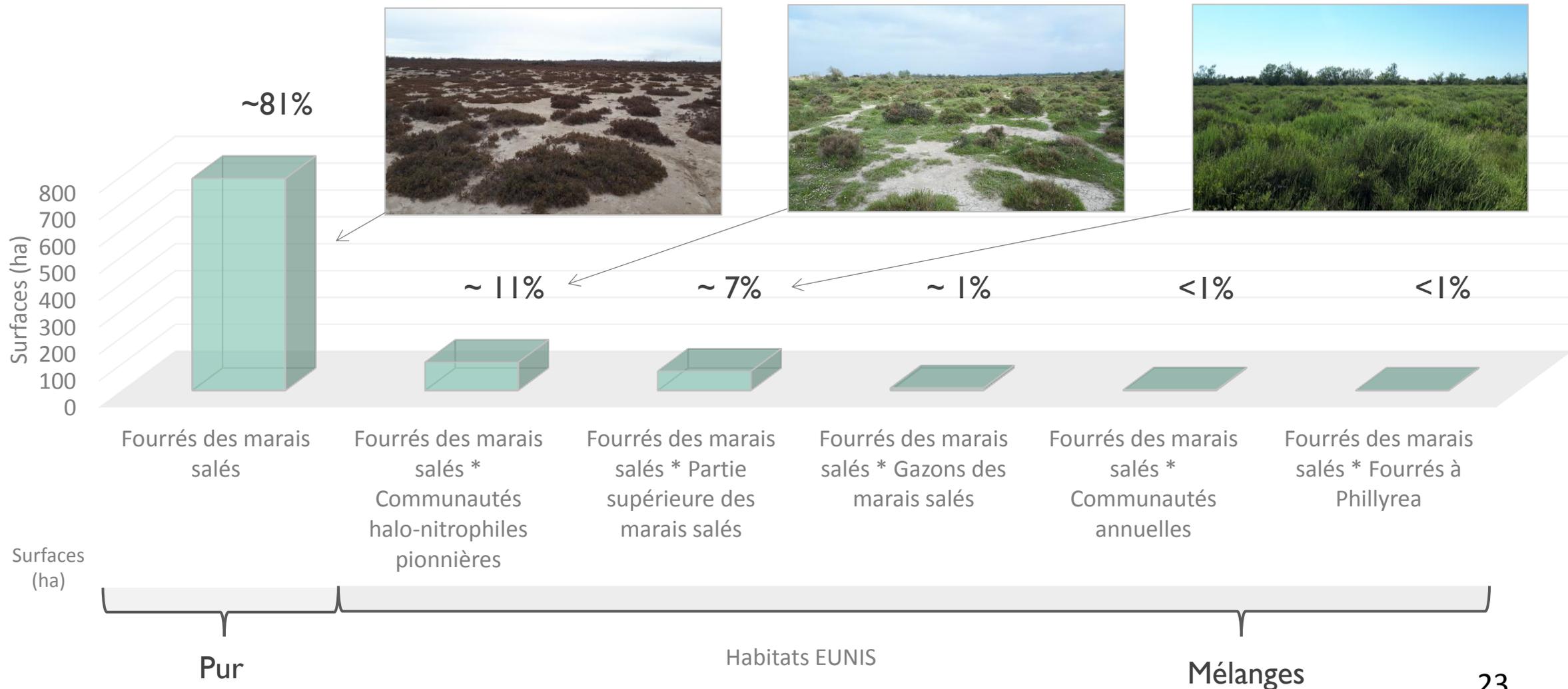
## DOMAINE D'ETUDE

-  Périmètre de la Tour du Valat



Auteur : GRANGER Amélie  
Sources : TDV  
Année : 2018

# SURFACES RECOUVERTES PAR LES SANSOUIÈRES : PUR OU EN MÉLANGES ?



# LIMITES IDENTIFIEES EN 2018

## LIMITES LIEES AUX SIG

### Grand nombre de polygones

- 68 000 polygones

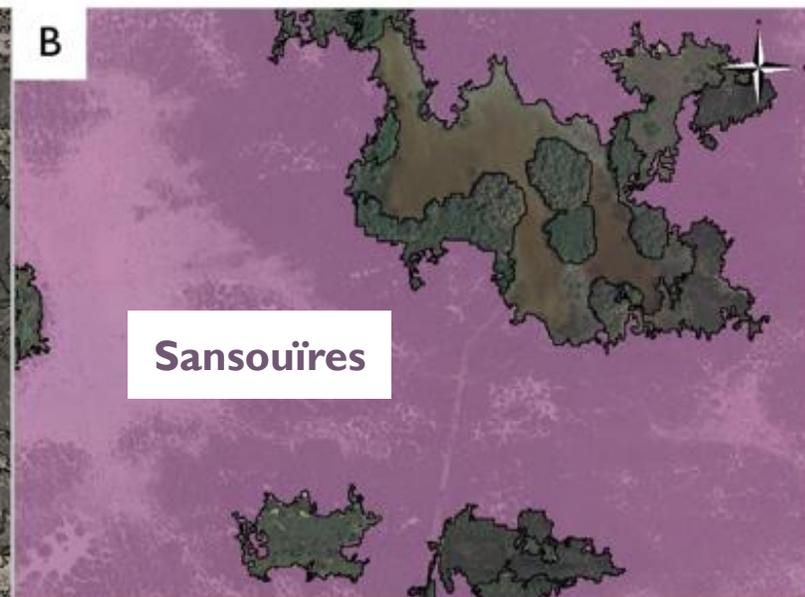
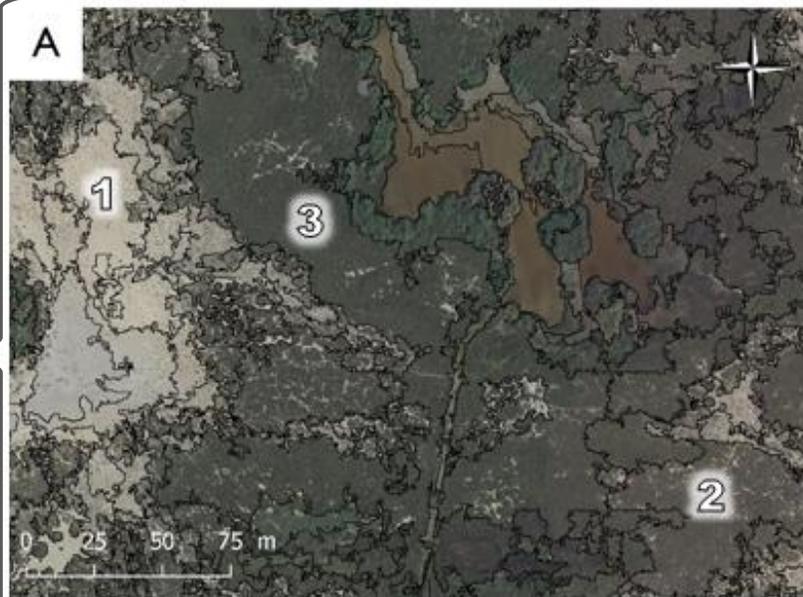
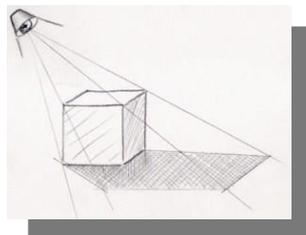
### Habitats hétérogènes

- Végétations différentes

### Génération de « trous »

### Polygones mixtes

### Ombres portées



RESULTAT DE LA SEGMENTATION

□ Contours des polygones

CODE NATURA 2000

■ 1420-2



# LIMITES DE LA METHODE DE SEGMENTATION

## LIMITES LIÉES À LA PHOTO-INTERPRÉTATION

### Orthophotographie

- Variations de teintes
- Hétérogénéité des végétations
- Structure
- Stade phénologique

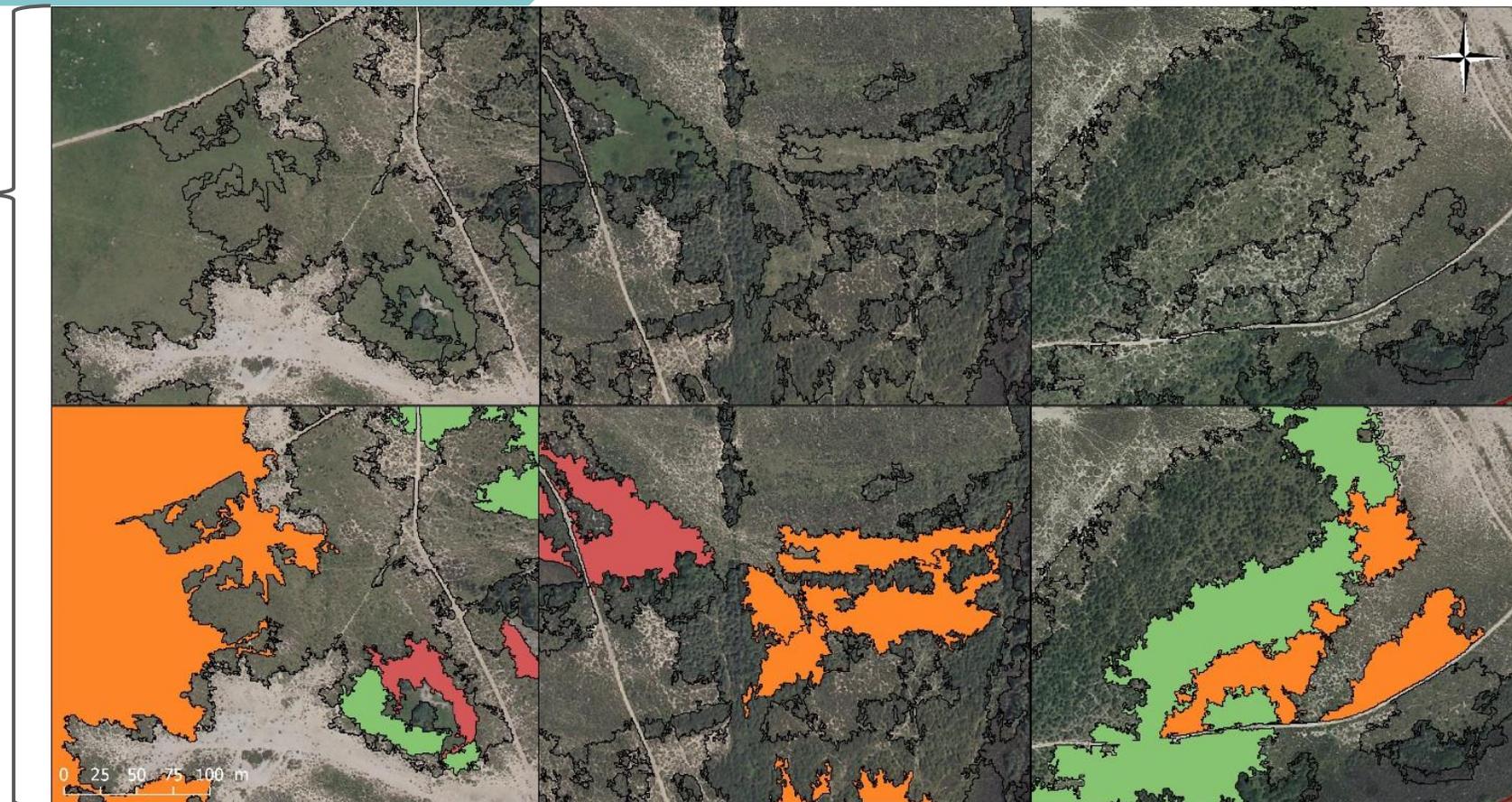
### Mono-date

- Instant « t » ≠ multi-date
- Datant de 2017
- Décalage temporel

2017



2018



CODE NATURA 2000 DES HABITATS MAJORITAIRES

■ 1310-4    ■ 1410-1    ■ 6220-2

# LIMITES DE LA METHODE DE SEGMENTATION

## LIMITES LIÉES À L'INTERPRÉTATION DES HABITATS

- Complexités des référentiels
- Complexité des correspondances
- Regroupement de végétations
- Manques d'étude sur certains milieux

Prés-salés vivaces : 1410



Prés-salés à *Juncus maritimus*



Prés-salés à *Juncus acutus*



Prés-salés à *Elytrigia atherica* et *Trifolium*



Prés-salés à *Aeluropus littoralis*

Prés-salés annuels : 1310



AVRIL  
2018



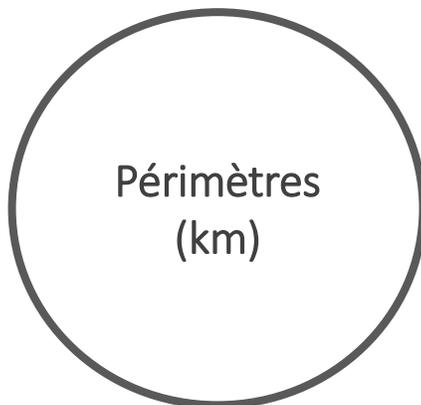
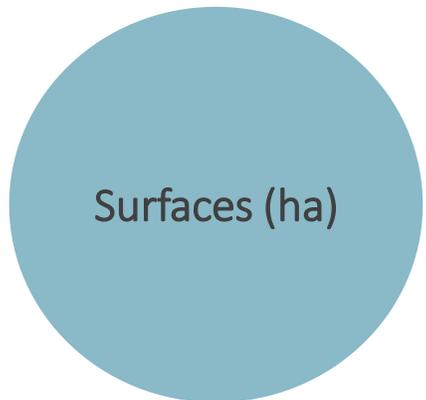
JUIN  
2018

- Variations météorologiques : printemps 
- Dynamiques saisonnières des végétations
- Subjectivité des botanistes

⇒ **Vérification**

# COMPARAISON 2004 - 2018

⇒ 9 habitats d'intérêt communautaire



## NOMBRE POLYGONES

Année	Année
2004	2018
652	1545

**x 2,4**

## SURFACES (ha)

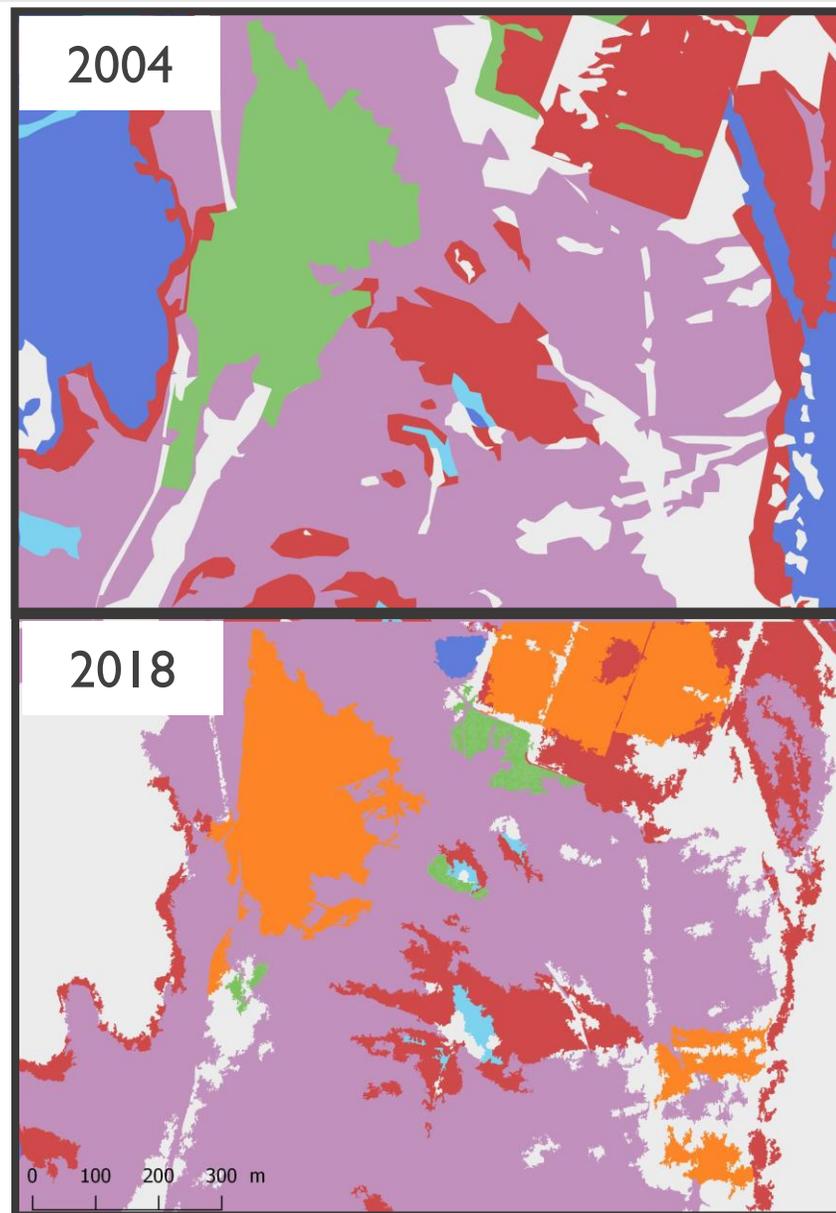
Année	Année
2004	2018
1752	1497

Changement  
d'interprétation

## PERIMETRES (km)

Année	Année
2004	2018
624	1608

**x2,6**  
+ Précision



# ETUDE DES VEGETATIONS : 6220

2004

2018

Parcours de graminées et annuelles  
6220



Parcours de graminées et annuelles

6220

25%

Végétations à Salicornia et espèces annuelles

1310

21%

Prés-salés méditerranéens

1410

14%

Fourrés halophiles méditerranéens

1420

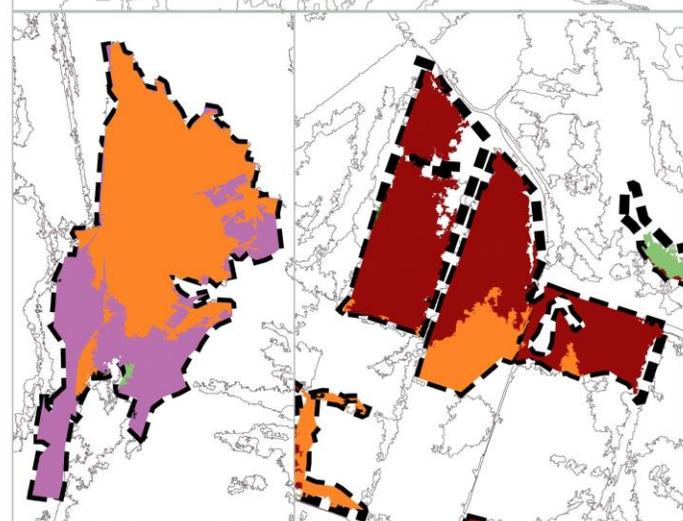
10%

Végétations et boisements anthropiques

7%

Fourrés de Filaires

5%



**HABITATS NATURA 2000**

- 6220  
Parcours de graminées et annuelles
- 1310  
Végétations à Salicornia et espèces annuelles
- 1410  
Prés-salés méditerranéens
- 1420  
Fourrés halophiles méditerranéens
- Autres habitats**
- Végétations et boisements anthropiques
- Fourrés de Filaires

Périmètre du 6220 cartographié en 2004

# COMPARAISON DES CARTES REALISEES EN 2004 ET 2018

## HABITATS NON IDENTIFIÉS EN 2004

- Lagunes méditerranéennes (1150)
- Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles (1310)
- Forêts-galeries à *Salix alba* et *Populus alba* (92A0)

## PROBLÈMES D'INTERPRÉTATION

- ≠ Perte de surfaces

## MÉTHODOLOGIE

- ⓧ Règles de numérisations et d'accrochages, tracé des contours...

## EVOLUTION RÉELLE DU TERRAIN

- Fermeture de certains milieux

## EVOLUTION



# PERSPECTIVES ET OUVERTURES

Tablette terrain

Carte collaborative

Privilégier la nomenclature EUNIS

Finaliser la carte (~10%)

## CONCLUSION

Objectifs fixés ✓

Nouvelle méthode 😊

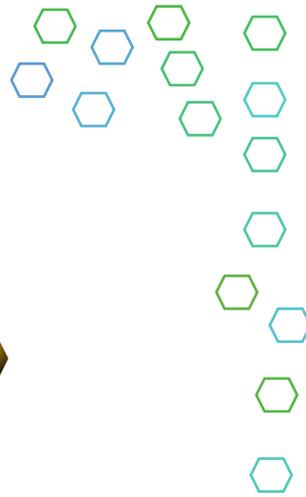
Cartes utilisées dans le prochain plan de gestion 😊

Adaptabilité de la méthode aux besoins 😊

Résultats de bonne qualité 😊



# MERCI DE VOTRE ATTENTION



Je remercie D. COHEZ, H. FONTES, N. YAVERCOVSKI, A. GUELMAMI, L. WILLM

# BIBLIOGRAPHIE

Aguilera Delgado M. 2004. « Cartographie des habitats de zone humide à l'aide des données de télédétection Application aux habitats de la Réserve Nationale de Camargue ». Mémoire de stage, PACA, France: Université de Lleida.

Aubel S. 2004. « Les milieux naturels humides de Camargue, enjeux et perspectives ». France: Parc naturel régional de Camargue.

Bell G., Neal S., et Medcalf K. 2015. « Ecological Informatics - Use of remote sensing to produce a habitat map of Norfolk ».

Bensettiti F., Deniaud J., Chavaudret-Laborie C., et Boulet V. 2005. *Cahier d'habitats Natura 2000. Tome 4 (vol.1) - Habitats agropastoraux*. Vol. Vol.1. T.1. Paris: La Documentation française.

Bensettiti F., Gaudillat V., et Hauray J. 2002. *Cahier d'habitats Natura 2000. Tome 3 - Habitats humides*. Édité par Documentation Française. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire, T. 3. Paris: La Documentation française.

Bissardon M., Guibal L., et Rameau J.C. 1997. *CORINE biotopes*. <http://biodiversite.wallonie.be/fr/bissardon-m-guibal-l-rameau-j-c-1997-corine-biotopes-version-originale-type-d-habitats-francais-engref-aten-http-www-esp.html?IDC=3046&IDD=167772241>.

CBNBP. 2008. « Guide méthodologique-Inventaire et cartographie des habitats naturels et semi naturels au Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien ». UMS 2699. Inventaire et suivi de la biodiversité. Paris: Conservatoire Botanique National du bassin parisien.

Clair M., Gaudillat V., et Herard K. 2006. « Cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquée aux sites terrestres du réseau Natura 2000 ». Guide méthodologique. Muséum national d'histoire naturelle Département Ecologie et gestion de la biodiversité UMS 2699 Inventaire et suivi de la biodiversité: Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux.

Cohez D., Chauvelon P., Yavercovsk N., et Ernoul L. 2011. « Plan de gestion 2011-2015 de la Réserve Naturelle Régionale de la Tour du Valat ». Tour du Valat, Arles, France.

Cohez D., Paix L., Gabrie L., et Olivier A. 2016. « Plan de gestion 2016-2020 de la Réserve Naturelle Régionale de la Tour du Valat ». Tour du Valat, Arles, France.

Dangre C. 2004. « Diagnostic des habitats naturels du domaine de la Tour du Valat (Camargue, Bouches du Rhone). Définition d'enjeux et prospections d'action de gestion. »

Delassus L., Magnanon S., Colasse V., Glemarec E., Guitton H., Laurent E., Thomassin G., Vallet J., Bioret F., et al. 2014. « Classification physionomique et phytosociologique des végétations de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire ». Brest: Conservatoire Botanique National de Brest.

DIREN Midi-Pyrénées. 2007. « Inventaire et cartographie des habitats naturels et habitats d'espèces - Natura 2000 - Midi-Pyrénées, 7300953 ». Cahier des charges Annexe 3.

DREAL Hauts-de-France. 2004. « Apports de la télédétection pour la connaissance des enjeux environnementaux ». 2004. <http://www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr/?Apports-de-la-teledetection-pour-la-connaissance-des-enjeux-environnementaux>.

Evans D. 2006. « The habitats of the european union Habitats directive ».

Guelmami A. 2018. « SWOS ». Tour du Valat, Arles, France.

Ichter J., Evans D., et Richard D. 2015. « Cartographie des habitats terrestres en Europe : une vue d'ensemble ». Rapport technique n°1/2015. Paris: Muséum national d'Histoire naturelle.

Institut Géographique National. 2007. « BD ORTHO ® Descriptif de livraison ».

« Jena Optronik ». 2018. 2018. <https://www.jena-optronik.de/>.

Laurent E., Delassus L., Hardegen M., Magnanon S., Sellin V., et Disse C. 2017. « Aide au choix d'une méthode de cartographie des végétations. Guide méthodologique ». Brest: Conservatoire botanique national de Brest.

Lortic B. 2011. « Manuel de cartographie rapide : de l'échelle de la région à celle du mobilier urbain ». Marseille: IRD-Institut de recherche pour le développement.

Louvel J., Gaudillat V., et Poncet L. 2013. « EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce ». Paris: Muséum national d'Histoire naturelle.

Olivier J., Hendoux F., Gaudillat V., et Deshayes M. 2010. « Cadre méthodologique pour une cartographie nationale des végétations naturelles et seminaturelles terrestres en France (2010/2018, et au delà) ». Paris: Muséum national d'Histoire naturelle.

Schwarz M., Weise K., Burjack I., Gräfe K., Knop A., et Höfer R. 2017. « SWOS SHb (SWOS Software Handbook) ». D3.2. Satellite-based Wetland Observation Servic.

Sellin V. 2016. « Méthode semi-automatisée de cartographie des grands types de végétations ». Programme « Connaissance et cartographie des végétations sur de grands territoires : étude méthodologique ». Brest: Conservatoire botanique national de Brest.

Sellin V., Magnanon S., Gourmelon F., Debaine F., et Nabucet J. 2015. « Etude expérimentale en cartographie de la végétation par télédétection ». *Cybergeo : European Journal of Geography*. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.27067>.

Système d'information sur l'eau. 2011. « Les zones humides – points chauds de la biodiversité ». 2011. <http://www.zones-humides.org/actualite/C3%A9-116>.

*The Ramsar Convention Manual: a Guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)*. 2004. 3rd éd. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.: [http://www.moe.gov.lb/ProtectedAreas/pdf/ramsar\\_convention.pdf](http://www.moe.gov.lb/ProtectedAreas/pdf/ramsar_convention.pdf).

« The Ramsar Convention Secretariat ». 2014. 2014. [ramsar@ramsar.org](mailto:ramsar@ramsar.org).

Tour du Valat. 2016. « Rapport d'activité 2016, Tour du Valat ». Le Sambuc, Arles: Tour du Valat.