



**Méthodologie du protocole d'accompagnement des  
opérations de curage du Marais de Brouage**

***Pétitionnaire : Syndicat Mixte Charente Aval (SMCA)***

***Association Foncière Pastorale des marais de Brouage***

**Eau-Méga**  
Conseil en Environnement

**urima**  
L'expert public des territoires d'eau

SAS au capital de 70 000 €  
B . P . 4 0 3 2 2  
17313 Rochefort Cede>  
environnement@eau-mega.f  
Tel : 05.46.99.09.21  
www.eau-mega.f

***ANNEXE à la fiche cantonale 2023-2024***

**AVRIL  
2023**

<b>Dossier n°</b>	N° 16-23-001	<b>Méthodologie du protocole d'accompagnement des opérations de curage du Marais de Brouage</b> AFP/SMCA
<b>Statut</b>	Provisoire	

<b>Statut</b>	<b>Établi par</b>	<b>Vérifié par</b>	<b>Approuvé par</b>	<b>Date</b>	<b>Référence</b>	<b>Indice</b>
PROVISOIRE	BRUNETEAU K.	MAZZARINO S.	ROBIN FX (UNIMA)	13/04/2023	16-23-001	A

## MODIFICATIONS DU DOCUMENT

<b>N° dossier</b>	16-23-001
<b>Description du projet</b>	Suivi biologique de la Cistude d'Europe en sortie d'hivernage (2021-2023)
<b>MOA</b>	AFP/SMCA
<b>MOE le cas échéant</b>	UNIMA
<b>Chef de projet (Eau-Méga)</b>	S MAZZARINO
<b>Rédacteur principal</b>	K BRUNETEAU

## SUIVI DES MODIFICATIONS DU DOCUMENT

<b>NOM</b>	<b>STRUCTURE</b>	<b>RELECTEUR / CORRECTEUR</b>	<b>DATE D'ENVOI</b>	<b>INDICE DU DOCUMENT</b>	<b>Commentaire</b>
BRUNETEAU K	Eau-Méga	Rédactrice	14/04/23	A	Provisoire

## Table des matières

I.	Méthode et travail préalable .....	5
I.1.	Une approche en trois volets .....	5
I.2.	Définition du « pied de coteau » .....	5
I.3.	Bibliographie.....	7
I.4.	Pré-requis.....	10
II.	Application de la méthode.....	11
II.1.	Identification théorique des linéaires éligibles au programme.....	11
II.2.	Identification des indicateurs à forte influence sur les enjeux.....	12
III.	Résultats.....	23
III.1.	Zones sensibles au curage .....	23
III.2.	Proximité des habitats de report .....	25
IV.	Biais et limites de la méthode .....	25
IV.1.	Une méthode excluant les observations « réelles » .....	25
IV.2.	Disparités entre les phases bibliographie et cartographie .....	27
IV.3.	Une méthode exclusivement adaptée aux enjeux « curage » .....	27
IV.4.	Mise en forme des données et présentation des résultats .....	28
V.	Conclusion : avantages et inconvénients .....	28
Tableau 1. Zonage d'inventaire et de protection à proximité du site d'étude.....		7
Tableau 3. Nombre de taxons pour lesquels chaque indicateur a été suivi.....		13
Tableau 4. Influence des indicateurs sur les différents taxons .....		14
Tableau 5. Liste des indicateurs et pondération dans la note finale.....		16
Tableau 6. Notation des différents habitats au regard des taxons considérés .....		18
Figure 1. Schéma de définition des fossés éligibles .....		11
Figure 2. A gauche la couche initiale du CBN, à droite sa version redécoupée en fonction des mailles. .....		19
Figure 3. Illustrations de la méthodologie permettant d'obtenir les cartes de report d'habitats .....		21

## PREAMBULE

Dans le cadre des tranches de travaux 2021 et 2022, le SMCA a fait réaliser des inventaires systématiques de la Cistude sur les linéaires à curer, et sur une base d'échantillonnages pour les amphibiens (Grenouille verte), l'avifaune paludicole, les odonates, l'ichtyofaune et la végétation aquatique. Ces taxons correspondent donc à ceux qui présentent le plus de sensibilité potentielle au curage. Un taxon sensible au curage n'a pas fait l'objet d'inventaires : il s'agit des reptiles ophidiens, et plus particulièrement de la Couleuvre à collier.

Ces inventaires sont lourds en moyens techniques, humains et financiers. Aussi le SMCA a souhaité travailler sur un protocole plus généraliste, qui permettrait d'identifier les sensibilités d'un site sans avoir à réaliser des inventaires systématiques. La demande concernait en premier lieu les fossés de pied de coteau, définis depuis 2021 comme des milieux sensibles à fort enjeu faunistique, avec une possibilité toutefois de pouvoir appliquer ce protocole également sur d'autres secteurs du Marais de Brouage comme le cœur de Marais.

Le bureau d'études Eau-Méga a donc été missionné en ce sens.

Ce document établit la méthodologie qui a servi à analyser et argumenter le plan d'exécution présentée dans la fiche cantonale 2023/2024. L'ensemble des atlas obtenus au moyen de ce protocole est compris dans les annexes de la fiche cantonale. Les analyses des rendus au regard du plan d'exécution sont également intégrées à la fiche cantonale.

***Nota :** Les chapitres sur les biais de la méthode, ses avantages et ses inconvénients sont amenés à être complétés ultérieurement. Le cœur de la méthode et les atlas obtenus ont été validés par le maître d'ouvrage et présentés en mars 2023 aux services de l'Etat.*

# I. Méthode et travail préalable

## I.1. Une approche en trois volets

Le protocole appliqué se base sur une approche tri-dimensionnelle :

- l'aspect foncier
  - o Identification par l'AFP et le SMCA des ilots fonciers et volonté des propriétaires d'entretenir leurs fossés de ceinture
- l'aspect hydraulique, étudié par l'UNIMA
- l'aspect écologique
  - o identification des secteurs sensibles pour application d'un protocole-terrain lors des phases de curage

## I.2. Définition du « pied de coteau »

Pour décrire les zones du marais de Brouage, deux termes se distinguent principalement : le cœur de marais et le pied de coteau, termes auxquels il faudrait également ajouter la notion de marais maritime telle qu'elle se retrouve dans les zones de claires ostréicoles et dans l'enceinte de la RNN MO.

Puisque dès 2021, la notion de « pied de coteau » est apparue comme porteuse d'enjeux forts pour la biodiversité, il s'est révélé nécessaire de reporter les interventions sur ces zones. Sur site, la limite entre ces deux notions n'est pas toujours très distincte, c'est pourquoi il a fallu définir géographiquement ce qui relevait du « pied de coteau » et du « cœur de marais ».

Arbitrairement, et pour sortir rapidement les linéaires de fossés « pied de coteau » des plans d'exécution, il a été décidé qu'un tampon de 200 m à partir du pied de coteau (premier fossé de marais depuis le coteau, correspondant également aux limites de territoire des AS locales). Cette distance de 200 m est basée, d'après la bibliographie, sur la définition du domaine vital minimal de la Cistude d'Europe d'après *Duguy & Baron, 1998*. Cette espèce, à forte valeur patrimoniale sur le marais de Brouage, a centré une grande partie du protocole.

Il s'est toutefois avéré, lors de l'élaboration du présent protocole, que ces fossés de « pied de coteau » pouvaient être définis de manière plus précise que sur un simple critère géographique. Comme

démonstré dans le corps de la fiche cantonale, l'UNIMA a observé sur le terrain, suite à de nombreuses discussions et à la centralisation de connaissances variées (hydrogéologie du coteau de Broue, retour d'expérience des gestionnaires ...) que les fossés dits « très sensibles » étaient en fait alimentés par des eaux de la nappe du Cénomaniens, ce qui se traduit visuellement par des fossés au fond limoneux non cohésif, en opposition aux fossés au fond vaseux en « bri », qui se retrouvent côté cœur de marais. Les limites entre les deux ne sont pas toujours évidentes, comme expliqué dans la fiche cantonale.

Il en ressort donc qu'un fossé de pied de coteau présente un fond limoneux, un apport hydrique dominé par les apports de la nappe du Cénomaniens et éventuellement un fond dont l'altimétrie est supérieure à celle des fonds de fossés « vaseux ». Toutefois, ces caractéristiques ayant été définies dans le cadre de l'élaboration du protocole, la définition retenue dans le reste du document reste celle des fossés « situés dans un tampon de 200 m depuis les fossés de ceinture ».

## I.3. Bibliographie

### I.3.1. Zonages réglementaires

Le marais de Brouage est concerné par les zonages suivants :

Les sites en gras font l'objet d'une description détaillée dans la fiche cantonale 2023-2024.

Tableau 1. Zonage d'inventaire et de protection à proximité du site d'étude

Réseau	Type de zonage	Code	Nom du site	Surface (ha)	Positionnement vis-à-vis de l'emprise étudiée
Natura 2000	<b>ZSC</b>	<b>FR5400431</b>	<b>Marais de Brouage (et marais nord d'Oléron)</b>		<b>Inclus</b>
	ZSC	FR5400465	Landes de Cadeuil		En limite
	ZSC	FR5402001	Carrière de l'Enfer		En limite
	ZPS	FR5410028	Marais de Brouage - ile d'Oléron		Inclus
Sites inscrits, sites classés	Site inscrit	SI51	Citadelle de Brouage		~1 km
	Site classé	SC108	Ancien golfe de Saintonge-Marais de Brouage	16 044 ha	Inclus
Réserves naturelles	<b>RNR</b>	<b>RNR111</b>	<b>La Massonne</b>		<b>En limite</b>
	RNN	FR3600077	Moëze-Oléron	6 719 ha	~2 km
ZNIEFF	ZNIEFF II	540007610	Marais et vasières de Brouage-Seudre-Oléron		Inclus
	ZNIEFF I	540120039	Marais de Brouage Saint-Agnant		Inclus
	ZNIEFF I	540003352	Landes de Cadeuil		En limite
	ZNIEFF I	540120005	Vasières et polders de Brouage		Inclus
Foncier	Propriétés CDL	-	-		Inclus
	Propriétés CEN NA	-	-		Inclus

ZSC : Zone Spéciale de Conservation, Directive 92/43 CEE « Habitats, faune, flore »  
ZPS : Zone de Protection Spéciale, Directive 2009/147/CE « Oiseaux »

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique

- I : Secteurs de grand intérêt biologique ou écologique
- II : Grands ensembles naturels riches ou peu modifiés, potentialités biologiques importantes

### **I.3.2. Inventaires systématiques**

En 2021, la SMCA a lancé diverses commandes pour la réalisation d'inventaires sur l'ensemble du marais de Brouage. L'objectif était d'étudier les habitats favorables à ces différents taxons, de lancer les préconisations qui ont conduit à l'élaboration du protocole les incidences du curage sur ces derniers,

#### Limites de ces inventaires

4 des 5 taxons inventoriés se sont basés sur un inventaire par échantillonnage, dont la très grande majorité se situait en cœur de marais. Seule les prospections Cistude ont été réalisées sur la totalité d'un linéaire (réseau majeur à curer, réseau majeur curé, réseau mineur à curer, réseau mineur curé). En 2021, les pieds de coteau des UHC Marennes et Reux ont été prospectés. Ceux du coteau de Broue n'ont pas trouvé de prestataire disponible, au regard du linéaire important qu'il convenait de prospecter.

De même, ces inventaires ont été réalisés sur des UHC expérimentales mais différentes en fonction des taxons. Tous les inventaires ont été réalisés sur 2021 (linéaire à curer) et 2022 (même linéaire après curage), à l'exception de la Cistude d'Europe qui a également fait l'objet d'une recherche par arpentage en 2023 (linéaire mineur curé).

Par ailleurs, les inventaires réalisés après curage se sont concentrés uniquement sur les parties curées (totalité du linéaire curé pour la Cistude, mêmes plans d'échantillonnage pour les 4 autres taxons), sans prendre en compte le rôle des zones de report (linéaire non curé) dans le déplacement des individus.

Enfin, les inventaires après curage ont été réalisés à N+1, ce qui revient à observer les incidences du curage à très court terme, avant reprise de la végétation. Les effets observés peuvent donc être autant liés à la coupe des roselières (ou autres typologies de végétation) qu'au curage en lui-même. A cela s'ajoute une météo particulièrement sèche en 2022, qui a grandement limité la possibilité d'observation, rendant encore plus flou la limite entre effets du curage et effets de la sécheresse.



**Au regard de ces biais, les résultats sont donc très variés, géographiquement et qualitativement ; aussi la localisation de chaque contact, par espèce, ne forme pas une donnée assez fiable pour être intégrée à la présente méthodologie.**

#### Avantages de ces inventaires pour le présent protocole

Toutefois, l'état initial réalisé en 2021 est très intéressant et a été largement exploité dans le cadre de ce protocole. En effet, pour chaque taxon inventorié, de nombreux indicateurs ont été notés, ce qui a permis de faire une corrélation entre certains indicateurs biotiques (végétation) et abiotiques (vases, hauteur d'eau ...), pour chaque taxon. L'utilisation de ces données est détaillée en p. 12.

### **I.3.3. Rencontres gestionnaires**

Le marais de Brouage présente de nombreux secteurs classés en Réserve Naturelle (Nationale ou Régionale) et/ou propriété du Conservatoire du Littoral (CDL), et/ou en gestion par le Conservatoire des Espaces Naturels Nouvelle Aquitaine (CEN NA). La RNN de Moëze Oléron et la RNR de la Massonne sont respectivement gérées par la LPO et NE17/LPO.

Considérant ce millefeuille de zonages de protection et la connaissance fine du territoire par les gestionnaires, il s'est avéré indispensable de s'entretenir avec les gestionnaires afin de définir avec eux les enjeux en termes d'usages, d'enjeux écologiques, de réunir leurs propositions et leurs interrogations sur le curage en pied de coteau.

3 rencontres ont donc eu lieu :

- Rencontre avec le CEN NA, en tant que gestionnaire des terrains CDL autour de Hiers et au niveau des coteaux de Broue. Leur foncier et leurs espaces en gestion sont directement concernés par le curage pied de coteau.
- Rencontre avec NE17, en tant que gestionnaire de la RNR de la Massonne et expertise scientifique. Aucun fossé situé au sein de la RNR n'est concerné par le curage, cependant certains sont mitoyens, il était donc cohérent que cette structure soit associée tout au long du processus.

- Rencontre avec l'équipe de la RNN MO, dont l'emprise n'est pas concernée par le curage en pied de coteau. Des opérations de curage ont régulièrement lieu sur cette réserve, l'équipe a donc été rencontrée pour partager son retour d'expérience et ses habitudes concernant ce type d'entretien.

Ces rencontres ont fait l'objet de comptes-rendus, présentés en annexe de la fiche cantonale.

#### **I.3.4. Autres études sur le Marais de Brouage**

Afin de mieux appréhender les mœurs de la Cistude sur le Marais de Brouage, d'autres études ont été intégrées à la bibliographie :

- OBIOS, DREAL NA, CDC Bassin de Marennes, février 2020, « Suivi des sites de pontes de Cistude d'Europe *Emys orbicularis* dans le Marais de Brouage, sur le site Natura 2000 *Marais de Brouage (et marais nord d'Oléron)* (ZSC FR5400431) »
- Nature Environnement 17, Décembre 2014, « Suivi d'une population de Cistude d'Europe dans le marais de Brouage 2010-2013 - *caractérisation et évaluation de l'impact des curages en marais doux* »

### **I.4. Pré-requis**

Éléments nécessaires à l'application de la méthode : carto d'habitats, un minimum de données écolo, une certaine connaissance/affinité pour les enjeux qui seraient connus mais non ressortis de la biblio

L'application du protocole détaillé en suivant nécessite :

- une cartographie des habitats fine, ici celle réalisée par photo-interprétation par le CBN SA, d'après des clichés aériens de juillet 2022.
- les données écologiques disponibles sur le territoire, en l'occurrence les données d'inventaires, études diverses, données FAUNA, OBV citées précédemment ...
- des connaissances académiques sur les cycles biologiques des espèces, les habitats et leurs potentialités faunistiques

- des connaissances académiques en termes d'hydrologie et hydrogéologie.
- l'implication des acteurs de l'écologie (APN, conservatoires) ancrés dans le territoire, pour leur retour d'expérience et leur connaissance fine du territoire (visant à

## II. Application de la méthode

### II.1. Identification théorique des linéaires éligibles au programme

1. Réseau tertiaire existant
2. Réseau tertiaire foncier
3. Réseau tertiaire après retour des propriétaires

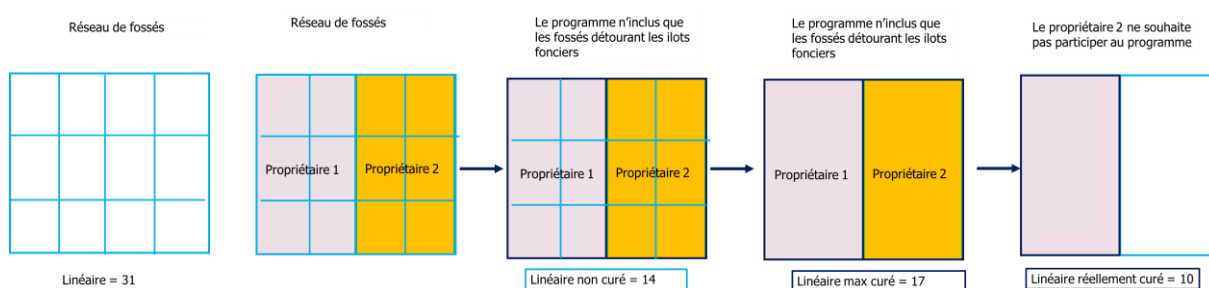


Figure 1. Schéma de définition des fossés éligibles

Dans les divers échanges (réunions, mails, etc.), le ratio de fossés curés/non curés est souvent évoqué. Ce ratio peut passer du simple au décuple selon ce qu'on définit comme étant le linéaire « initial ». En effet, dans l'exemple ci-dessus, si l'on considère que le linéaire initial est de 31, le ratio finalement curé est de 32%. Si l'on ne considère que les fossés inclus dans le programme et retenus par les propriétaires, ce ratio monte à 55%.

C'est pourquoi il est peu pertinent d'évoquer un ratio de curage sans imaginer ce propos ou sans préciser quel ratio est évoqué.

## II.2. Identification des indicateurs à forte influence sur les enjeux

Cette étape a permis d'identifier quels indicateurs exercent une influence certaine sur la diversité faunistique et jouent sur la qualité des habitats du Marais de Brouage. L'objectif à terme est de pouvoir discriminer, à partir des linéaires de fossés intégrés dans le programme de curage, les fossés à très forte valeur écologique. Avant de fixer une liste définitive des paramètres à suivre, plusieurs principes ont été émis, sur la base du travail préalable mentionné précédemment (rencontres avec les gestionnaires, etc.) :

- les enjeux ressortant de cette méthodologie doivent prendre en compte les domaines vitaux d'un maximum de taxons, et se décentrer des enjeux « Cistude »,
- la méthode doit préférentiellement pouvoir être reconduite (cette étape fera suite à la présente) et appliquée sur d'autres pieds de coteaux (frange Nord du marais de Brouage), voire sur le cœur de marais.

### II.2.1. D'après les inventaires 2021 et 2022

Après lecture de chaque rapport 2021 (état initial), la liste des indicateurs par taxon est la suivante :

Indicateur	Odonates	Vgt aquatique 2021	Cistude hiver	Cistude curage	Paludicoles	Poissons	Amphibiens
Salinité		X	X			X	X
niveau d'eau		X	X			X	X
turbidité		X	X			X	
ombrage		X				X	X
profil berges		X	X			X	X
érosion berges		X	X				
pente berges		X	X			X	X
espèces vgt patrimoniales		X					
temp_air			X			X	
temp_eau			X			X	
végétation colonne d'eau			X			X	X
recouvrement végétation sol		X	X				
structure végétation			X		X	X	X
Vent			X			X	

Indicateur	Odonates	Vgt aquatique 2021	Cistude hiver	Cistude curage	Paludicoles	Poissons	Amphibiens
Nebulosité			X			X	
Pluie			X			X	
épaisseur vase			X			X	X
Type de placette thermoreg			X				
à curer /témoin	X				X		X
Rang du fossé						X	X
Temporaire/permanent							X
oxygène eau						X	
pH eau						X	
qualité vase (eau+MO)						X	
Conductivité						X	
largeur du chenal						X	
Date du dernier curage						X	
Espèces sensibles						X	

Au total, ce sont donc 29 indicateurs différents qui ont été observés. L'objectif à ce stade est de comprendre, parmi cette liste de 29, quels indicateurs ont une influence positive ou négative, sur les taxons inventoriés. Toutefois, ce travail n'est possible que s'ils ont été notés sur plusieurs taxons. A titre d'exemple, le pH de l'eau n'a été noté que lors des pêches, il est donc quasi-impossible de déterminer si le pH de l'eau joue un rôle décisif dans la diversité faunistique. Cette approche sur les indicateurs physico-chimiques a été réalisée au moyen d'autres données, et est détaillée en p. 12.

Les indicateurs les plus observés ont donc été identifiés (tableau ci-dessous). Au-delà de 3, ces indicateurs sont retenus pour la suite de l'analyse, en-deçà, ils sont considérés comme non significatifs.

Tableau 2. Nombre de taxons pour lesquels chaque indicateur a été suivi

Indicateur	NBVAL
Salinité	4
Hauteur d'eau	4
Turbidité	3
Ombrage	3
profil berges	4
érosion berges	2
pente berges	4
espèces végétales patrimoniales	1
Température air	2
Température eau	2
végétation colonne d'eau	3
recouvrement végétation sol	2
structure végétation	4
Vent	2
Nébulosité	2
Pluie	2







Indicateur	NBVAL
épaisseur vase	3
Type de placette thermoregulation	1
à curer /témoin	3
Rang du fossé	2
Temporaire/permanent	1
oxygène eau	1
pH eau	1
qualité vase (eau+MO)	1
Conductivité	1
largeur du chenal	1
Date du dernier curage	1
Espèces sensibles	1


L'étape suivante s'est basée sur les analyses observations/indicateurs, pour chacun des rapports.


Quatre types de conclusions ont été observées :


- l'indicateur x présente une influence positive sur le taxon A
- l'indicateur x présente une influence négative sur le taxon A
- l'indicateur x ne semble jouer aucune influence sur le taxon A
- l'indicateur x a été noté mais le rapport ne fait pas mention de la corrélation indicateur/taxon.


Tableau 3. Influence des indicateurs sur les différents taxons


Catégories	Paramètre						
Eau	Salinité		Cortèges différents				
Eau	augmentation de la colonne d'eau après curage						
Eau	Turbidité						
Eau	Ombrage						
Profil	Profil berges en pentes douces						
Végétation	végétation colonne d'eau					Si Jussie	
Végétation	structure végétation	Mue imaginale			Diversité d'habitats		
Vases	diminution épaisseur vase						

 Paramètre non suivi

 Significatif positif

 Significatif neutre

 Significatif négatif

 Paramètre noté mais lien non démontré

*Nota : ce tableau est synthétique, et uniquement basé sur les inventaires, ne peut être en aucun cas sorti de son contexte en l'état. A titre d'exemple, l'indicateur « salinité » est considéré comme neutre sur les amphibiens, ce qui semble à priori aberrant : cela signifie que la salinité mesurée sur les points échantillonnés n'était pas assez importante pour avoir une influence sur la présence des grenouilles vertes. De même sur l'ichtyofaune, les valeurs de salinité sur les points de pêche restent proches et n'ont pas permis d'observer des cortèges différents.*

### II.2.1. Données abiotiques

Les données abiotiques ont été analysées au regard des données suivantes :

- Géologie,
- Pédologie,

Dans le cadre des différents échanges, il est en revanche ressorti un paramètre hautement influent sur la qualité des eaux et la diversité spécifique du marais de Brouage : il s'agit de l'alimentation du réseau hydraulique par les suintements de la nappe du Cénomaniens depuis les coteaux. Ces eaux sont nettement plus oligotrophes que les eaux apportées artificiellement en été par le canal d'aménée (canal charente-seudre) et permettent le développement d'habitats et de cortèges végétaux qui ne se retrouvent pas dans le cœur de Marais.

Il n'existe pas, en l'état actuel, de cartographie précise de ces arrivées d'eau et du linéaire de fossés influencé par ces dernières. Néanmoins, sur le terrain, ce phénomène se traduit par :

- des eaux complètement claires
- un substrat sédimentaire limoneux et non vaseux (bri) comme dans le cœur de marais
- présence d'Iris faux-acore dans les fossés et d'aulnes sur les ripisylves (les cortèges végétaux des prairies sont également différents des prairies humides de cœur de marais)
- une topographie différente : des prairies humides plus hautes en bas de coteau qu'en cœur de marais.

### II.2.1. Utilisation de la cartographie des habitats du CBN<sup>1</sup>

La couche fournie par ce travail compte de nombreux champs, parmi lesquels plusieurs typologies d'habitats (« végétations », « EUNIS », « cahiers d'habitats », etc.) ainsi que des indicateurs physico-chimiques : salinité, pH, etc.

Ce travail comporte :

- 12 habitats d'intérêt communautaire (inscrits aux cahiers d'habitats Natura 2000)

---

<sup>1</sup> DELBOSC P., LE DEZ M., BERNARD E., LE FOULER A., BELAUD A., 2022 – Typologie et cartographie des marais de Brouage et Rochefort, Inventaire, typologie, système expert, cartographie et fonctionnement des végétations des marais de Brouage (FR5400431) et de Rochefort. – Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique 122 pages.+ Annexes.

- 27 habitats différenciés d'après la typologie EUNIS
- 29 habitats différenciés d'après la « végétation », mélange entre les habitats décrits par le Prodrome des végétations (Bardat *et al.*, 2004) et d'autres typologies non prises en compte par ce dernier (surfaces artificialisées, surfaces en eau, rivages sablonneux ...)

Afin d'obtenir un résultat plus fin, cette dernière typologie est retenue.

Ci-après est détaillée la méthodologie appliquée sur QGIS. La projection utilisée est Lambert-93 [2154].

### **Cartographie de la sensibilité au curage**

Objectif de cette cartographie : Définir, sans arpentage systématique, les zones sensibles au curage sur lesquelles des précautions supplémentaires s'imposent.

L'étape suivante consiste à appliquer une note à ces habitats en fonction des taxons faunistiques qui y seraient associées. Par simplification, les taxons considérés dans cette notation sont ceux qui ont fait l'objet d'inventaires mentionnés ci-avant. 3 points à préciser :

- Les habitats favorables à la Cistude d'Europe incluent l'ensemble de son cycle biologique, y compris les sites de pontes connus (données DOCOB et ultérieures).
- les habitats favorables aux amphibiens concernent tous les amphibiens connus sur le marais de Brouage
- Le marais de Brouage étant classé en site Natura 2000, l'aspect communautaire de chaque habitat est également pris en compte dans la notation.

La note varie de 0 à 5 (5 = habitat très favorable). La grille de notation est la suivante :

*Tableau 4. Liste des indicateurs et pondération dans la note finale*

<b>Indicateur</b>	<b>Notation</b>	<b>Pondération</b>
Intérêt communautaire (HIC)	Non HIC = 0 HIC = 2,5 HIC prioritaire = 5	16,7 %
Cistude d'Europe	Habitat constituant un support obligatoire au cycle biologique (vases pour hivernage, support de ponte) : 5 Habitats constituant un support non obligatoire au cycle biologique de l'espèce : 1 à 4	16,7 %



	Sans objet : 0	
Ichtyofaune	Habitat aquatique ou rivulaire : note variable selon variabilité de peuplements : 1 à 5 Habitat terrestre : 0	16,7 %
Amphibiens	Habitat aquatique ou rivulaire constituant un support à la ponte ou à l'hivernage : 5 Autres supports fréquentés par les espèces non obligatoires au cycle biologique : 1 à 4 Supports non favorables : 0	16,7 %
Odonates	Id. amphibiens	16,7 %
Avifaune	Habitats support de reproduction pour des espèces patrimoniales (ex : Gorgebleue à miroir) : 5 Habitats support de reproduction pour un panel variable d'espèces : 1 à 4 Supports non favorables : 0	16,7 %

A première vue, les taxons sont donc tous considérés selon la même pondération, néanmoins les différents échanges avec les gestionnaires et les services de l'Etat ont clairement menés à une prise en compte plus importante de la Cistude d'Europe. Si la prise en compte exclusive de cette espèce a d'entrée été exclue car discriminante pour d'autres taxons tout aussi patrimoniaux, cette dernière pèse à elle seule dans 16,7% de la note finale, alors que les autres taxons pèsent pour autant, sur la totalité des espèces qui les composent. **La Cistude d'Europe est donc bien favorisée dans ce travail de cartographie.**

Tableau 5. Notation des différents habitats au regard des taxons considérés

Syntaxons	IC	Cistude	Ichtyofaune	Amphibiens	Odonates	Avifaune	NOTE finale
<i>Alnion incanae</i>	5	5	2	4	3	1	<b>3,3</b>
<i>Phragmitetum communis</i>	0	5	1	4	4	5	<b>3,2</b>
BC [ <i>Scirpion maritimi</i> ] Communautés basales dominées par <i>Bolboschoenus maritimus</i> / <i>Eleocharito palustris</i> - <i>Bolboschoenetum maritimi</i>	0	3	3	3	1	5	<b>2,5</b>
<i>Caricion gracilis</i>	0	3	0	3	3	3,5	<b>2,1</b>
<i>Brachypodio rupestris</i> - <i>Centaureion nemoralis</i>	2,5	5	0	1	0	3,5	<b>2,0</b>
<i>Euphorbio portlandicae</i> - <i>Helichryson stoechadis</i>	5	0	0	3	0	3	<b>1,8</b>
<i>Solano dulcamarae</i> - <i>Tamaricetum gallicae</i>	2,5	4	0	1	0	3,5	<b>1,8</b>
BC [ <i>Potentillo anserinae</i> - <i>Polygonetalia avicularis</i> ]	0	1	0	3	2	3,5	<b>1,6</b>
<i>Lonicero periclymeni</i> - <i>Quercetum petraeae</i>	2,5	4	0	2	0	1	<b>1,6</b>
<i>Spartinion anglicae</i>	2,5	0	4	0	0	3	<b>1,6</b>
<i>Ulmion minoris</i> (Oberd. 1953)	2,5	4	0	2	0	1	<b>1,6</b>
<i>Halimionetum portulacoidis</i>	2,5	0	3	0	0	3	<b>1,4</b>
<i>Lonicerion periclymeni</i> (fourrés pauvres en espèces de <i>Prunus spinosa</i> ou <i>Rubus sp.</i> )	0	4	0	1	0	3,5	<b>1,4</b>
Prairies humides dominées par <i>Juncus inflexus</i>	0	3	0	2	0	3,5	<b>1,4</b>
Surfaces en eau (parfois temporairement asséchées en période estivale), intégrant les végétations aquatiques ou amphibies	2,5	2	1	2	1	0	<b>1,4</b>
<i>Euphorbio paraliae</i> - <i>Ammophilion arenariae</i>	2,5	0	0	3	0	2	<b>1,3</b>
Friches culturelles	0	1	0	1	1	3,5	<b>1,1</b>
Rivage sablonneux comprenant des sables propres (à grains grossiers, moyens ou fins) et des sables vaseux	2,5	0	1	0	0	3	<b>1,1</b>
Rivages boueux de sédiments à fines particules, principalement dans la fraction limon et argile	2,5	0	1	0	0	3	<b>1,1</b>
<i>Agropyron pungentis</i>	2,5	0	0	0	0	3	<b>0,9</b>
<i>Agropyro pungentis</i> - <i>Suaedetum verae</i>	2,5	0	0	0	0	3	<b>0,9</b>
<i>Parapholido strigosae</i> - <i>Hordeetum marini</i>	2,5	0	0	0	0	3	<b>0,9</b>
<i>Puccinellietum maritimae</i>	2,5	0	0	0	0	3	<b>0,9</b>
<i>Ranunculo ophioglossifolii</i> - <i>Oenanthion fistulosae</i>	2,5	0	0	0	0	3	<b>0,9</b>
<i>Trifolion maritimi</i>	2,5	0	0	0	0	3	<b>0,9</b>
BC [ <i>Glaucio maritimae</i> - <i>Juncion maritimi</i> ]	0	0	0	0	0	3	<b>0,5</b>
Cultures céréalières	0	0	0	0	0	1	<b>0,2</b>
<i>Arction lappae</i> / <i>Dauco carotae</i> - <i>Melilotion albi</i> / BC [ <i>Sisymbrietea officinalis</i> ]	0	0	0	0	0	0	<b>0,0</b>
Surfaces artificialisées (Routes, chemins, bâtiments)	0	0	0	0	0	0	<b>0,0</b>

Dans un second temps, le territoire du marais de Brouage (plus précisément l'emprise cartographiée par le CBN SA) est découpé en maille de 100x100 m, soit 1 ha par maille. Est alors obtenue une grille de 11 918 mailles.

1. La couche « végétations » du CBN SA est découpée en fonction de ces mailles. A cette couche est ajoutée l'attribut NOTE correspond aux notes listées dans le tableau précédent. La surface de chaque polygone redécoupé est recalculée.

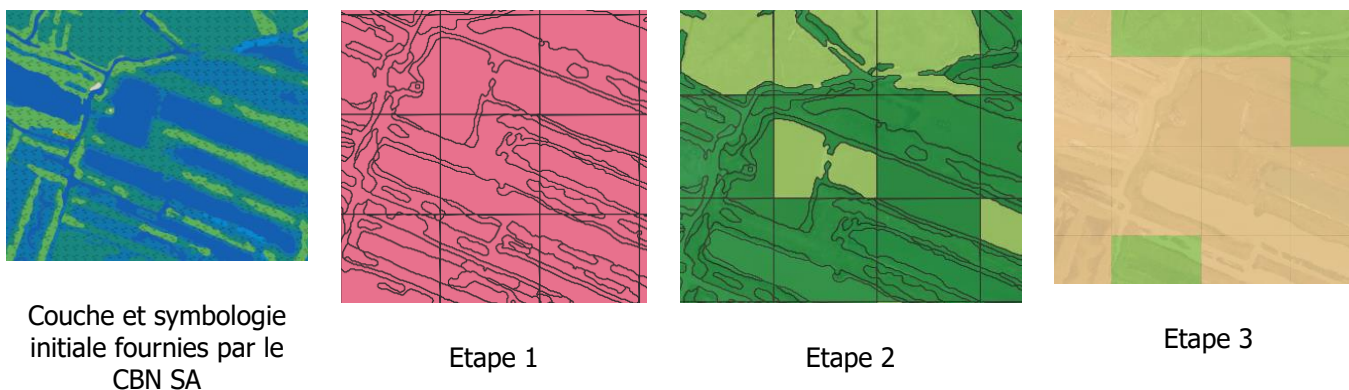


Figure 2. A gauche la couche initiale du CBN, à droite sa version redécoupée en fonction des mailles.

2. L'attribut NOTE\_POND est ajouté. Il correspond à la surface d'un polygone x la note de l'habitat correspondant. Est obtenue la note de l'habitat pondéré par la surface qu'il occupe.
3. Sur la couche « grille 100x100m », l'attribut NOTE\_MAILLE est ajouté. Il correspond à la somme des notes pondérées dans une maille. Est obtenue la note de la maille.

Nota : cette couche-maille est réutilisée sur l'ensemble des traitements de données réalisés dans le cadre de ce travail. Chaque maille possède un ID, l'atlas de ces dernières est présenté en annexe.

#### *Choix de l'échelle de symbologie*

De par cette méthode, la note maximale obtenue pour une maille est de 2,8. La carte obtenue présente une colorimétrie basée sur le minimum et le maximum réel (0,1 à 2,8) et non sur les extrémités théoriques (0 à 5), car le résultat obtenu est plus lisse et ne rend pas compte de manière intuitive des sensibilités qui ressortent de ce travail.

### **Cartographie des habitats de report**

Objectif de cette cartographie : Définir, sans arpentage systématique, les zones sensibles au curage sur lesquelles des précautions supplémentaires s'imposent.

Ces cartes ont été réalisées pour les 4 habitats rivulaires les plus courants sur le marais de Brouage, à savoir :

- les phragmitaies, correspondant au syntaxon *Phragmitetum communis*
- les aulnaies, correspondant au syntaxon *Alnion incanae*
- les ronciers et fruticées, correspondant au syntaxon *Lonicerion-periclymeni*
- les ormaies, correspondant au syntaxon *Ulmion minoris*

L'exemple suivant est donné pour *Phragmitetum communis*, mais l'exercice est identique pour chaque végétation.

1. Depuis la couche végétations sont extraits les polygones dont syntaxon = *Alnion incanae*
2. Les centroïdes sont extraits de ces polygones
3. Au moyen d'une triangulation de Delaunay, les lignes reliant chacun de ces points sont extraites.  
Dans cette nouvelle couche « ligne » est calculée la longueur de chaque entité.
4. Depuis la couche 'grille 100x100m', est extrait la longueur minimum de l'ensemble des lignes recoupant chacune des mailles. Ne sont retenues que les mailles sur lesquelles au moins un polygone
5. La symbologie de la couche maille est établie d'après la longueur minimum entre deux polygones pour obtenir le rendu présenté en annexe.



Etapes 2 et 3

Etape 1



Etape 4



Etape 5

Figure 3. Illustrations de la méthodologie permettant d'obtenir les cartes de report d'habitats

<b>Dossier n°</b>	N° 16-23-001	<b>Méthodologie du protocole d'accompagnement des opérations de curage du Marais de Brouage</b> AFP/SMCA
<b>Statut</b>	Provisoire	

---

### *Choix de l'échelle de symbologie*

Il a été choisi de séparer les résultats en 7 classes de 100 m chacune. Au-delà de 1 km, la symbologie est identique. Les couleurs choisies sont relativement neutres (à l'inverse des colorimétries en rouge et vert par exemple, qui induisent une connotation positive et négative). En effet, la lecture de cette carte, avec l'échelle choisie, doit se faire vis-à-vis d'une espèce ou d'un taxon donné. Si l'on se base sur un report de la Locustelle tâchetée, une distance de 200 m d'une roselière à une autre ne paraît pas être un obstacle pour l'espèce. En revanche, pour la Cistude d'Europe, cette distance est une véritable barrière.

## III. Résultats

Les résultats sont relatifs aux cartes obtenues à l'échelle du marais de Brouage : ce sont ces cartes, superposées au linéaire à curer qui servent, lors de l'élaboration du plan d'exécution (objet de la fiche cantonale) à travailler sur les côtés de passage.

### III.1. Zones sensibles au curage

La Carte 1 p.24 présente le résultat de l'exploitation des habitats de la cartographie du CBN SA.

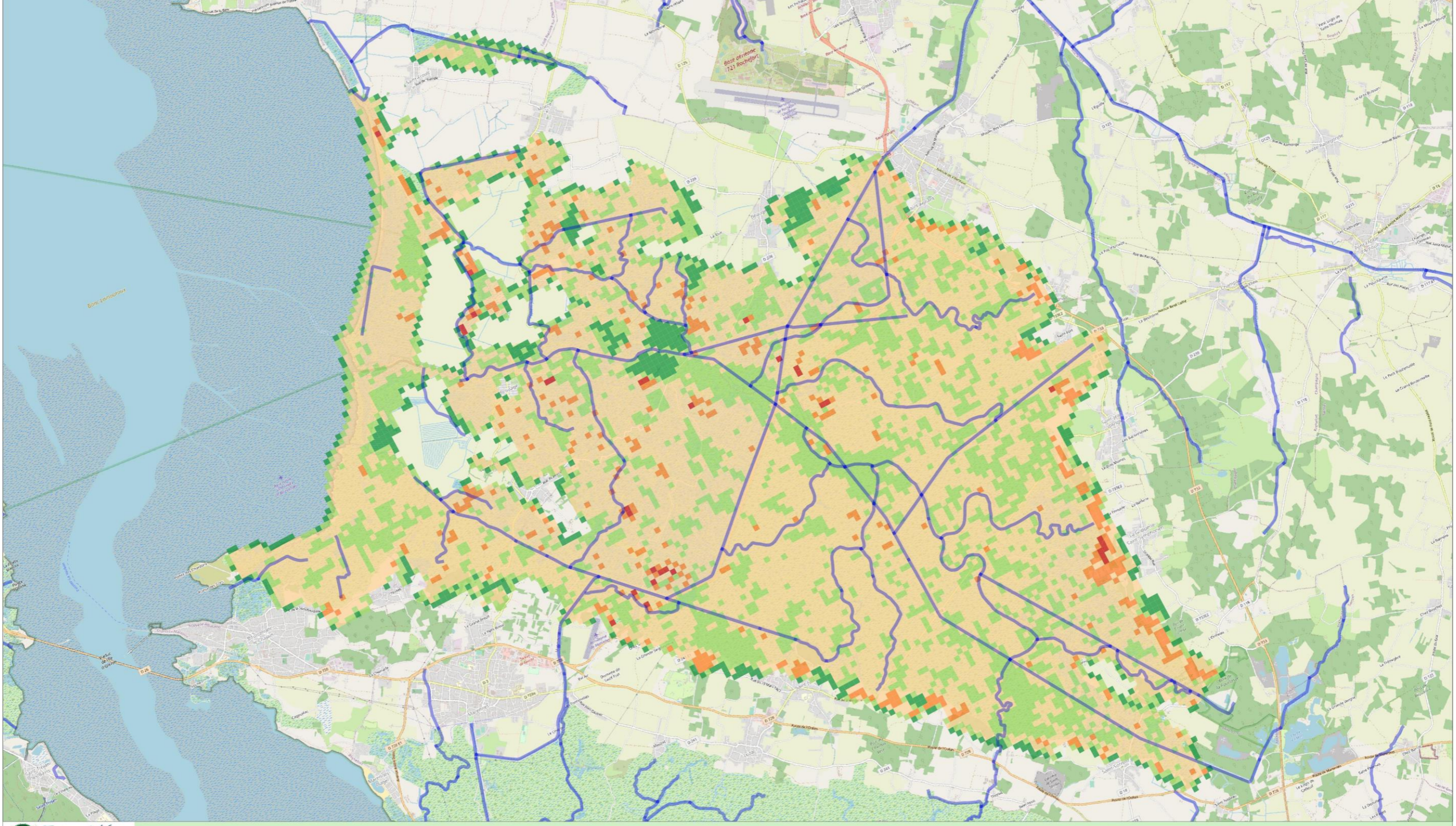
Plus la maille tire vers le rouge, plus la zone doit être considérée comme sensible au curage (milieux et faune associée à très fort enjeu). A l'inverse, plus la maille tire vers le vert, moins l'application du protocole « travaux » paraît pertinente.

Il ressort de cette carte :

- de grands patchs vert foncé correspondant à des surfaces importantes de culture
- une sensibilité faible à moyenne autour des zones ostréicoles
- une densité de patchs orange et rouge plus importante au niveau des coteaux (présence de l'aulnaie-frênaie, l'habitat le mieux noté)
- quelques densités de patchs orange et rouge sur les zones très fournies en roselières (cet habitat étant le 2e mieux noté)

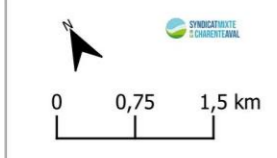
**Cette première carte permet donc de confirmer une sensibilité plus élevée sur les coteaux que dans le cœur de marais mais fait également ressortir quelques patchs à fort enjeu dans le cœur de marais, qu'il conviendra de considérer lors des prochaines opérations de curage sur ces zones.**

Carte 1. Carte des zones sensibles au curage sur le Marais de Brouage



**Eau-Méga**  
Conseil en Environnement

**Accompagnement du SMCA sur le curage des fossés en pied de coteau**



Date : 22 mars 2023  
Fond cartographique : Open Street Map  
Source des données : Eau-Méga, BD CARTHAGE

— Réseau hydraulique principal	<b>Sensibilité au curage (/5)</b>
	0,1 - 0,5 - Non sensible
	0,5 - 1,1 - Peu sensible
	1,1 - 1,7 - Assez sensible
	1,7 - 2,2 - Sensible
	2,2 - 2,8 - Très sensible



## **III.2. Proximité des habitats de report**

Comme expliqué précédemment, l'analyse des distances qui séparent les différents polygones, pour un habitat donné, a permis de réaliser des cartes de proximité des habitats de report. Cette analyse a été réalisée, comme mentionné ci-avant, pour les 4 habitats rivulaires les plus courants : Phragmitaies, Ormaies, Aulnaies, Fruticées.

L'atlas 1 localise, à l'échelle de l'ensemble du marais de Brouage, la proximité des habitats de report, par habitat.

L'utilisation de ces cartes sera pertinente pour le choix du côté de passage, ce choix nécessitant souvent d'arbitrer sur une végétation à broyer plutôt qu'une autre. Par exemple, lorsqu'un fossé présente d'un côté un linéaire arbustif et de l'autre des ronciers, ces derniers étaient souvent broyés en raison de leur rapidité à se reformer. Toutefois, le retour d'expérience a démontré que dans des zones où les gros ronciers sont peu représentés, ces derniers sont susceptibles d'abriter une diversité d'espèces, communes ou patrimoniales.

La cartographie des habitats de report a donc vocation à orienter la maîtrise d'œuvre dans ce type de configuration lorsqu'une réelle question se pose. A titre d'exemple, dans un cas de figure où un fossé présenterait d'un côté des ronciers et des aulnes de l'autre, les arbres ne seront pas abattus sous seul prétexte qu'ils seraient plus communs qu'un gros roncier dans une zone donnée.

## **IV. Biais et limites de la méthode**

### **IV.1. Une méthode excluant les observations « réelles »**

La méthode présente des biais du fait qu'elle prenne en compte des données issues de bibliographie, et rend de fait un résultat moins fin qu'une observation de terrain systématique.

La méthode se basant sur les habitats et leur capacité de support d'alimentation/reproduction pour la faune, elle ne tient finalement pas compte des données faunistiques « ponctuelles ».

Si, à première vue, cela peut apparaître comme une lacune majeure dans la méthodologie, leur prise en compte induirait un autre biais au moins aussi important.

En premier lieu, les pressions d'observation géographiques et taxonomiques :

- la pression d'observation est bien plus forte sur les réserves (RNR de la Massonne et RNN MO), que sur les autres secteurs. Bien qu'on puisse considérer que ces zonages ont été appliqués sur des zones déjà riches, et que les actions de gestion et de conservation qui y sont menées ne font que favoriser cette richesse, la méthode « par donnée » tendrait à effacer complètement certaines zones très peu connues mais non moins importantes en termes de support pour les espèces (exemple : Abords de Nodes)
- par ailleurs, la pression d'observation est également plus forte sur l'avifaune (taxon plus « populaire » au niveau des données bénévoles, échassiers facilement observables et reconnaissables). A l'inverse, des taxons moins connus comme les odonates, les orthoptères, voire nécessitant des conditions d'observation très particulières (chiroptères, genette, pélobate cultripède), ne remontent jamais dans les données bénévoles. Si on prend l'exemple des chiroptères, les données disponibles feraient ressortir le secteur des carrières de l'enfer (site Natura 2000 dédié aux chiroptères) en masquant le rôle des différents bâtis, abandonnés ou non, présents sur les coteaux ou dans le marais, les quelques arbres à cavité qui subsistent, alors que ces derniers sont indéniablement des supports d'habitat ... Par ailleurs, les taxons faunistiques étudiés excluent également certains groupes pour les raisons évoquées au chapitre suivant.

En second lieu : la disponibilité de la donnée (LPO OBIOS).

- Le marais de Brouage est régulièrement scruté par les naturalistes locaux, du fait de la multiplicité des acteurs naturalistes sur le territoire de Rochefort et sur le département en général. Cependant, il apparaît que la centralisation des données à visée d'utilisation publique reste encore à améliorer.

La note des habitats se base sur quelques taxons (ceux inventoriés). Elle ne prend pas en compte, entre autres : les orthoptères, les reptiles, la Loutre. Ces notes se basent à la fois sur la biblio et sur les connaissances de l'opérateur. Elles sont donc basées sur un « dire d'expert », néanmoins la multiplicité des taxons tend à lisser le résultat et donc à atténuer ce biais de dire d'expert.

## **IV.2. Disparités entre les phases bibliographie et cartographie**

Si le chapitre « Identification des indicateurs à forte influence sur les enjeux » p.12 mentionne une étude sur de très nombreux paramètres, les analyses intégrées à la fiche cantonale font ressortir que la méthode permettant d'obtenir les cartes présentées en atlas se base finalement de manière quasi-exclusive sur la cartographie des habitats du CBN SA et des supports qu'ils forment pour certaines espèces faunistiques.

Cette cartographie reste un premier rendu, et est affiné par la suite dans la fiche cantonale. En effet, ce chapitre est le résultat d'un travail fin sur chacun des fossés situés en zone « sensible à très sensible », ce travail résultant lui-même de la prise en compte des indicateurs ressortis de la biblio et des échanges avec les gestionnaires.

## **IV.3. Une méthode exclusivement adaptée aux enjeux « curage »**

Comme décrit dans le chapitre méthodologie, les habitats ont été affublés d'une note en fonction de leur capacité à être support d'alimentation et/ou de reproduction pour certains taxons. Ces derniers correspondent en fait aux inventaires systématiques commandés par le SMCA à plusieurs organismes (bureaux d'études et associations naturalistes locaux), sur l'avifaune paludicole, la Cistude d'Europe, les odonates, l'ichtyofaune et les amphibiens.

Ces taxons ont pour point commun de dépendre des milieux aquatiques sur tout ou partie de leurs cycles biologiques, et donc d'être potentiellement sensibles au curage (en phase opérationnelle comme à plus long terme). Certains taxons dépendants des milieux aquatiques n'ont toutefois pas été prospectés, tels que la Couleuvre à collier (contactée à plusieurs reprises durant les inventaires de la Cistude en sortie d'hivernage et lors des curages), ou encore la Loutre d'Europe (observations directes et indirectes sur l'UHC de Reux lors des prospections Cistude en 2021, 2022 et 2023). A noter également que les inventaires amphibiens n'ont finalement permis d'inventorier que les grenouilles vertes (*Pelophylax spp*) en raison de la faciliter à les observer de jour. Toutefois le taxon des amphibiens est

<b>Dossier n°</b>	N° 16-23-001	<b>Méthodologie du protocole d'accompagnement des opérations de curage du Marais de Brouage</b> AFP/SMCA
<b>Statut</b>	Provisoire	

plutôt bien connu sur le marais, le support « habitats » appliqué dans cette méthode tient donc compte de ce taxon dans sa globalité et non du seul complexe des grenouilles vertes<sup>2</sup>.

Ainsi donc, les taxons *a priori* non sensibles, ou peu sensibles au curage ne sont pas du tout intégrés à la méthodologie : lacertidés, chiroptères, orthoptères, mammifères terrestres

la cartographie des « hotspots » obtenue par cette méthode peut être considérée comme une cartographie des « zones sensibles au curage » et

## **IV.4. Mise en forme des données et présentation des résultats**

Données généralistes ; difficulté de prise en compte si trop de indicateurs

pour mise à jour, nécessite une certaine maîtrise du SIG + bonne connaissance des enjeux locaux (rencontre gestionnaires nécessaire, mais pas seulement)

Choix des légendes : la légende de la cartographie suit un classement « jolies ruptures ». Lorsque ce type de classement est modifié, les mailles font apparaitre différents hotspots ou « lissent » le résultat de sorte à ne faire ressortir que quelques zones ponctuelles

## **V.Conclusion : avantages et inconvénients**

CHAPITRE REDIGE ULTERIEUREMENT.

---

<sup>2</sup> A titre d'exemple, on peut citer l'importance des boisements pour l'hivernage du Crapaud épineux et en tant que milieu hébergeant la Salamandre tachetée (coteaux), l'importance des milieux dunaires pour le repos et l'alimentation du Pélobate cultripède (façade maritime) ou encore l'intérêt des eaux saumâtres pour le Pélodyte ponctué.