



## Finalisation d'un inventaire des zones humides dans le département des Bouches du Rhône (aire Crau – Berre)



Crédits photographiques :

- Nivéole d'été (en haut à droite) : H. Gomila / Ecosphère
- Marais du Tonkin : H. Gomila / Ecosphère

# Présentation du dossier

## Étude réalisée pour :

*Direction Départementale des Territoires et de la Mer*

16, rue Antoine Zattara  
13332 Marseille cedex 3  
Tel : 04.91.28.40.40

## Étude suivie par :

Emmanuelle Martin & Sarah Jung

## Étude réalisée par :



## Écosphère :

35, chemin Marius Espanet  
13400 AUBAGNE  
Tel : 04.42.01.68.08  
Fax : 04.42.82.24.80  
E-mail : [agence.mediterranee@ecosphere.fr](mailto:agence.mediterranee@ecosphere.fr)

## Auteurs :

Hervé Gomila	Coordination du dossier
Jérémy Dumoulin	Analyse des données, validations de terrain, rédaction du rapport de synthèse
Charlotte Ronne	Cartographies

## Projet :

La DDTM des Bouches du Rhône dispose d'un inventaire partiel des zones humides sur le département. Une partie de cet inventaire a porté sur un périmètre englobant la plaine de la Crau et l'étang de Berre. Souhaitant finaliser son inventaire, la DDTM13 initie une étude visant à :

- Adapter le pré-inventaire réalisé sur le périmètre Crau-Berre en prenant en compte les critères de l'arrêté ministériel de 1<sup>er</sup> octobre 2009
- Proposer une note méthodologique de délimitation pour étendre l'inventaire au reste du département.

## Mission d'ECOSPHERE :

Le bureau d'études Ecosphère a été missionné pour la réalisation de cette étude. L'approche mise en œuvre a consisté à **intégrer les critères pédologiques aux données issues des travaux précédents** et à les confronter à d'autres indicateurs pouvant être utilisés dans le cadre d'un inventaire de zones humides.



## SOMMAIRE

Présentation du dossier .....	3
Introduction.....	7
1 Méthodologie .....	9
1.1 L'aire d'étude.....	9
1.2 Recueil et analyse de données .....	10
2 Constitution d'un référentiel pédologique .....	11
2.1 But de la démarche .....	11
2.2 Méthodologie.....	11
2.3 Exposé du référentiel .....	12
2.3.1 Présentation des cartes du SDAR .....	12
2.3.2 Correspondance de la nomenclature pédologique des cartes d'aptitudes du sol et du référentiel pédologique 2008.....	12
2.3.3 Prise en compte des sols hydromorphes au sens de l'arrêté de 2009.....	15
3 Recherche de zones humides complémentaires.....	17
3.1 Constitution d'une base de données de référence sous SIG .....	17
3.1.1 But de la démarche .....	17
3.1.2 Données utilisées .....	17
3.1.3 Numérisation de la carte pédologique.....	17
3.1.4 Présentation de la carte vectorisée.....	20
3.2 Croisement des données pédologiques et des données relatives aux zones humides .....	23
3.2.1 Les zones de concordance.....	28
3.2.2 Les zones de discordance .....	29
3.2.3 Conclusion .....	30
3.3 Identification des zones humides complémentaires .....	30
3.3.1 Identification de zones humides complémentaires potentielles.....	30
3.3.2 Validations de terrain .....	32
3.4 Conclusion .....	35
4 Analyse des situations pouvant faire litige.....	37
4.1 Les berges de cours d'eau .....	37

4.1.1	Contexte .....	37
4.1.2	Démarche de l'analyse .....	37
4.1.3	Matérialisation des berges de cours d'eau .....	37
4.1.4	Réseau hydrographique dans l'aire Crau-Berre .....	38
4.1.5	Analyse du critère pédologique au niveau des berges de cours d'eau.....	38
4.1.6	Analyse du critère relatif à la répartition des zones inondables.....	42
4.1.7	Ajout de l'analyse de terrain et du critère habitats et espèces .....	43
4.1.8	Conclusion sur l'analyse des berges des cours d'eau.....	43
4.2	Les prairies de Crau .....	44
4.2.1	Contexte .....	44
4.2.2	Démarche de l'analyse .....	44
4.2.3	Statut de zone humide des parcelles de foin de Crau.....	45
4.2.4	Conclusion sur le statut des zones humides de la plaine de Crau.....	47
4.3	Les prairies de la plaine de la Touloubre.....	48
4.3.1	Contexte .....	48
4.3.2	Démarche de l'analyse .....	48
4.3.3	Résultats.....	48
4.4	Les prairies de la plaine de Berre .....	50
4.4.1	Contexte .....	50
4.4.2	Démarche de l'analyse .....	50
4.4.3	Résultats.....	51
4.5	Le marais des Baux.....	52
4.6	Critères de délimitation de zones humides particulières.....	53
4.6.1	Les salins de Berre .....	53
4.6.2	Les laurons.....	53
4.6.3	Les mares temporaires .....	53
5	Préconisations pour la finalisation de l'inventaire.....	55

---

## INTRODUCTION

---

L'inventaire des zones humides des Bouches-du-Rhône réalisé à ce jour s'appuie sur différentes sources de données et regroupe des zones essentiellement identifiées au moyen de critères relatifs aux habitats naturels et à la flore (pré-inventaire général à l'échelle du département, études plus détaillées dans le secteur de la Crau et de l'étang de Berre). Ces critères sont conformes à l'article 1<sup>er</sup>-2<sup>ème</sup> alinéa de l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides.

Les critères relatifs à la nature des sols sont également utilisables pour la délimitation des zones humides. Dans ce cas, conformément à l'article 1<sup>er</sup>-1<sup>er</sup> alinéa, il convient d'identifier les sols correspondant à un ou plusieurs types pédologiques représentatifs des situations d'hydromorphie et listés en annexe à l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009.

Les deux méthodes de délimitation des zones humides sont complémentaires : **une parcelle peut être considérée comme zone humide si l'un des deux critères est rempli.**

Le territoire des Bouches du Rhône a fait l'objet d'une cartographie de l'aptitude des sols (SDAR 1972 : Schéma Départemental d'Aménagement Rural). Cette cartographie fournit la distribution et la limite des différentes classes de sols hydromorphes à l'échelle du 1/50 000. Dans ce contexte, il est pertinent de croiser les éléments issus de ces deux approches, afin :

- ✓ de compléter si nécessaire l'inventaire des zones humides issues des critères relatifs à la flore et aux habitats naturels, dans le périmètre Crau-Berre, en utilisant les informations contenues dans les cartes du SDAR. Cette approche nécessite au préalable l'établissement des concordances entre la nomenclature utilisée dans les légendes des cartes d'aptitudes des sols et les nomenclatures actuelles ;
- ✓ de proposer une méthodologie basée sur l'exploitation de l'ensemble des données disponibles, dans l'objectif d'étendre l'inventaire des zones humides à l'ensemble du département des Bouches du Rhône.

Le croisement des différentes sources d'information permet de compléter les données de l'inventaire mais aussi de statuer sur les secteurs incomplètement caractérisés par les critères liés à la pédologie, aux habitats naturels et à la flore.

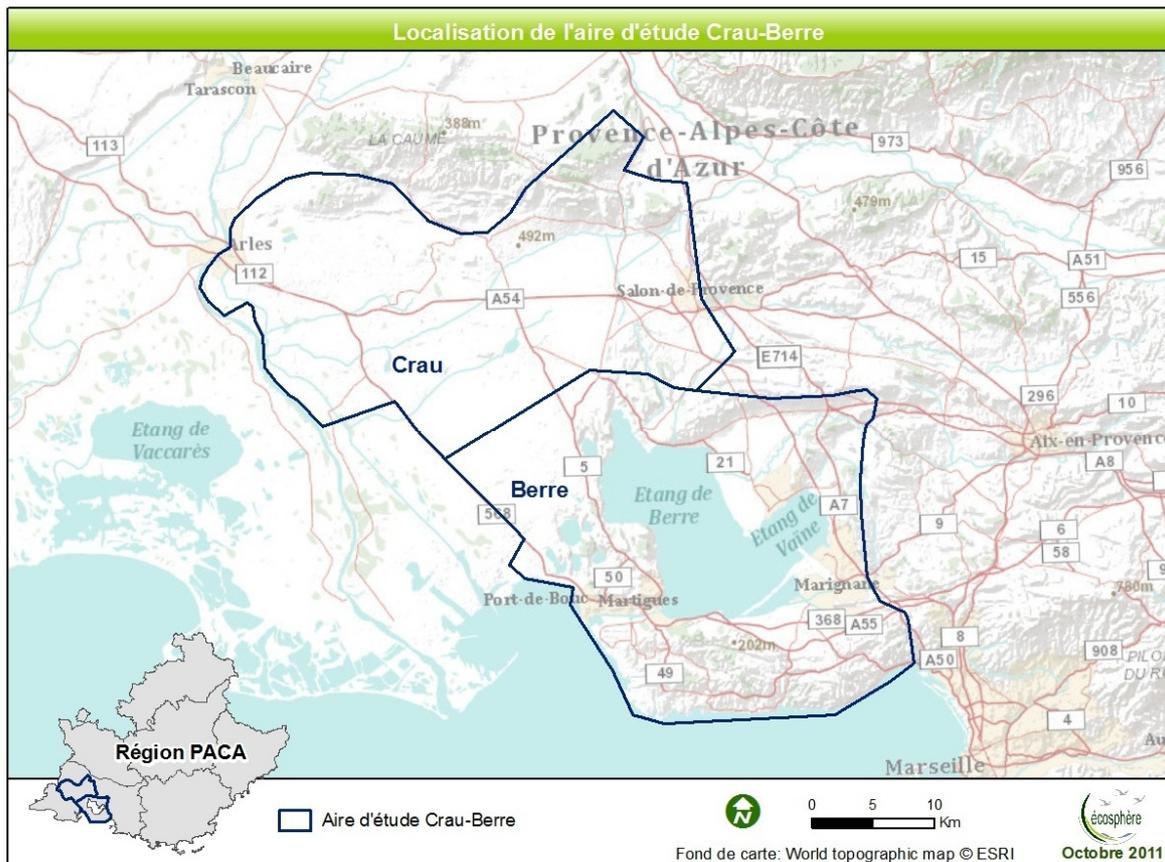
Les résultats issus de ces approches sont comparés et leur pertinence testée vis-à-vis des contraintes liées à l'échelle de réalisation de l'étude et à la difficulté d'intégrer à l'inventaire des zones humides de petite taille ou caractérisées par un fonctionnement hydrologique particulier ou complexe.



# 1 METHODOLOGIE

## 1.1 L'aire d'étude

La zone d'étude correspond aux éco-complexes de la Crau et de Berre, délimités au nord par la chaîne des Alpilles et au sud par le golfe de Fos-sur-Mer. A l'est, ce secteur couvre le plateau de l'Arbois et la chaîne de la Nerthe, tandis qu'à l'ouest, cette zone est délimitée par le Rhône.



Carte 1 : localisation de l'aire d'étude

## 1.2 Recueil et analyse de données

Cette première phase du travail a consisté à recueillir et analyser **les documents d'études et les données potentiellement utilisables** sous SIG concernées par le périmètre de l'aire d'étude et ayant un lien avec l'hydrologie, la pédologie, les aspects floristiques *etc.*

On distingue :

- ✓ Les données sous format papier :
  - Cartes d'aptitudes des sols (SDAR 1972)
  - Carte de délimitation du foin de Crau (Opérations locales Crau)
  - Inventaire préliminaire ZH 13 (CEEP)
  - Note technique du Pré-inventaire des Zones Humides des Eco-complexes de Crau et Berre - Bouches du Rhône (13) (ECOMED)
  - Etude fonctionnelle (ECOMED)
  - Etudes de cas : méthodologie pour la délimitation des zones humides conformément à l'arrêté du 24 juin 2008- Application à la zone humide du Marais des Baux (13) DDTM – (Université de Provence)
  - Arrêté du 24 juin 2008
  - Arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009
  - Référentiel pédologique 2008 (Association française pour l'étude du sol)
  
- ✓ des données SIG mises à disposition par la DDTM ou téléchargées sur différentes plateformes de téléchargement (Carmen - DREAL PACA - Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et InfoTerre - BRGM) :
  - Base de données zones humides 13 (BD ZH 13) (ECOMED – DDTM)
  - Systèmes aquifères (DREAL PACA)
  - Masses d'eau superficielles (DREAL PACA)
  - Atlas des zones inondables (DREAL PACA)
  - Travertins (Carmen - DREAL PACA)
  - Crue historique Rhône 2003 (DREAL PACA)
  - Masses d'eau souterraines (AERMC)
  - Carte aléa retrait-gonflement des argiles (BRGM)
  - Masses d'eau souterraines de niveau 01 et 02 (BRGM)
  - Carte hydrogéologique (BRGM)
  - Carte géologique PACA (BRGM)

---

## 2 CONSTITUTION D'UN REFERENTIEL PEDOLOGIQUE

---

### 2.1 But de la démarche

---

Le département des Bouches-du-Rhône dispose en termes de **données pédologiques des cartes d'aptitudes des sols réalisées dans le cadre du SDAR 1972** (Schéma Départemental d'Aménagement Rural). Ces documents font encore référence. La nomenclature adoptée pour la réalisation de cette cartographie est celle de la Classification des Sols de 1967 (CPCS).

La nomenclature pédologique en vigueur actuellement repose sur le référentiel pédologique 2008, qui actualise les éditions de 1992 et 1995. La nomenclature utilisée dans l'arrêté ministériel du 1er octobre 2009 est conforme au référentiel pédologique AFES (Baize & Girard, 2008).

Une mise en concordance des unités descriptives cartographiées dans le cadre du SDAR s'est avérée indispensable afin d'homogénéiser les données et de rapporter les entités cartographiées aux dénominations du référentiel utilisé par l'arrêté ministériel du 1er octobre 2009 (référentiel pédologique 2008). C'est sur la base de cette mise en concordance des nomenclatures que les entités pédologiques relevant de l'arrêté ministériel du 1er octobre 2009 ont pu être identifiées.

### 2.2 Méthodologie

---

La constitution du référentiel pédologique et l'harmonisation de la nomenclature ont été établies par l'analyse de documents de référence (légende carte d'aptitudes des sols se référant à la CPCS, arrêté 2009 et référentiel pédologique 2008) et le croisement des informations recueillies.

Dans notre étude la correspondance a été définie comme suit : lorsqu'une classe offre plusieurs types de sol et dont certains peuvent partiellement être rattachés à des sols hydromorphes, le caractère non hydromorphe « dominant » prime sur le caractère hydromorphe « partiel ». Selon notre analyse cette classe n'est donc pas rattachée à un quelconque sol hydromorphe au sens de l'arrêté 2009.

## 2.3 Exposé du référentiel

### 2.3.1 Présentation des cartes du SDAR

Les cartes d'aptitudes des sols pour la mise en valeur agricole sont au nombre de 5. Chaque carte correspond à un secteur du département des Bouches du Rhône :

- la carte 1 correspond au secteur de Châteaurenard, des Alpilles et de Salon de Provence
- la carte 2 regroupe la Crau et la région de l'Etang de Berre
- la carte 3 prend en compte la vallée de la Durance, les Chaînes des côtes et de la Trévaresse, le Pays d'Aix et la vallée de l'Arc.
- la carte 4 comprend le bassin minier, le massif de l'Etoile, la vallée de l'Huveaune et la plaine d'Aubagne, et les secteurs de Roquefort-la-Bédoule, Cassis et La Ciotat.
- la carte 5 englobe la Camargue et les bords du Rhône

Si dans l'ensemble les cartes 1 à 4 montrent un contexte géopédologique similaire, la carte 5 correspondant au delta du Rhône caractérise un secteur particulier où les conditions écologiques et géopédologiques sont très différentes.

### 2.3.2 Correspondance de la nomenclature pédologique des cartes d'aptitudes du sol et du référentiel pédologique 2008

La concordance de la nomenclature pédologique des divers sols répertoriés dans l'aire d'étude est donnée dans le tableau I. Cette concordance respecte la légende cartographique des cartes du SDAR :

- le tableau I (a) se rapporte à la légende des cartes 1 à 4 ;
- le tableau I (b) se rapporte exclusivement à la légende de la carte 5

*Tableau I (a) : Correspondance de la nomenclature pédologique des cartes d'aptitudes du sol et du référentiel pédologique 2008 pour les cartes 1 à 4*

Classes d'aptitudes	Nomenclature pédologique de la carte d'aptitudes des sols (cartes 1 à 4)	Référentiel pédologique AFES 2008	Conditions de prise en compte dans l'arrêté
I	Sols peu évolués <b>d'apport alluvial</b> et colluvial - <b>calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires modaux sur alluvions ou colluvions</b>	Fluvisols juvéniles et typiques, thalassosols poldérisés ou colluviosols - Calcosols.	Non pris en compte
II	<b>Hydromorphes peu humifères à pseudogleys ou à gleys profonds d'origine alluviale ou palustre</b>	Pélosols typiques-rédoxisols (double rattachement) ou divers solums à "horizon réductique de profondeur"	3 et 4 (cf. légende en bas de tableau)
III	Hydromorphes peu humifères à gleys superficiels d'origine alluviale ou palustre - à redistribution du calcaire d'origine palustre ou lagunaire	Réductisols typiques et divers solums qualifiés de réductiques ou rédoxisols calcaires	1

Classes d'aptitudes	Nomenclature pédologique de la carte d'aptitudes des sols (cartes 1 à 4)	Référentiel pédologique AFES 2008	Conditions de prise en compte dans l'arrêté
IV a	Calcimagnésiques carbonates bruns calcaires ou saturés. Bruns calciques épais modaux ou à cca. Et parfois à caractère d'hydromorphie.	Calcosols	Non pris en compte
IV b	Calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires ou saturés. Sur alluvions ou colluvions à cailloux. Sur formations mollassiques. En Crau limonage important (iv a)	Calcosols	Non pris en compte
V a	En piémont ou vallons sur éboulis de pentes à éclats calcaires: <b>calcimagnésiques bruns calcaires</b> avec ou sans cca ou a substratum rocheux plus ou moins dur.	Calcosols	Non pris en compte
V b	En plaine sur alluvions anciennes à cailloux (Crau). <b>Calcimagnésiques bruns calcaires avec cca</b> (purs ou enrichis en limons), <b>A sesquioxydes, fertillitiques</b> à réserve calcique et cca, plus ou moins recarbonatés.	Calcosols calcariques	Non pris en compte
VI	Sur plateaux et pentes faibles: <b>calcimagnésiques</b> rendzines et bruns calcaires. A sesquioxydes fertillitiques à réserve calcique. Sur pentes moyennes à fortes: calcimagnésiques ou peu évolués lithocalciques avec intercalation de sols d'érosion.	Rendosols - Calcosols	Non pris en compte
VII	<b>Hydromorphes minéraux</b> (à gleys) ou <b>moyennement organique</b> (salés ou non).	Réductisols typiques et divers solums qualifiés de réductiques ou réductisols humiques ou a anmoor ou épihistiques.	3 et 4
	Sur pentes faibles (<2%) à très fortes (>20%) - Minéraux bruts d'apport alluvial et minéraux bruts d'érosion ou peu évolués d'érosion	Fluviosols bruts, thalassosols bruts et juvéniles. Lithosols, peyrosols, régosols ou rendosols et rendisols d'érosion	Non pris en compte

#### Légende tableau

- (1) A condition que les horizons de "gley" apparaissent à moins de 50 cm de la surface.
- (3) A condition que les horizons de "pseudogley" apparaissent à moins de 25 cm de la surface et se prolongent, s'intensifient ou passent à des horizons de "gley" en profondeur.
- (4) A condition que les horizons de "pseudogley" apparaissent à moins de 50 cm de la surface et se prolongent, s'intensifient et passent à des horizons de "gley" en profondeur (sols "à horizon réductique de profondeur").

*Tableau I (b) : Correspondance de la nomenclature pédologique des cartes d'aptitudes du sol et du référentiel pédologique 2008 pour la carte 5*

Classes d'aptitudes	Nomenclature pédologique de la carte d'aptitudes des sols (carte 5)	Référentiel pédologique AFES 2008	Conditions de prise en compte dans l'arrêté
I	<b>Peu évolués</b> d'apport alluvial, modaux ou à caractères d'hydromorphie de profondeur par battement de nappe.	Fluvisols juvéniles et typiques, thalassosols - rédoxisol (p.p)	3 et 4
II	<b>Peu évolués</b> d'apport alluvial, modaux ou légèrement brunifiés à hydromorphie et légère salure de profondeur	Fluvisols typiques, rédoxisol (p.p) ou fluvisol, brunifiés rédoxisol ou thalassosol-rédoxisol	3 et 4
III	<b>Peu évolués</b> d'apport éolien (légèrement brunifiés ou salés)	Arénosols dunaires	3 et 4
IV	<b>Peu évolués</b> d'apport alluvial ou éolien à caractère de salure	Fluvisols juvéniles et typiques, thalassosols polderisés ou arénosols dunaires	Non pris en compte
V	<b>Peu évolués</b> d'apport éolien salés par nappe ou sols sodiques salins à alcalins sur alluvions fluviales récentes. Nappe salée à faible profondeur	Sodisols indifférenciés (sol salsodique (arrêté 2009)).	3 et 4
VI	<b>Sols sodiques salins à alcalins</b> sur alluvions fluviales récentes. Inondés en saison des pluies.	Sodisols indifférenciés (sol Salsodique (arrêté 2009)).	3 et 4
VII	<b>Sols sodiques salins à alcalins</b> riches en sulfates. Sables et vases lagunaires ou marins.	Sodisols indifférenciés (sol salsodique (arrêté 2009)).	3 et 4
VII	Sols hydromorphes minéraux à gleys salés	Réductisols	3 et 4

L'analyse permet notamment de mettre en évidence les éléments suivants :

- ✓ Tous les sols calcimagnésiques (au sens de la CPCS) sont classés au sens de la nomenclature 2008 dans les calcosols voire dans les rendosols.
- ✓ Tous les sols hydromorphes (CPCS) sont rangés soit dans les réductisols typiques, soit dans les pélosols typiques et rédoxisols. Ils peuvent également correspondre à divers solums qualifiés de réductiques.
- ✓ Tous les sols présentant un caractère salin (sols sodiques) correspondent à la dénomination « sols salsodiques » tels que mentionnés dans l'arrêté 2009 ou « sodisols indifférenciés » tel que cela est décrit dans le référentiel pédologique 2008.
- ✓ Les sols peu évolués d'apport alluvial à hydromorphie ou à caractère d'hydromorphie sont rangés dans certains types de fluvisols – thalassosols et rédoxisols.

Les cartes SDAR ont été réalisées dans le but de connaître la répartition des sols en fonction de leurs aptitudes à la mise en valeur agricole. Sept classes ont été distinguées. A chaque classe peuvent être associés plusieurs sols dont l'identification est conforme à la nomenclature CPCS 1967. Ainsi une classe peut recouvrir un spectre plus ou moins important de sols dont certains, après mise en correspondance avec la nomenclature en vigueur, pourraient n'être que très partiellement rattachés à des sols hydromorphes. **C'est le cas des sols se rapportant aux classes I et IVa.**

La **classe I** regroupe tout aussi bien les sols peu évolués d'apport alluvial et colluvial, mais également les sols calcimagnésiques carbonatés. Certains sols, notamment d'apport alluvial et

colluvial peuvent présenter des faciès ayant de légers excès d'eau de profondeur. L'hétérogénéité pédologique de cette classe, mais également l'échelle cartographique au 1/50 000 induisant une perte d'information et de précision, nous ont conduit à faire correspondre ces sols à divers types de fluvisols, thalassosols, colluviosols et calcosols.

La **classe IV (a)** regroupe les sols calcimagnésiques marqués par un limonage important apporté par les irrigations séculaires et présentant parfois un caractère d'hydromorphie. Comme pour la classe I, le manque de précision due à l'échelle cartographique nous incite à ranger ces sols dans les calcosols et de ne pas faire correspondre ceux-ci à des faciès hydromorphes.

### 2.3.3 Prise en compte des sols hydromorphes au sens de l'arrêté de 2009

Le tableau 1 montre que sur les 18 dénominations de sols (d'après la CPS de 1967) décrites dans les cartes du SDAR 1972, 9 correspondent à des sols hydromorphes au sens de l'arrêté 2009. Au sein de la légende des cartes 1 à 4, les classes retenues comme sols hydromorphes sont les sols groupés dans les classes II, III et VII.

Aucun calcosol n'étant pris en compte dans l'arrêté 2009, les classes I, IV (a) IV (b), V et VI ne sont pas retenues comme indicatrices de sols hydromorphes au sens de l'arrêté.

Dans le cas des classes I et IV (a), si l'analyse nous conduit à ne pas retenir ces sols au sens de l'arrêté de 2009 (caractère hydromorphe très partiel et ponctuel), les stations caractérisées par la présence de ces types de sols peuvent néanmoins figurer à l'inventaire des zones humides, sur la base de l'évaluation d'autres critères.

Pour la légende de la carte 5, hormis la classe IV qui ne présente pas de sol ayant un caractère hydromorphe, tous les sols sont retenus comme sols hydromorphes de zones humides au sens de l'arrêté 2009.



## 3 RECHERCHE DE ZONES HUMIDES COMPLEMENTAIRES

### 3.1 Constitution d'une base de données de référence sous SIG

#### 3.1.1 But de la démarche

Le but premier d'un SIG est de croiser des données ayant une dimension géographique pour ainsi lier dynamiquement et spatialement l'information et en dégager des analyses et des voies de correspondances. Cet outil peut permettre une aide à la décision pour la délimitation de zones humides mais également de recherches de zones humides potentielles.

#### 3.1.2 Données utilisées

La première démarche a été axée sur la constitution d'un lot de données en format SIG (MAPINFO) afin de les analyser par croisement. Ces données sont listées dans le tableau II.

*Tableau II : données utilisées pour les analyses SIG*

Données	Source	Echelle	Couverture	Format
Base de Données Zone humide 13 (BD ZH13)	DDTM13	1/50 000 à 1/25 000	-	SIG
Cartes d'aptitudes des sols (SDAR 1972)	DDTM13	1/50 000	Bouches-du-Rhône	Papier et image (non géo-référencés)
Cours d'eau	AERMC	1/25 000	PACA	SIG
Atlas des zones inondables	DREAL PACA	1/25 000	PACA	SIG
Scan25 (2005)	IGN	1/25 000	PACA	SIG
Orthophotos (2008)	IGN	-	Bouches-du-Rhône	SIG

#### 3.1.3 Numérisation de la carte pédologique

Afin de confronter les données de l'inventaire des zones humides sur la zone Crau-Berre avec les informations relatives au critère pédologique, il était nécessaire de transformer les cartes pédologiques fournies sous format papier ou raster en couche pédologique vectorisée.

#### Définition de l'aire d'étude

L'ensemble de l'aire d'étude Crau-Berre a été vectorisée à partir du document papier « *Note technique du Pré-inventaire des Zones Humides des Eco-complexes de Crau et Berre - Bouches du Rhône (13)* » (ECOMED – DDAF 13, 2009).

Sa superficie est de 143 050 ha. Le secteur de la Crau représente 68 800 ha et le secteur de Berre couvre une superficie de 74 250 ha.

### Couverture de la zone vectorisée

Les zones vectorisées dans l'aire Crau-Berre correspondent à l'intégralité des entités représentées sur la carte n° 2 d'aptitudes des sols pour la mise en valeur agricole (SDAR, 1972) et ne couvrent que partiellement la partie sud de la carte n°1 et la partie est de la carte n°5.

La carte 5 correspondant au delta du Rhône dispose d'une légende spécifique compte tenu du contexte écologique, géopédologique et hydrologique de ce secteur (système d'estuaire lié à l'embouchure du Rhône, zone alluvionnaire) et de la prédominance de sols de nature hydromorphe ou sodique.

Compte tenu du but de l'étude et de la meilleure précision cartographique des sols hydromorphes, les secteurs du delta du Rhône concernés par l'aire Crau-Berre ont été cartographiés selon la carte 5 et la dénomination des entités pédologiques est conforme, le cas échéant, à la légende de la carte 5.

### Création de couches vectorielles

Les entités pédologiques ont été vectorisées dans l'aire Crau-Berre à partir des cartes raster d'aptitudes des sols au 1/50 000. Cette cartographie (couches polygones + données attributaires associées) est réalisée sous logiciel MapInfo V.10.0. Afin de ne pas altérer la précision des éléments fournis, l'échelle de saisie retenue est comprise entre le 1/25 000 « écran » pour les polygones de grande superficie et le 1/12 500 « écran » pour les entités de plus faible taille.

### Création de la table attributaire

Chaque polygone saisi est renseigné d'un code légende (identifiant). On distingue deux types de codes légende :

- un code « entités pédologiques *stricto-sensu* » (cf. tableau III) correspondant au numéro de légende des cartes d'aptitudes des sols (classes d'aptitudes notées de I à VII). Ainsi la classe I porte l'identifiant 1, la classe II l'identifiant 2. La classe VII est subdivisée en deux entités bien distinctes compte tenu du fait qu'elle englobe des sols hydromorphes et des sols non hydromorphes. Ainsi les **sols hydromorphes minéraux (à gleys) ou moyennement organiques (salés ou non) sont codifiés en 7a** et les sols installés sur pentes faibles (<2%) à très fortes (>20%) de type minéraux bruts d'apport alluvial et minéraux bruts d'érosion ou peu évolués d'érosion sont codifiés en 7b.

#### Codification spécifique des classes de la carte 5 :

Chaque classe d'aptitudes des sols (classe I à VII) est codifiée avec le numéro 5, c'est-à-dire que la classe I est codifiée en 1.5, la classe 2 en 2.5 etc. La classe VII est également subdivisée en deux entités : les sols sodiques salins à alcalins riches en sulfates, les sables et vases lagunaires ou marins sont codifiés en 7.5 A, tandis que les sols hydromorphes minéraux à gleys salés sont identifiés en 7.5 B.

- un code « entités non pédologiques » (cf. tableau IV) lorsque la cartographie ne traite pas d'aptitude de sol, mais plus « d'occupation du sol » (ex. : Agglomération, zone industrielle) il est affecté par défaut un code légende (ex. : code légende agglomération et zone industrielle = 8).

La correspondance entre les numéros de légende, leur dénomination selon la classification française des sols et leur rattachement avec la nomenclature pédologique en vigueur (référentiel pédologique 2008) est réalisée au moyen d'une jonction de table attributaire issue d'un tableau Excel importé sous MAPINFO.

Tableau III: codification des entités pédologiques des cartes SDAR 1972

Codification cartes 1 à 4		
Classes d'aptitudes	Code légende (identifiant)	Nomenclature CPCS 1967
I	1	Sols peu évolués d'apport alluvial et colluvial - <b>Calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires modaux sur alluvions ou colluvions</b>
II	2	<b>Hydromorphes peu humifères à pseudogley ou à gley profond d'origine alluviale ou palustre</b>
III	3	Hydromorphes peu humifères à gley superficiel d'origine alluviale ou palustre - à redistribution du calcaire d'origine palustre ou lagunaire
IV a	4a	Calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires ou saturés. Bruns calciques épais modaux ou à Cca. et parfois à caractère d'hydromorphie.
IV b	4b	Calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires ou saturés. Sur alluvions ou colluvions à cailloux. Sur formations mollassiques. En Crau limonage important (Iv a)
V a	5a	En piémont ou vallons sur éboulis de pentes à éclats calcaires: <b>Calcimagnésiques bruns calcaires</b> avec ou sans Cca ou à substratum rocheux plus ou moins dur.
V b	5b	En plaine sur alluvions anciennes à cailloux (Crau). <b>Calcimagnésiques bruns calcaires avec Cca</b> (purs ou enrichis en limons), <b>A Sesquioxydes, fertiallitiques</b> à réserve calcique et Cca, plus ou moins recarbonatés.
VI	6	Sur plateaux et pentes faibles: <b>Calcimagnésiques</b> rendzines et bruns calcaires. A Sesquioxydes fertiallitiques à réserve calcique. Sur pentes moyennes à fortes: Calcimagnésiques ou peu évolués lithocalciques avec intercalation de sols d'érosion.
VII	7a	Hydromorphes minéraux (à gley) ou <b>moyennement organiques</b> (salés ou non).
VII	7b	Sur pentes faibles (<2%) à très fortes (>20%) - Minéraux bruts d'apport alluvial et Minéraux bruts d'érosion ou peu évolués d'érosion
Codification Carte 5		
Classes d'aptitudes	Code légende (identifiant)	Nomenclature CPCS 1967
I	1.5	<b>Peu évolués</b> d'apport alluvial, modaux ou à caractères d'hydromorphie de profondeur par battement de nappe.
II	2.5	<b>Peu évolués</b> d'apport alluvial, modaux ou légèrement brunifiés à hydromorphie et légère salure de profondeur
III	3.5	<b>Peu évolués</b> d'apport éolien (légèrement brunifiés ou salés)
IV	4.5	<b>Peu évolués</b> d'apport alluvial ou éolien à caractère de salure
V	5.5	<b>Peu évolués</b> d'apport éolien salés par nappe ou sols sodiques <b>SALINS</b> à <b>ALCALINS</b> sur alluvions fluviales récentes. Nappe salée à faible profondeur
VI	6.5	<b>Sols sodiques salins à alcalins</b> sur alluvions fluviales récentes. Inondés en saison des pluies.
VII	7.5A	<b>Sols sodiques salins à alcalins</b> riches en sulfates. Sables et vases lagunaires ou marins.
VII	7.5B	Sols hydromorphes minéraux à gleys salés

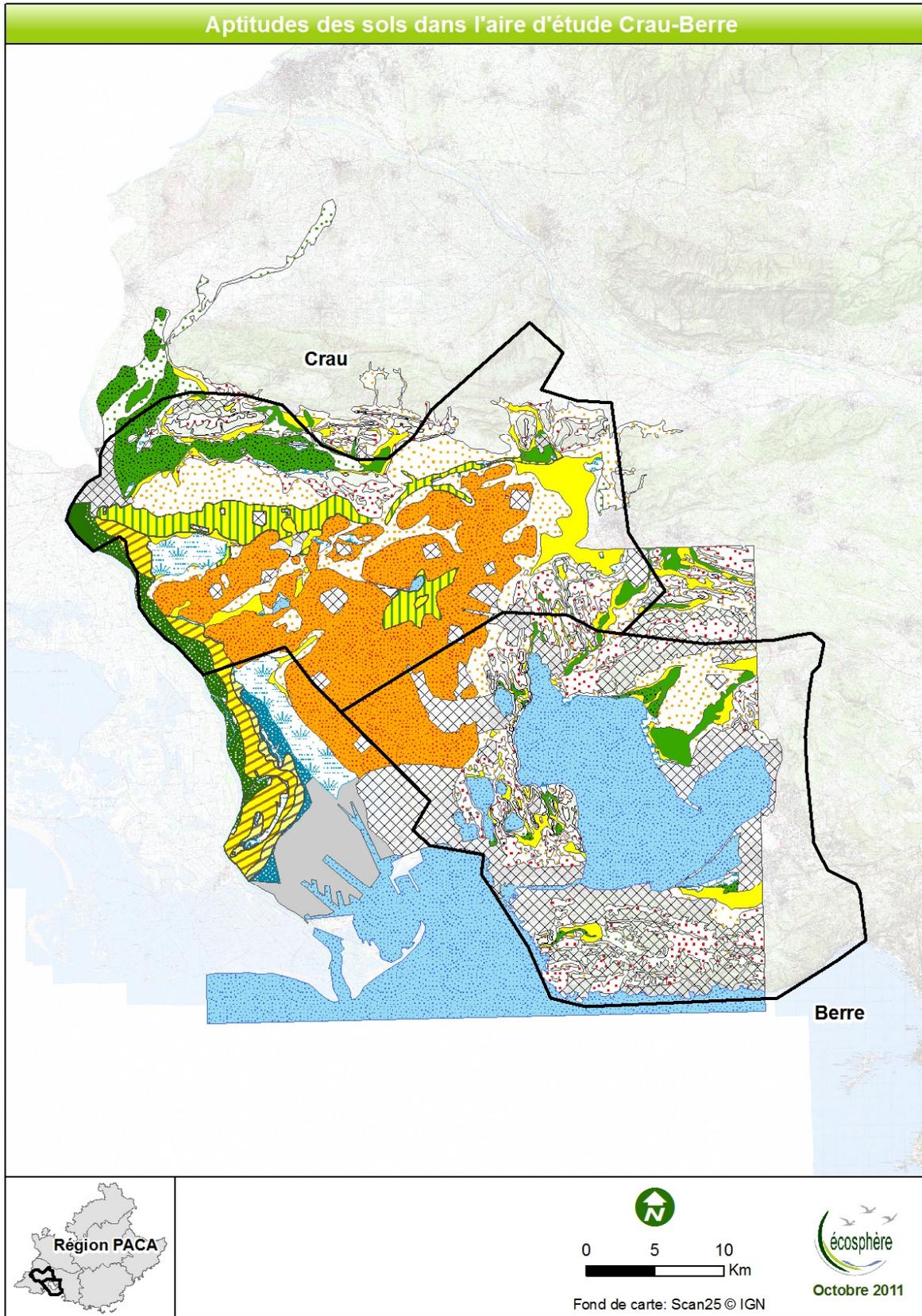
Tableau IV : codification des entités non pédologiques

Codes	Entités non pédologiques
8	Agglomérations ou Zones d'affectations spéciales (ports - terrains d'aviation - Z.I existantes ou projetées etc.
9	Zones remaniées par travaux
11	Carrières

Codes	Entités non pédologiques
12	Marais salants
13	Pièces d'eau
14	Zone non cartographiée par le SDAR

### 3.1.4 Présentation de la carte vectorisée

Il convient de souligner que la création de la carte vectorisée basée sur le secteur d'étude ne correspond aucunement à un réel travail cartographique mais satisfait à un outil de requête dont le but est de participer à la finalisation de l'inventaire (identification de zones complémentaires, aide à la décision sur divers points faisant litiges...) en testant le critère pédologique et en le confrontant avec d'autres données SIG. Cet outil permet également une correction de la délimitation des zones humides déjà inventoriées.



Carte 2 : cartographie des classes d'aptitudes des sols d'après le SDAR 1972

## Aptitudes des sols de la zone d'étude Crau-Berre

-  - Aire d'étude Crau-Berre
-  - Sols peu évolués d'apport alluvial et colluvial - calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires modaux sur alluvions ou colluvions
-  - Peu évolués d'apport alluvial, modaux ou à caractères d'hydromorphie de profondeur par battement de nappe
-  - Hydromorphes peu humifères à pseudogleys ou à gleys profonds d'origine alluviale ou palustre
-  - Peu évolués d'apport alluvial, modaux ou légèrement brunifiés à hydromorphie et légère salure de profondeur
-  - Hydromorphes peu humifères à gleys superficiels d'origine alluviale ou palustre - à redistribution du calcaire d'origine palustre ou lagunaire
-  - Peu évolués d'apport éolien (légèrement brunifiés ou salés)
-  - Calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires ou saturés. Bruns calciques épais modaux ou à cca. Et parfois à caractère d'hydromorphie
-  - Calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires ou saturés. Sur alluvions ou colluvions à cailloux. Sur formations mollassiques. En Crau limonage important (IV a)
-  - Peu évolués d'apport alluvial ou éolien à caractère de salure
-  - En piémont ou vallons sur éboulis de pentes à éclats calcaires: calcimagnésiques bruns calcaires avec ou sans cca ou a substratum rocheux plus ou moins dur
-  - En plaine sur alluvions anciennes à cailloux (Crau). Calcimagnésiques bruns calcaires avec cca (purs ou enrichis en limons), A sesquioxydes, fertillitiques à réserve calcique et cca, plus ou moins recarbonatés
-  - Peu évolués d'apport éolien salés par nappe ou sols sodiques SALINS à ALCALINS sur alluvions fluviales récentes. Nappe salée à faible profondeur
-  - Sur plateaux et pentes faibles: calcimagnésiques rendzines et bruns calcaires. A sesquioxydes fertillitiques à réserve calcique. Sur pentes moyennes à fortes: calcimagnésiques ou peu évolués lithocalciques avec intercalation de sols d'érosion
-  - Sols sodiques salins à alcalins sur alluvions fluviales récentes. Inondés en saison des pluies
-  - Hydromorphes minéraux (à gleys) ou moyennement organique (salés ou non)
-  - Sols hydromorphes minéraux à gleys salés
-  - Marais salants
-  - Pièces d'eau
-  - Sur pentes faibles (<2%) à très fortes (>20%) - Minéraux bruts d'apport alluvial et minéraux bruts d'érosion ou peu évolués d'érosion
-  - Agglomérations ou Zones d'affectations spéciales (ports - terrains d'aviation)
-  - Z.I existantes ou projetées etc.)
-  - Carrières
-  - Zones remaniées par travaux
-  - Non cartographié dans le SDAR 1972



Octobre 2011

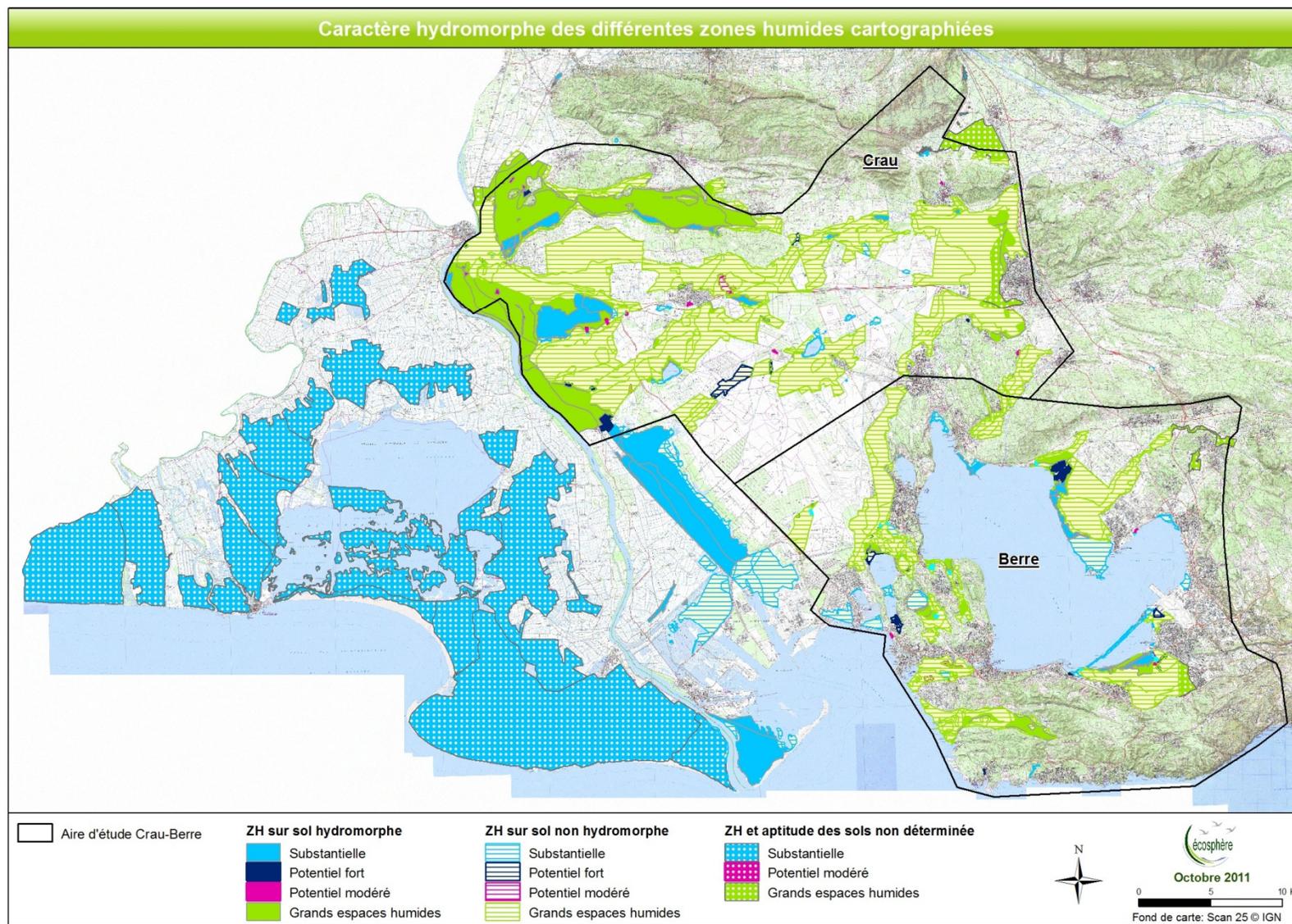
Légende de la cartographie des classes d'aptitudes des sols d'après le SDAR 1972

La vectorisation des cartes d'aptitudes des sols (SDAR 72) couvre une superficie totale de 178 110 ha. Les entités pédologiques stricto sensu représentent 102 425 ha, dont 18 756 ha cartographiés en sols hydromorphes d'après la correspondance établie entre la CPCS de 1967 et le référentiel pédologique de 2008 dont la nomenclature est reprise dans l'arrêté ministériel de 2009. Les sols non répertoriés comme hydromorphes représentent plus de 83 669 ha. On signalera la superficie des classes d'aptitudes I et IV (a) qui s'élève respectivement à 3 150 ha et 4 827 ha. Rappelons que divers sols regroupés au sein de ces classes peuvent localement individualiser des faciès à caractère hydromorphe, mais qui, comme énoncé en paragraphe 2.3.3, ne sont pas retenus comme sols hydromorphes d'un point de vue « réglementaire ». Les entités « non pédologiques » couvrent quant à elles plus de 75 600 ha.

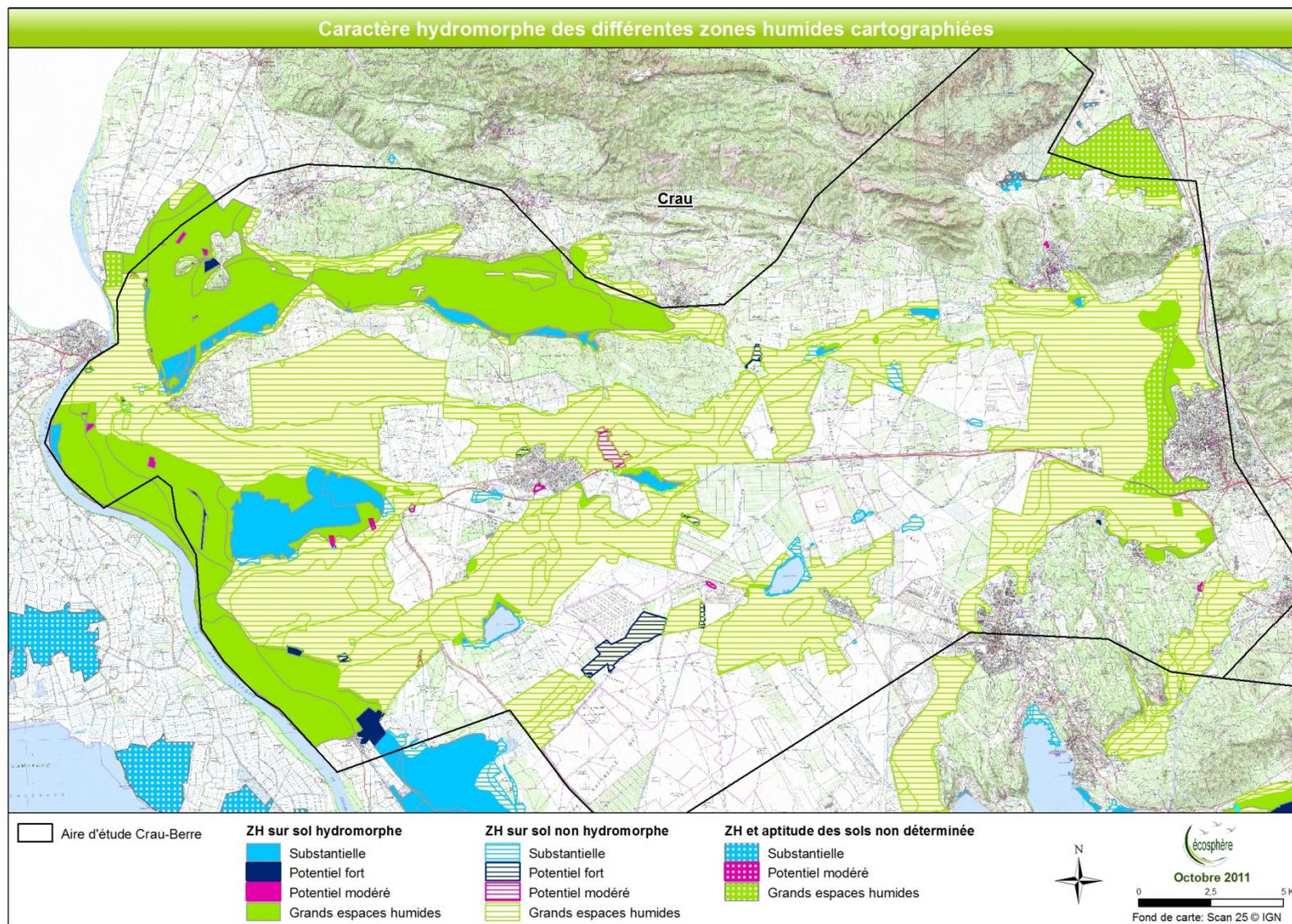
La surface numérisée dans l'aire Crau-Berre, correspondant à la surface de l'échantillonnage, représente environ 131 900 ha.

### 3.2 Croisement des données pédologiques et des données relatives aux zones humides

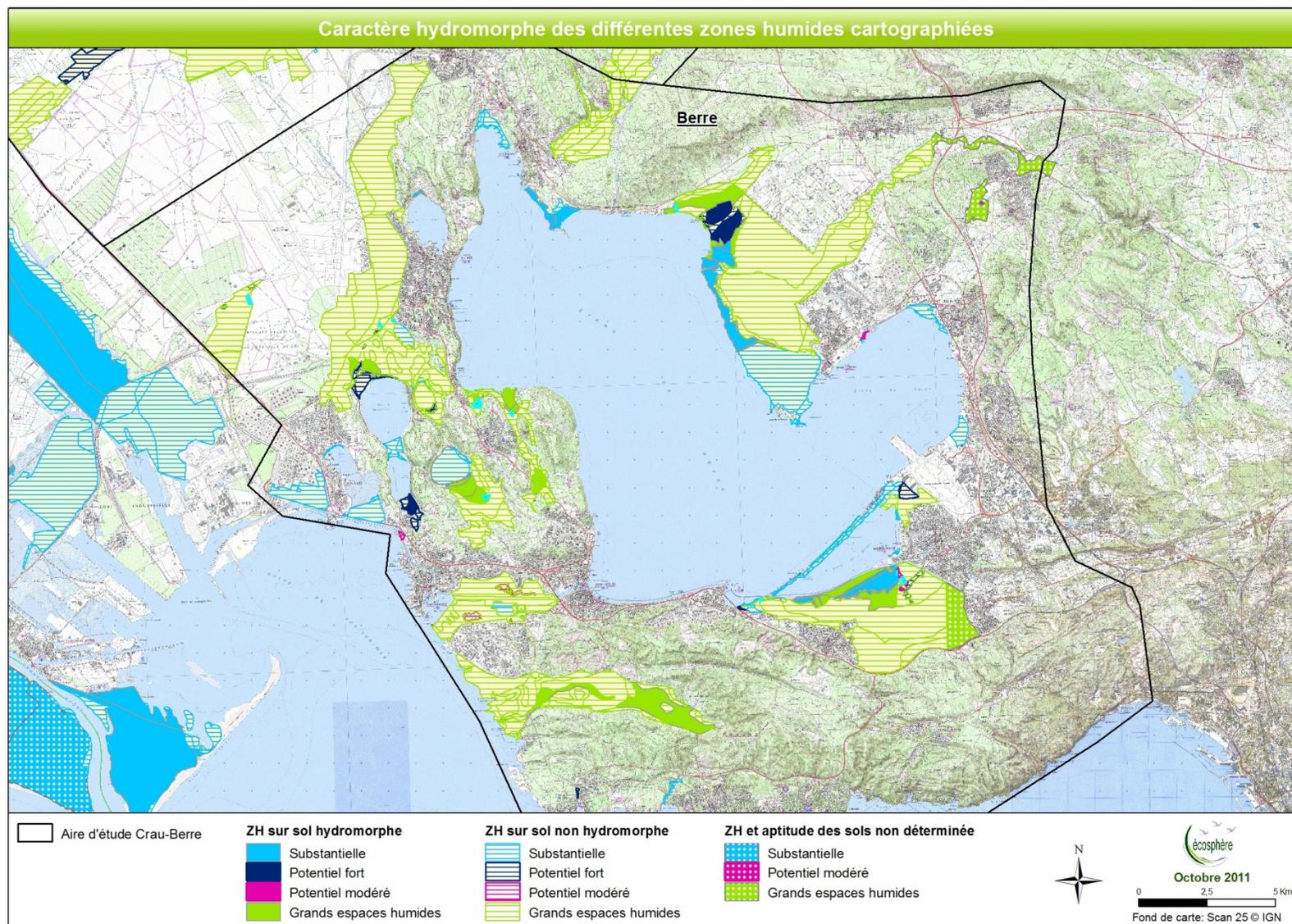
La répartition des sols hydromorphes est confrontée à la distribution des zones humides actuellement recensées dans la base de données de la DDTM (Cf. Carte 3). Cette analyse permet de statuer sur la pertinence de prise en compte du critère pédologique d'après la carte d'aptitudes des sols et d'apprécier les possibilités d'extrapolation sur l'ensemble des Bouches du Rhône.



Carte 3a: caractère hydromorphe des différentes zones humides cartographiées



Carte 3b: caractère hydromorphe de la plaine de la Crau



*Carte 3c: caractère hydromorphe de la plaine de Berre*

La superficie totale où les données pédologiques et les diverses zones humides inventoriées (BD BDRZH 13) se cumulent représente 47 840 ha. La répartition des classes d'aptitude des sols dans les catégories de zones humides au sein de cette aire est donnée dans le tableau V. Les zones humides identifiées comme grands espaces humides sont surreprésentées puisqu'elles couvrent 77,8 % de la superficie soit 37 217 ha. Deux cas de figure sont identifiés :

- les zones de concordance entre le critère sols hydromorphes et les zones humides inventoriées.
- les zones de discordance (zones humides cartographiées sur sols non hydromorphes).

Pour rappel, on mentionnera la légende des différentes catégories de zones humides, issue de l'inventaire préliminaire des zones humides des Bouches-du-Rhône (DDAF – ECOMED, 2009) :

- **Zones humides substantielle** : espaces humides avérés et fonctionnels
- **Zones humides au potentiel fort** : zones humides pour lesquelles il y a eu identification de premiers enjeux biologiques, de la fonctionnalité hydraulique, du repérage des usages, traduisant un faible niveau de perturbation global des milieux
- **Zones humides au potentiel modéré** : zones humides correspondant à des potentialités biologiques modérées, à de fortes perturbations hydrauliques et à un niveau élevé de dégradation global des milieux
- **Grands espaces humides** : entités étendues qui offrent des conditions propices à l'apparition et à l'existence de biocénoses d'origine non anthropique, caractéristiques des zones humides.

Tableau V : Répartition des entités pédologiques et non pédologiques dans les différentes catégories de zones humides (surfaces en ha).

Type entité pédologique	Grands espaces humides	Potentiel fort	Potentiel modéré	Substantielle	Total
<b>Entités pédologiques</b>					
<b>Sols hydromorphes</b>					
2	1126,4	3,8	2,9	17,4	1150,5
3	3465,6	132,6	14,0	246,8	3859,2
7a	505,4	16,6	0,7	559,4	1082,2
1.5	443,4		1,7	31,1	476,3
2.5	1267,6		5,5		1273,1
/	/	/	/	/	0
5.5				94,1	94,1
6.5				381,8	381,8
7.5B	453,3	5,4	5,0	3239,5	3703,3
<b>Total hydromorphes</b>	7261,9	158,5	29,9	4570,3	<b>12020,9</b>
<b>Sols non hydromorphes</b>					
1	1728,9	4,4	1,9	14,9	1750,3
4a	4032,3	1	6,9	84,6	4124,8
4b	5185,1	63,9	6,0	150,9	5406,1
5a	8525,8	19,4	10,1	119,5	8675,1
5b	5362,9	246,0	69,9	286,5	5965,4
6	760,2	0,6	1,7	24,0	786,7
7b	340,5	4,9	3,9	30,1	379,5

Type entité pédologique	Grands espaces humides	Potentiel fort	Potentiel modéré	Substantielle	Total
4.5	1117,6	93,1	8,5	83,7	1303,1
<b>Total non hydromorphes</b>	27053,6	433,7	109,3	794,6	<b>28391,4</b>
<b>Entités non pédologiques</b>					
8	2587,1	64,8	45,3	1635,5	4332,8
11	14,3				14,3
12	62,9			1032,8	1095,8
9	11,2		3,0		14,3
13	225,9	44,4	0,4	412,4	683,3
14				1286,9	1286,9
<b>Total entités non pédologiques</b>	2901,7	109,2	48,8	4367,8	<b>7427,6</b>
<b>TOTAL</b>	<b>37217,3</b>	<b>701,5</b>	<b>188,1</b>	<b>9732,8</b>	<b>47840,0</b>

### 3.2.1 Les zones de concordance

Le taux de concordance entre les sols hydromorphes et les zones humides inventoriées est de 25,1 %, et correspond à une surface de 12 020 ha (Cf. Tableau V). La répartition des divers sols hydromorphes en fonction des différentes catégories de zones humides est traduite de la manière suivante :

60,4 % des sols hydromorphes sont classés en grands espaces humides, 38 % en zones humides substantielles (Cf. tableau VI).

Tableau VI : répartition des sols hydromorphes par rapport aux différentes catégories de zones humides

Type entité pédologique	Grands espaces humides	Potentiel fort	Potentiel modéré	Substantielle
<b>Entités pédologiques</b>				
<b>Sols hydromorphes</b>				
2	97,8	0,3	0,2	1,5
3	89,8	3,4	0,3	6,3
7a	46,7	1,5	0,06	51,6
1.5	93,1	0	0,3	6,5
2.5	99,5	0	0,4	0
/				
5.5	0	0	0	100
6.5	0	0	0	100
7.5B	12,2	0,1	0,13	87,4
<b>Total hydromorphes</b>	<b>60,4</b>	<b>1,3</b>	<b>0,2</b>	<b>38,0</b>

La répartition des différentes classes d'aptitudes des sols dans les grands espaces humides montre une hétérogénéité significative.

Si les classes d'aptitudes des sols 2.5, 2, 1.5 et 3 correspondent très largement aux grands espaces humides avec des taux respectifs de 99,5%, 97,8%, 93,1% et 89,8%, la classe 7.5B n'est représentée qu'à un peu plus de 12% dans cette catégorie de zones humides.

La catégorie de zones humides substantielles intègre 100 % des classes 5.5 et 6.5, 87,4 % de la classe 7.5B et 51,6% de la classe 7a.

Une analyse comparative qui n'intègre pas les grands espaces humides a été réalisée afin d'obtenir une meilleure représentativité de la distribution des sols en fonction des catégories de zones humides. **Dans ce cas 96 % des sols hydromorphes sont classés en zones humides substantielles. Cette catégorie intègre 99,6 % de la classe 7.5 B, 97 % de la classe 7a, 95 % de la classe 1.5.**

### 3.2.2 Les zones de discordance

Les zones où le critère pédologique n'est pas corrélé avec le critère zones humides, c'est à dire lorsqu'une zone humide référencée au titre du pré-inventaire des zones humides ne correspond pas à un sol hydromorphe, représentent 74, 8 % soit 35 819 ha et se décompose de la manière suivante :

- la part des sols identifiés comme non hydromorphes représente 59,3 % soit 28 391 ha (cf. tableau V). La classe 5.a est la plus représentée avec un ratio de 18,1 % (8 675 ha). La classe 4.a correspond à 8,6 %. La répartition des divers sols en fonction des différentes catégories de zones humides est très déséquilibrée puisque plus de 95% des entités pédologiques s'inscrivent dans les grands espaces humides (cf. tableau VI).

Tableau VI : répartition des sols non hydromorphes par rapport aux différentes catégories de zones humides

Type entité pédologique	Grands espaces humides	Potentiel fort	Potentiel modéré	Substantielle
<b>Sols non hydromorphes</b>				
1	98,7	0,2	0,1	0,8
4a	97,7	0,02	0,1	2,0
4b	95,9	1,1	0,1	2,7
5a	98,2	0,2	0,1	1,3
5b	89,8	4,1	1,1	4,8
6	96,6	0,08	0,2	3,0
7b	89,7	1,3	1,0	7,9
4.5	85,7	7,14	0,6	6,4
<b>Total non hydromorphes</b>	95,2	1,5	0,3	2,7

- la part des entités non pédologiques ne pouvant être rattachées à un profil pédologique particulier représente 15,52 %, soit **7 427** ha (cf. tableau V). L'entité 8, correspondant aux zones d'agglomérations ou industrielles est la plus représentée avec un taux de 9%, soit environ **4 333** ha. A contrario les marais salants offrent un taux égal à 2,3 %.

La répartition des entités non pédologiques par rapport aux différentes catégories de zones humides (données non illustrées) montre que les grands espaces humides regroupent 39 % de ces entités, les

zones humides substantielles en intègrent quant à elles 58,8% Ainsi les grands espaces humides regroupent 59,7 % des zones d'agglomérations ou industrielles, et 78,3% des zones remaniées.

Les zones substantielles intègrent 60,3% des pièces d'eau (13).

### 3.2.3 Conclusion

Le taux de concordance entre les sols hydromorphes et les zones humides inventoriées n'est pas significatif (25 %) et la majeure partie des sols hydromorphes est classée en grands espaces humides. Néanmoins en retirant de l'analyse les grands espaces humides la concordance entre les sols hydromorphes est très largement significative : **96 % des sols hydromorphes se distribuent dans la catégorie de zones humides substantielles et les meilleurs taux de concordances sont obtenus avec les classes 7.5 B (99,6 %), 7a (97 %) et 1.5 (95 %).**

Le croisement des données pédologiques issues du SDAR 1972 devient alors pertinent pour une extrapolation sur l'ensemble des Bouches du Rhône.

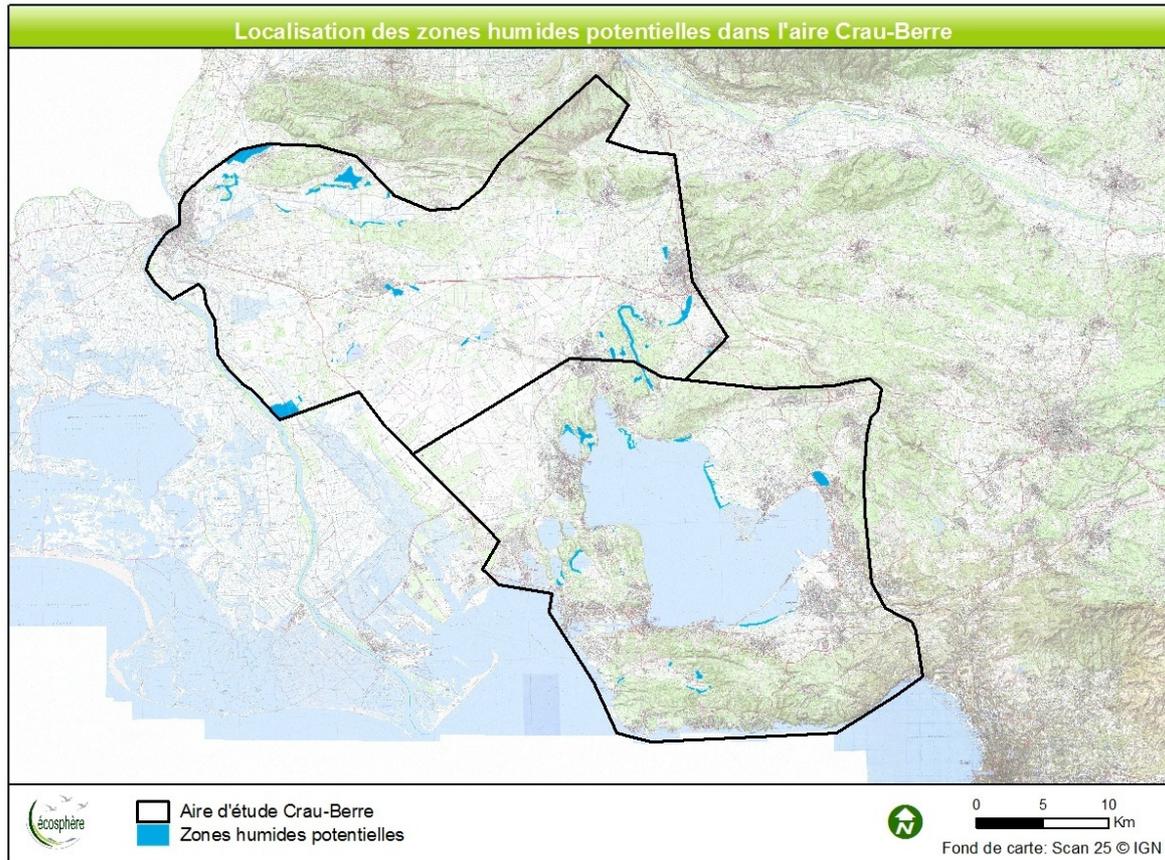
## 3.3 Identification des zones humides complémentaires

### 3.3.1 Identification de zones humides complémentaires potentielles

Les sols hydromorphes non répertoriés comme zones humides sont considérés comme des zones humides potentielles (cf. carte 4). Un seuil d'une surface de 0,1 ha est appliqué à l'ensemble des sols hydromorphes non répertoriés de manière à maintenir une cohérence avec la méthodologie appliquée lors du pré-inventaire. L'analyse fait ainsi ressortir 44 zones humides potentielles (1258 ha) au sens de la nomenclature pédologique de l'arrêté ministériel de 2009. Sur ces 44 zones humides potentielles, 20 se rapportent à la classe 2 (635 ha), 14 à la classe 7a (190 ha), 8 à la classe 3 (252 ha), 1 à la classe 2.5 (125 ha) et la dernière qui correspond à la classe 4.5 (55 ha).

Pour rappel:

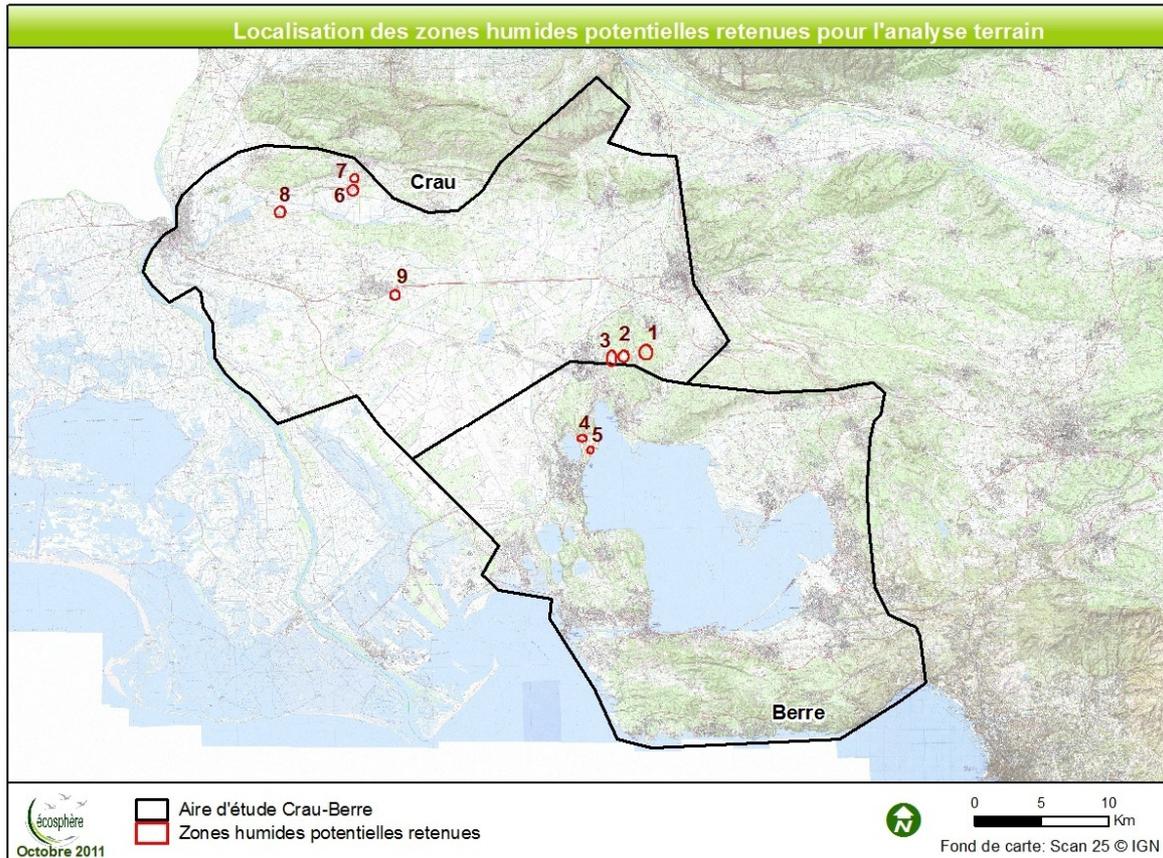
Classes d'aptitudes	Code légende (identifiant)	Nomenclature CPCS 1967
II	2	Hydromorphes peu humifères à pseudogley ou à gley profond d'origine alluviale ou palustre
III	3	Hydromorphes peu humifères à gley superficiel d'origine alluviale ou palustre - à redistribution du calcaire d'origine palustre ou lagunaire
VII	7a	Hydromorphes minéraux (à gley) ou moyennement organiques (salés ou non).
II	2.5	Peu évolués d'apport alluvial, modaux ou légèrement brunifiés à hydromorphie et légère salure de profondeur
IV	4.5	Peu évolués d'apport alluvial ou éolien à caractère de salure



Une photo-interprétation des orthophotoplans (campagne IGN 2008) et une lecture des cartes topographiques sont réalisées afin de confronter les données pédologiques anciennes avec l'occupation du sol actuelle, de manière à identifier les zones artificialisées ne pouvant plus figurer à l'inventaire des zones humides. Les zones les plus pertinentes pour la phase analytique de terrain ont été ainsi sélectionnées. Cette étape sélective, préalable à la phase terrain, permet la mise en évidence des marqueurs visuels qui peuvent être assimilés à des habitats humides. Étant donné que les cartes d'aptitudes du sol du SDAR datent de 1972, il convient également d'intégrer l'évolution de l'occupation du sol (création de diverses infrastructures ou aménagements *etc.*) et l'évolution de la dynamique végétale (assèchement zones humides *etc.*).

**Seules neuf zones humides potentielles** sont retenues pour la phase analytique de terrain, sur les 44 décelées. Quatre zones sont comprises dans l'éco-complexe de la Crau, cinq dans l'éco-complexe de Berre. Cette situation montre la régression drastique des zones humides dans certains secteurs des Bouches-du-Rhône.

La localisation de ces zones est donnée en carte 5.



Carte 5 : localisation des zones humides potentielles pour l'analyse de terrain

N.B : certaines zones retenues pour l'analyse de terrain se trouvant en propriété privée, il n'a été possible dans certain cas d'analyser les critères qu'en bordure de parcelles.

### 3.3.2 Validations de terrain

Zone 1 : commune de Cornillon-Confoux, lieu-dit « Bertier »



Type de sols hydromorphes : hydromorphes peu humifères

Cette zone fait apparaître un caractère hygrophile peu prononcé et traduit un assèchement. Une trame mésohygrophile perdure grâce à la forte valence écologique des espèces qui structure ces groupements. Comme espèces hygrophiles au sens de l'arrêté ministériel de 2009 on note la présence de *Scirpus holoschoenus*, ainsi que de *Populus nigra*. Cet îlot à tendance hygrophile subit une phase de xérophitisation avec la colonisation d'espèces expansionnistes xérophiles comme le Pin d'Alep. L'espace

autour de cette zone est occupée par des champs cultivés, de la pinède et des chênaies vertes. Compte tenu de l'assèchement, l'état écologique de cette zone peut être qualifié de dégradé.

#### Zone 2 : commune de Miramas, lieu-dit « Château Belval »



*Type de sols hydromorphes : hydromorphes peu humifères*

Des sripaies à *Scirpus holoschoenus* sont présentes au centre de la zone qui est caractérisée par un réseau de canaux où se développent des phragmitaies à *Phragmites communis*, *Typha sp.* On note également la présence de *Lycopus europaeus*.

Des prairies sèches se développent aux abords de cette zone, où l'on observe également des prairies de fauches irriguées. La principale essence qui structure les haies bordant les

parcelles est le Cyprès. Cette zone se situe en propriété privée et en réserve de chasse.

#### Zone 3 : commune de Miramas, lieu-dit « les Cabasses »



*Type de sols hydromorphes : hydromorphes peu humifères*

Cette zone correspond à un système de prairies plus ou moins humides en bocage où des populations de Scirpe à tête ronde (*Scirpus holoschoenus*) sont présentes. Les bords de canaux sont colonisés par des roselières en voie d'assèchement (présence de *Spartium junceum*). Les haies sont majoritairement composées de Cyprès mêlés à des Peupliers noirs. L'ensemble de la zone présente un état de conservation dégradé (assèchement des habitats hygrophiles, présence d'un centre aéré). Les zones les

plus hygrophiles se retrouvent dans les parties les plus basses (en bordure de route).

Cette zone se situe en propriété privée (centre aéré).

#### Zone 4 : Commune d'Istres, lieu dit « St-Etienne »



*Type de sols hydromorphes : Hydromorphes peu humifères à gleys superficiels d'origine alluviale ou palustre - à redistribution du calcaire d'origine palustre ou lagunaire.*

Cette zone très anthropisée se trouve en contexte semi urbain et correspond à des terrains privés composés de jardins potagers, de vergers, d'oliveraies etc. Les zones à vocation naturelle correspondent à des vestiges de peupleraies blanches et se localisent principalement en bordure de canal.

#### Zone 5 : Commune d'Istres lieu-dit « Monteau »



*Type de sols hydromorphes : Hydromorphes peu humifères à gleys superficiels d'origine alluviale ou palustre - à redistribution du calcaire d'origine palustre ou lagunaire.*

Cette zone correspond à une propriété privée (terrain militaire). Les zones amont (les plus visibles du bord de route) sont nettement dégradées. Plusieurs secteurs marquent un assèchement et traduisent de faibles connexions hydrologiques avec l'étang de Berre. Par contre les zones situées aux abords de l'Etang de Berre présentent un meilleur état de conservation.

Les habitats humides dominants sont représentés par des cannaies, des peupleraies blanches et des phragmitaies.

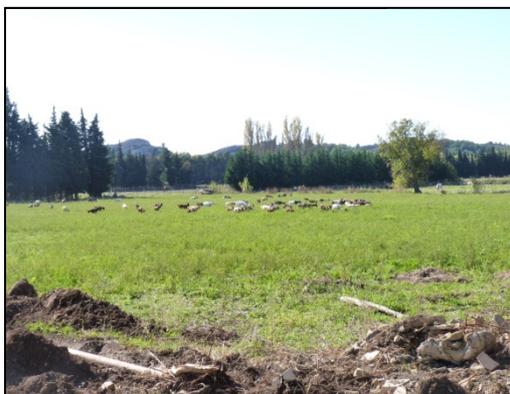
#### Zone 6 : Commune du Paradou, lieu dit « Pont st Jean »



*Type de sols : Hydromorphes peu humifères à pseudogleys ou à gleys profonds d'origine alluviale ou palustre*

Cette zone correspond à des milieux très dégradés, installés sur remblais où la végétation dominante est structurée par des cannaies à canne de Provence. Néanmoins la présence d'une roubine favorise une connectivité hydrologique de la zone par des apports hydriques latéraux et permet le développement d'une végétation hygrophile ou à tendance hygrophile comme *Phragmites communis*, *Ulmus campestris*, *Lycopus europaeus*.

#### Zone 7 : commune du Paradou, lieu dit « la Grande Terre »



*Type de sols : Hydromorphes peu humifères à pseudogleys ou à gleys profonds d'origine alluviale ou palustre.*

Cette zone en propriété privée correspond à un espace agricole où les parcelles sont délimitées par des haies de cyprès et quelques *Populus nigra* et *Fraxinus oxyphylla*.

### Zone 8 : commune d'Arles, lieu dit « Mas de Goudègue »

*Type de sols : Hydromorphes peu humifères à pseudogleys ou à gleys profonds d'origine alluviale ou palustre*

Cette zone de faible superficie est contigüe au marais des Baux (identifié en Grand espace humide).



On identifie un ensemble de réseaux de canaux bordés par des Peupleraies blanches, des roselières et des prairies.

### Zone 9 : commune Saint-Martin-de-Crau



*Type de sol : Hydromorphes minéraux (à gleys) ou moyennement organiques (salés ou non).*

La zone 9 correspond à des parcelles agricoles dominées par des cultures de luzerne et traversées par des canaux d'irrigation. Ces parcelles peuvent être rattachées à des prairies de Crau qui donneront du foin dans quelques années, le semis de luzerne étant la phase préparatoire à l'obtention de prairies de Crau. Des rideaux boisés composés de *Populus alba*, *Populus nigra*, *Fraxinus oxyphylla* mêlé à *Quercus pubescens* bordent certains canaux d'irrigation.

## 3.4 Conclusion

L'analyse croisée des données pédologiques et des données relatives au pré-inventaire des zones humides a permis de dégager des zones humides potentielles. Un **travail basé sur la photo-interprétation et l'examen des cartes topographiques s'est avéré nécessaire** afin d'éliminer les zones de non concordance, c'est-à-dire toutes les situations où les marqueurs visuels ne peuvent être assimilés à des habitats humides.

Les visites de terrain engagées sur un échantillon des zones humides potentielles retenues ont permis de conforter l'analyse SIG pour certaines zones par l'identification des marqueurs écologiques hygrophiles dominants (habitats, espèces végétales) visibles aux périodes où les prospections ont été réalisées. Ainsi pour les zones 8, 2 et dans une moindre mesure la zone 3, la validation de terrain a permis de reconnaître une végétation hygrophile caractéristique, cohérente avec l'analyse SIG préalable.

*L'analyse croisée via SIG des données pédologiques et de la base de données « zones humides » peut être considérée comme un **outil d'aide** à l'identification et à la délimitation de zones humides mais ne peut satisfaire à lui seul une prise de décision. Cet outil doit être combiné avec des examens de terrain, au moins sur les espèces végétales et les habitats selon les méthodologies retenues dans l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009, afin de statuer définitivement sur le caractère hydromorphe d'une zone humide potentielle mise en évidence par l'analyse.*

---

## 4 ANALYSE DES SITUATIONS POUVANT FAIRE LITIGE

---

### 4.1 Les berges de cours d'eau

---

#### 4.1.1 Contexte

Les cours d'eau du secteur sont caractérisés par un régime hydrologique de type pluvial méditerranéen et leurs écoulements sont totalement dépendants des précipitations. Les hautes eaux automnales et hivernales alternent avec des périodes d'étiages sévères en été. Les crues les plus violentes sont irrégulières et se manifestent lors des épisodes de grande pluviométrie, notamment durant l'automne et le printemps. Le contexte géopédologique de l'aire Crau-Berre, et d'une manière générale des bassins versants des axes fluviaux les plus importants du secteur (Arc, Touloubre etc.) est marqué par une dominante de roches calcaires. Ces milieux karstiques conditionnent fortement l'organisation structurale et spatiale à la fois sur le plan géomorphologique, hydrologique mais également floristique : l'écoulement en contexte de massifs calcaires se traduit par un encaissement des cours d'eau qui ont creusé par endroits de véritables gorges. Ces structures géopédologiques, de par leur porosité importante, favorisent une circulation souterraine importante de l'eau, réduisant de facto très nettement la rétention en eau de surface et limitant ainsi considérablement les compartiments d'accueil favorables à l'installation d'une végétation hygrophile. Ce fonctionnement tamponne en partie les contrastes entre hautes eaux et étiage.

L'espace alluvial des cours d'eau du secteur Crau-Berre est donc restreint et leur degré de liberté est faible et n'a aucune comparaison avec les grands fleuves ou rivières traversant les Bouches-du-Rhône comme le Rhône ou la Durance, véritables écosystèmes où le lit majeur peut occuper des largeurs considérables.

#### 4.1.2 Démarche de l'analyse

L'analyse vise à déterminer les conditions hydromorphiques des berges de cours d'eau, afin de statuer sur leur délimitation. L'analyse se base sur les caractéristiques pédologiques des berges de cours d'eau et sur les caractéristiques hydromorphologiques. Une analyse des critères relatifs à la flore et la végétation est réalisée par visite de terrain.

#### 4.1.3 Matérialisation des berges de cours d'eau

Une sélection du réseau hydrographique de la région PACA est appliquée sur l'aire Crau-Berre (cf. carte 6). Afin de matérialiser les berges sur ces cours d'eau sélectionnés, une bande d'une largeur totale de 60 m est définie pour chaque cours d'eau et centrée sur le linéaire hydrographique. La largeur des berges est donc équivalente à 30 m sur chacune des rives des cours d'eau. Cette largeur a été définie en fonction du contexte écologique de la zone d'étude marqué par des cours d'eau possédant un faible degré de liberté comme expliqué précédemment. La largeur du fuseau étudié est évaluée afin de ne pas intégrer dans l'analyse d'autres types de situations écologiques et pédologiques (versants par exemple). Les données utilisées pour cette analyse ont été :

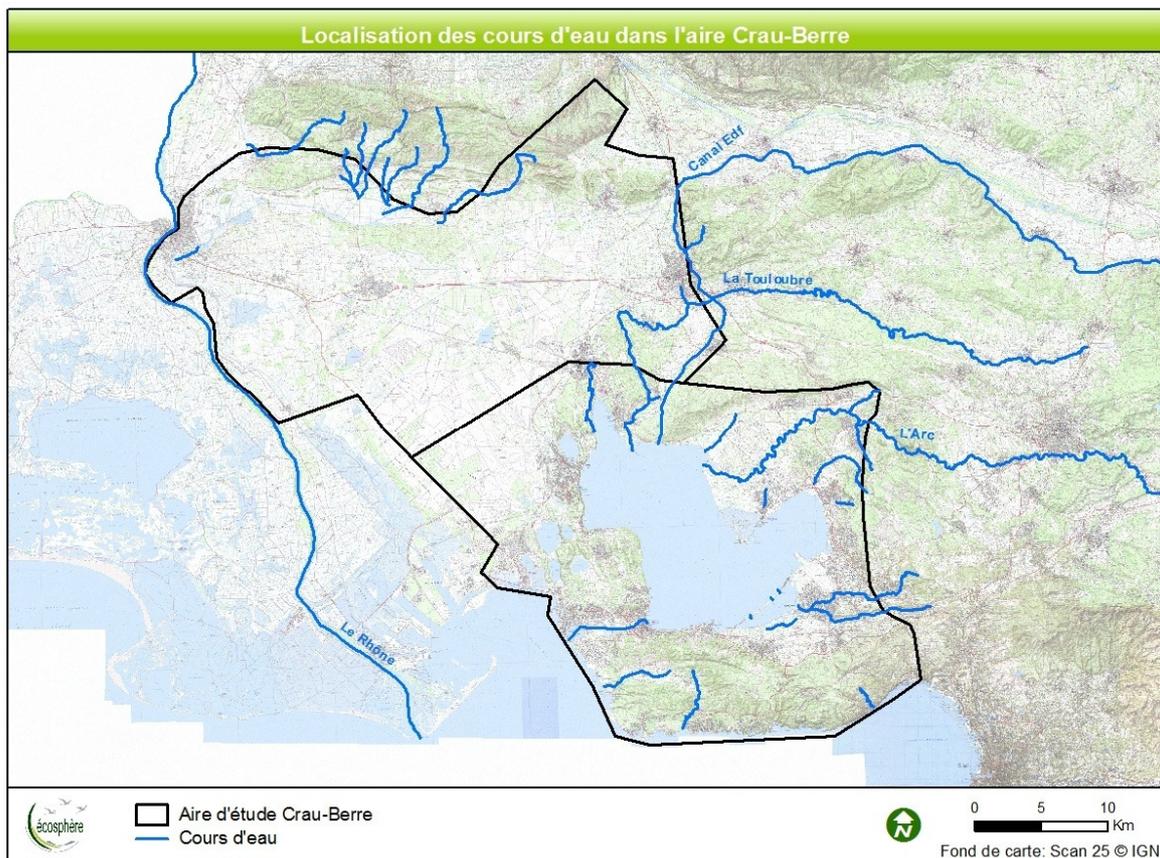
- la carte pédologique vectorisée

- la BD ZH DDTM
- le réseau hydrographique PACA (Cours d'eau PACA)
- la BD TOPO SCAN 25
- la BD Ortho
- l'Atlas des zones inondables

#### 4.1.4 Réseau hydrographique dans l'aire Crau-Berre

Au total, on dénombre d'après le réseau hydrographique 30 cours d'eau dans l'aire Crau-Berre. Ces cours d'eau peuvent se subdiviser en plusieurs catégories. On distingue ainsi :

- ✓ les cours d'eau naturels comme les grandes rivières ou ruisseaux (Touloubre, Arc etc.) mais également les ruisseaux temporaires ;
- ✓ les cours d'eau d'origine anthropique comme les canaux, les roubines et les chenaux (canaux d'irrigations, canal EDF, etc.).



Carte 6 : réseau hydrographique dans l'aire Crau-Berre

#### 4.1.5 Analyse du critère pédologique au niveau des berges de cours d'eau

La surface totale des berges sur ces 30 cours d'eau matérialisée par une bande d'une largeur de 60 m est égale à 679,45 ha. La part de sols identifiés comme hydromorphes représente 23,6 % soit 160 ha. La part des entités identifiées comme non hydromorphes représente 76,4% où les sols non

hydromorphes correspondent à 71,6 %, les zones d'agglomérations ou industrielles à 20,2 % et les pièces d'eau à 8,1 %.

Compte tenu de la nature anthropique des canaux, des roubines et des chenaux et du potentiel remaniement des sols, l'analyse du critère pédologique sur ces types de cours d'eau n'est pas considérée comme pertinente.

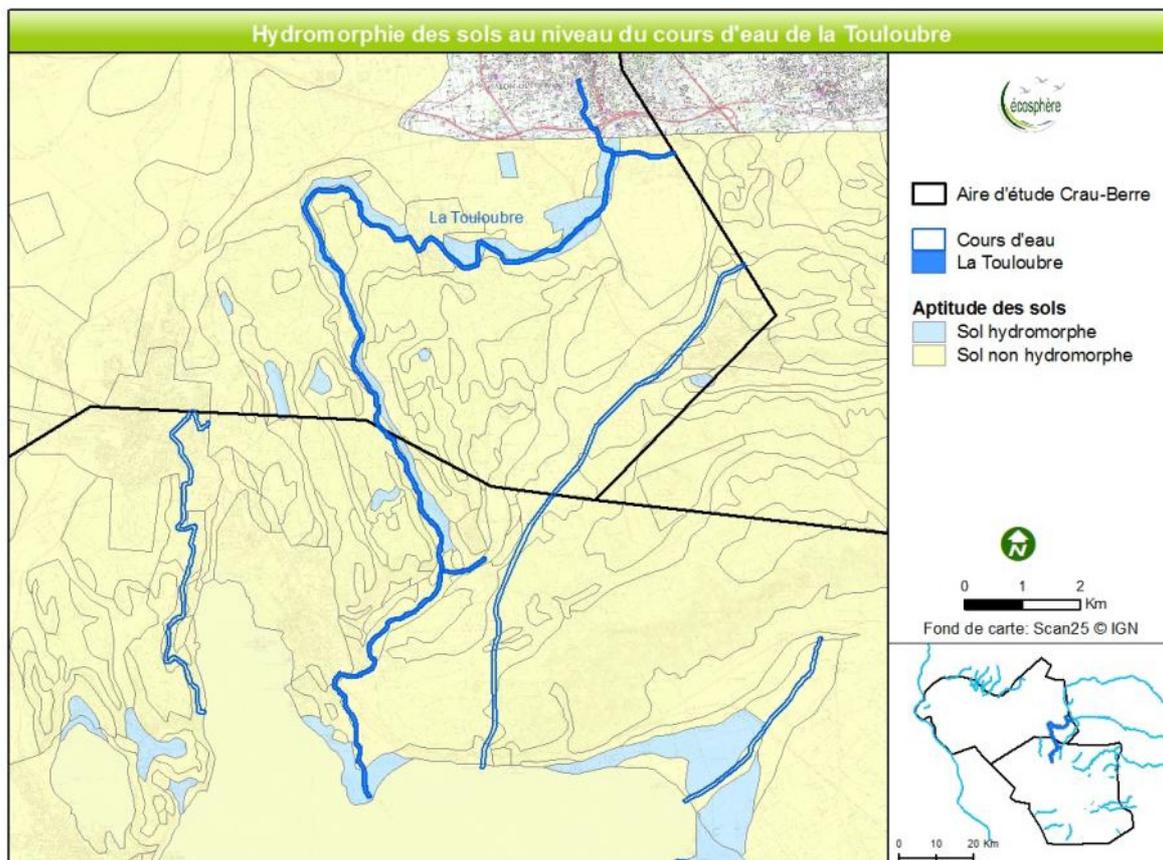
Afin de statuer sur la répartition des zones hygrophiles associées aux berges des cours d'eau naturels, trois exemples sont traités :

- ✓ la Touloubre
- ✓ l'Arc
- ✓ le ruisseau de Font de Maure

La Touloubre et l'Arc correspondent aux deux cours d'eau majeurs de l'aire d'étude. Le ruisseau Font de Maure se situe au sein du massif de la Nerthe, massif à nette dominante karstique en marge sud de l'aire d'étude.

### La Touloubre

Dans le secteur Crau-Berre, les berges de la Touloubre matérialisée par un fuseau de 60 m représentent une surface d'environ 130 ha. La part des sols hydromorphes y représente 39%, soit environ 51 ha. Ces sols hydromorphes se rapportent uniquement à la classe 2 (31,5%) et la classe 7a (7,5%). La part des sols non hydromorphes correspond à 50,5%. Les entités non pédologiques représentent quand à elles environ 10, 5%. L'examen entre la morphologie du cours d'eau (méandrage par exemple) et la physionomie des entités pédologiques montre une similarité (cf carte 7).



*Carte 7 : hydromorphie des sols au niveau de la Touloubre*

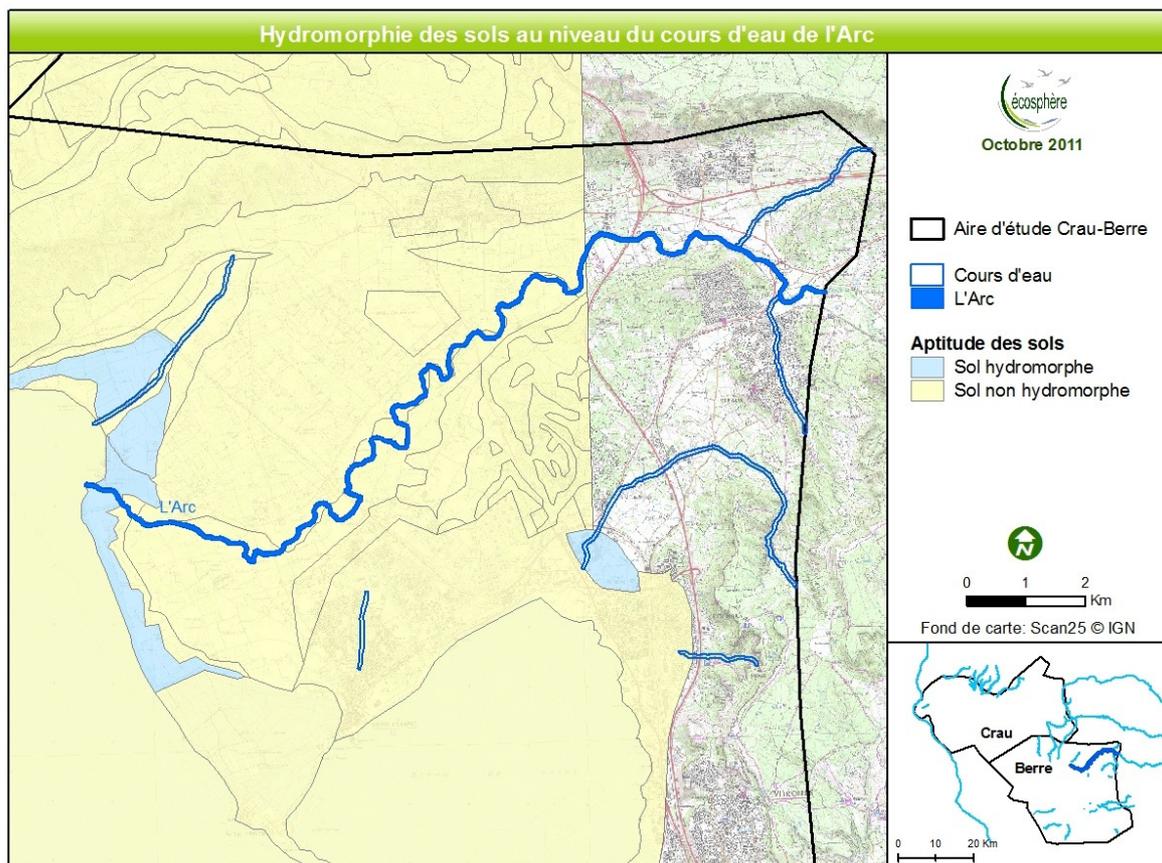
Le tracé du cours d'eau coïncide en effet avec les entités pédologiques qui correspondent principalement à des sols hydromorphes. Cette distribution des sols hydromorphes apparaît cependant décalée par rapport à l'axe fluvial. Ce biais est lié à la différence d'échelle cartographique des différents éléments utilisés et aux décalages provenant de la numérotation des cartes papier.

Un recalage permet une meilleure juxtaposition entre les entités pédologiques hydromorphes (principalement la classe 2) et le tracé du cours d'eau. Cette démarche augmente considérablement la prise en compte des sols hydromorphes par les berges matérialisées par une bande de 60 m.

## L'Arc

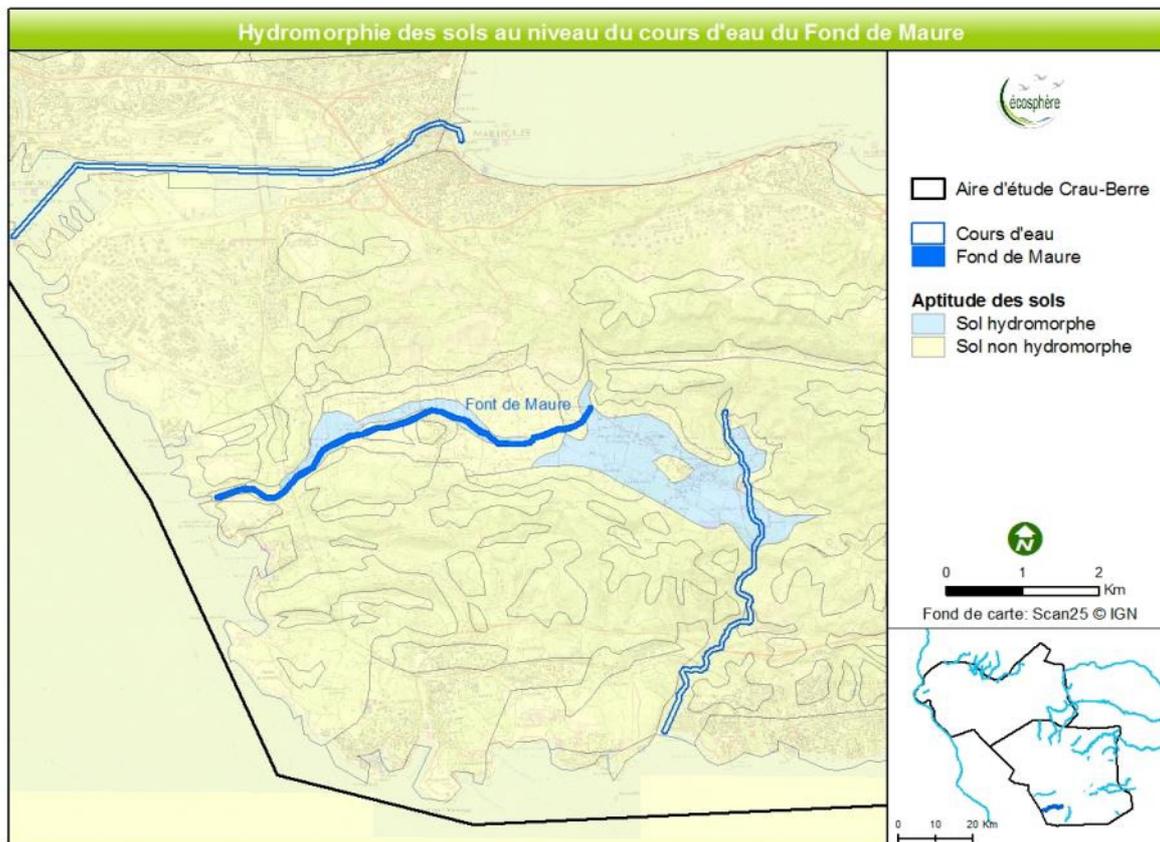
La superficie des berges de l'Arc est égale à 91,5 ha. La part des sols hydromorphes représente 4,5% (classe 7a), contre 95% qui correspondent à des sols non hydromorphes, dont 56,5 % sont rattachés à la classe 1.

L'examen de l'axe fluvial de l'Arc (cf. carte 8) montre que les sols hydromorphes correspondent à l'embouchure dans l'Etang de Berre qui est identifiée en zone humide substantielle. Hormis ce secteur, dans l'aire Crau-Berre, les berges de l'Arc ne correspondent donc à aucun sol hydromorphe.

*Carte 8 : hydromorphie des sols au niveau de l'Arc*

### Le ruisseau de Font de Maure

La superficie des berges du ruisseau Font de Maure est égale à 34 ha. La part des sols hydromorphes représente 42,5%, dont 39,5% (13,5 ha) correspondent à la classe 3. La part des sols non hydromorphes identifiée au niveau des berges de ce ruisseau équivaut à 55,5%. De même que pour la Touloubre la morphologie du cours d'eau montre une similarité avec la physionomie des entités pédologique (cf. carte 9). Le recalage entre l'axe fluvial et les entités pédologiques permet la juxtaposition des données pédologiques hydromorphes et les berges de ce ruisseau.



*Carte 9: hydromorphie des sols au niveau du ruisseau de Font de Maure*

### Conclusion

La présence de sols hydromorphes sur les berges de la Touloubre et du ruisseau Font de Maure est relativement bien identifiée. Cette constatation peut être renforcée par un recalage cartographique entre les différents éléments de l'analyse, permettant de mieux faire coïncider entités pédologiques et hydrologiques.

Le critère pédologique lié à la présence de sols hydromorphes peut s'avérer être un indicateur pertinent pour caractériser les conditions hydromorphiques des berges de cours d'eau. Leur matérialisation par une bande d'une largeur de 60 m s'avère être également pertinente.

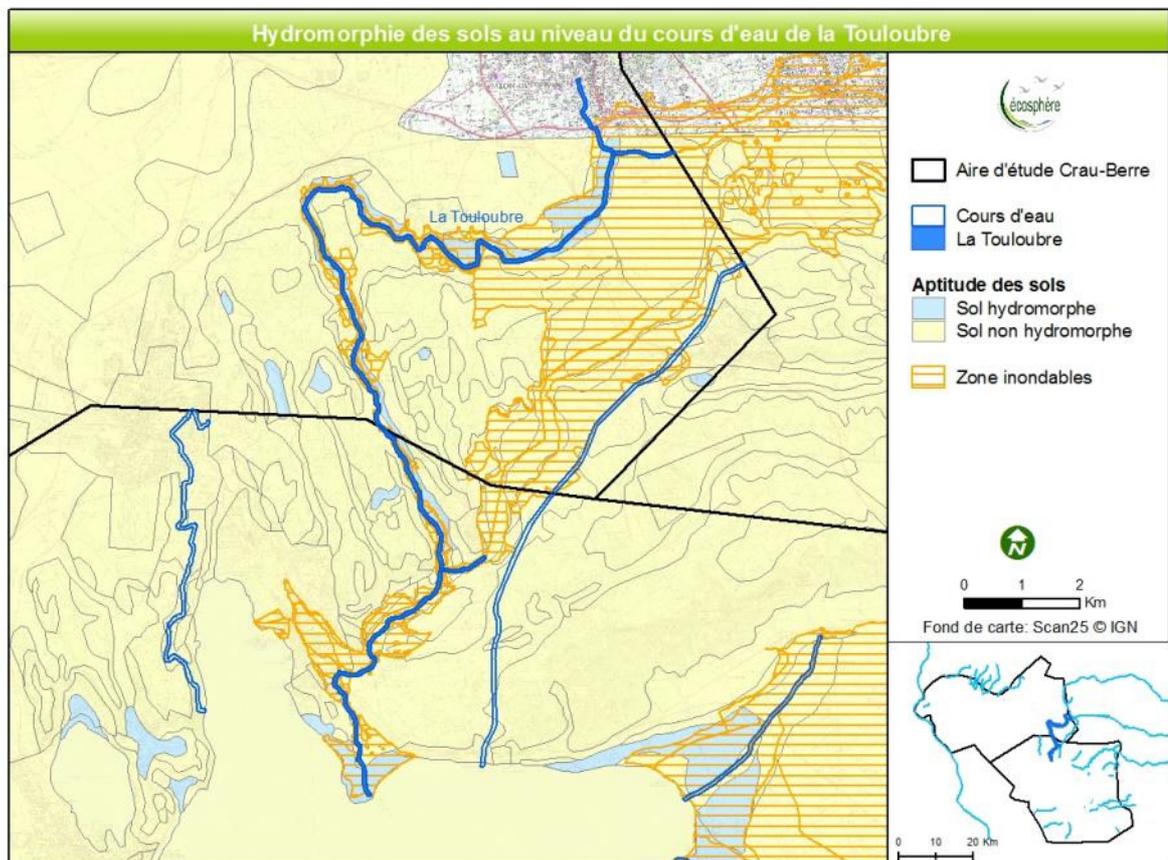
Les berges de l'Arc ne montrent aucune corrélation avec les sols hydromorphes et nécessitent d'autres analyses.

#### 4.1.6 Analyse du critère relatif à la répartition des zones inondables

##### La Touloubre

Le croisement des berges de cours d'eau et des données pédologiques avec l'atlas des zones inondables montre deux situations (cf. carte 10) :

- ✓ Lorsque l'axe fluvial de la Touloubre est encaissé et possède un faible degré de liberté on observe globalement une concordance entre la surface recouverte par les zones inondables et la largeur des berges de la Touloubre. D'une manière générale les zones inondables correspondent *de facto* à des sols hydromorphes.
- ✓ Lorsque l'axe fluvial de la Touloubre n'est pas encaissé le degré de liberté du cours d'eau est important et la différence entre la largeur des berges et la surface recouverte par l'atlas des zones inondables tend à augmenter. La part des sols non hydromorphes au sein de l'espace inondable augmente donc également. Ce cas se rapporte le plus souvent en contexte de plaine alluviale ou d'embouchure.



*Carte 10: hydromorphie des sols et zones inondables au niveau de la Touloubre*

##### L'Arc

La confrontation des berges de l'Arc avec l'atlas des zones inondables ne donne aucune corrélation. L'espace cartographié par l'atlas des zones inondables est beaucoup trop important par rapport à la largeur des berges. Le croisement du critère pédologique avec l'atlas des zones inondables ne donne par conséquent aucune corrélation compte tenu que les berges de l'Arc ne correspondent à aucun sol hydromorphe.

## **Font de Maure**

Aucune donnée concernant les zones inondables n'est disponible sur ce secteur. Le contexte fortement karstique du secteur pourrait expliquer l'absence de zones inondables.

### **4.1.7 Ajout de l'analyse de terrain et du critère habitats et espèces**

La phase terrain a consisté à prospecter des secteurs de berges sur les cours d'eau de la Touloubre et de l'Arc. Cette analyse permet d'identifier la végétation structurante des berges de ces cours d'eau où l'on reconnaît les habitats suivants :

- ✓ les ripisylves, formations boisées riveraines plus ou moins denses constituées pour majeure partie de Peuplier blanc (*Populus alba*), de Peuplier noir (*Populus nigra*), de Saule blanc (*Salix alba*), de Saule pourpre (*Salix purpurea*), de l'Orme champêtre (*Ulmus campestris*) etc.. Cet habitat est répertorié à l'annexe I de la Directive Habitat comme habitat d'intérêt communautaire.
- ✓ les cannaies à Canne de Provence (*Arundo donax*). Ces habitats qui caractérisent le plus souvent des milieux dégradés offrent un cortège floristique très pauvre en espèces.
- ✓ les roselières constituées par des phragmitaies à Roseau commun (*Phragmites communis*) et des typhaies à *Typha pl. sp*
- ✓ les prairies humides méditerranéennes hautes, situées en retrait des cours d'eau

Les secteurs des berges de cours d'eau prospectés sont caractérisés par une végétation hygrophiles tant au niveau des habitats que des espèces végétales. Néanmoins aucun relevé floristique ni phytosociologique n'a été effectué (en raison de la période phénologique inappropriée lors de la phase terrain) selon les critères méthodologiques retenus dans l'arrêté du 24 juin 2008.

### **4.1.8 Conclusion sur l'analyse des berges des cours d'eau**

Les diverses analyses ont montré la pertinence de la matérialisation des berges de cours d'eau par une zone tampon de part et d'autre de l'axe fluvial. La dimension de 60 m sur les cours d'eau de la Touloubre et du Font des Maures s'est avérée cohérente. Sur ces cours d'eau, le critère pédologique et hydromorphologique montre des corrélations significatives, notamment après recalage de l'axe fluvial afin de limiter les différences d'échelle cartographique entre les données pédologiques et hydrologiques.

Néanmoins les résultats concernant l'Arc viennent nuancer ce constat : dans la partie amont, l'Arc présente un espace alluvial restreint au niveau duquel les berges n'individualisent pas de zones humides notables. En revanche, dans la plaine de Berre, qui correspond à la section de la rivière et sa zone d'embouchure, l'espace alluvial et le degré de liberté de l'axe fluvial déterminent des zones hygrophiles de grande ampleur.

La matérialisation et la délimitation des berges doivent prendre en compte ce facteur et ainsi ne pas se restreindre en une largeur fixe sur la totalité de l'axe fluvial. Une sectorisation des berges de cours d'eau en fonction du contexte écologique et un raisonnement à plus petite échelle permettraient d'affiner leur délimitation.

Cette sectorisation peut être obtenue à l'aide de la superposition des données pédologiques, hydrologiques, hydromorphologiques, topographiques et, lorsqu'elles sont disponibles, les données relatives à la végétation.

## 4.2 Les prairies de Crau

### 4.2.1 Contexte

La plaine de la Crau forme un triangle de 52 000 ha délimité entre Arles, située à l'ouest, Salon de Provence à l'est et Fos sur Mer au sud.

Ce territoire qui correspond à l'ancien delta fossile de la Durance est recouvert par un épandage naturel de cailloutis grossiers installé sur un substrat plus ou moins argileux. Ces caractéristiques géopédologiques favorisent de nos jours la présence d'une végétation herbacée steppique comparable aux formations analogues distribuées dans les régions montagneuses d'Afrique du nord et d'Espagne.

Cette région est caractérisée par une sécheresse climatique et édaphique prononcée, où la présence d'un substrat imperméable s'oppose aux remontées d'eau en surface, malgré la proximité de la nappe. De plus aucun cours d'eau d'origine naturelle n'est présent sur ce territoire. La partie nord de la plaine aride a fait l'objet du développement d'activités agropastorales, notamment grâce à la création d'un ensemble de réseaux de canaux d'irrigation conséquent. L'irrigation des terres a permis l'implantation de prairies de fauches, qui donnent un fourrage appelé Foin de Crau qui est le seul aliment pour animaux à avoir obtenu une AOC et une AOP. La structure bocagère de ces prairies favorise la juxtaposition de plusieurs types de milieux (cultures, haies, canaux) et forme un maillage cohérent. La mise en valeur de ce territoire s'est traduite par un important limonage des terres (limons charriés via les eaux d'irrigation de la Durance).

### 4.2.2 Démarche de l'analyse

Pour permettre de statuer sur le caractère hydromorphe ou non des prairies de Crau la démarche repose sur :

- l'analyse pédologique du secteur
- le croisement entre les données pédologiques et la BD zone humide DDTM
- l'analyse par photo-interprétation des prairies de Crau
- l'analyse de terrain
- l'analyse de la composition floristique

Le contexte hydrographique et écologique singulier de la plaine de la Crau entraîne *de facto* une absence de données liée à l'hydrologie. Les seules données disponibles et pouvant être utilisées sur ce secteur sont :

- la carte pédologique vectorisée
- la BD ZH DDTM
- la BD TOPO SCAN 25

- la BD Ortho
- la carte de délimitation du foin de Crau

### 4.2.3 Statut de zone humide des parcelles de foin de Crau

#### Analyse du contexte pédologique

L'analyse pédologique de la plaine de la Crau fait apparaître une très forte dominante de sols non hydromorphes appartenant aux classes 5 b et 4a. Les sols hydromorphes pris en compte par l'arrêté de 2009 sont très dispersés sur ce territoire. Globalement le secteur le plus représentatif des sols hydromorphes correspond au complexe hygrophile des marais de Meyranne et des Chanoines localisés à l'extrême ouest de la plaine de la Crau. Les autres sols hydromorphes se localisent très ponctuellement au nord de la Crau (secteur de Saint-Martin-de-Crau) et à l'extrême est (Salon de Provence).

#### Répartition des sols hydromorphes dans le grand espace humide de la plaine de Crau

Dans la base de données des zones humides des Bouches du Rhône actuelle, la plaine de la Crau fait en partie l'objet de la délimitation d'un grand espace humide. Les données pédologiques pour cette catégorie correspondent aux classes d'aptitudes des sols dominantes sur la plaine de la Crau à savoir les classes 5b et 4a. Rappelons que la classe 4a peut individualiser localement des faciès à caractère d'hydromorphie, mais les sols de cette catégorie ne sont pas considérés comme hydromorphes au sens de l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009.

Les entités cartographiées (pédologiques et grands espaces humides) sont de très grande taille et ne sont pas à l'échelle de la dimension des prairies de Crau. Certaines parcelles de foin de Crau identifiées par photo-interprétation se retrouvent dans la majeure partie des cas sur les sols de la classe 4a pouvant présenter un caractère hydromorphe et sur les sols de la classe 5 b totalement exclu d'un caractère hydromorphe.

Le croisement des données pédologiques avec les données relatives à la répartition des zones humides n'est donc pas pertinent pour la délimitation des secteurs hydromorphes de prairies de foin de Crau.

Quatre situations ressortent de l'analyse :

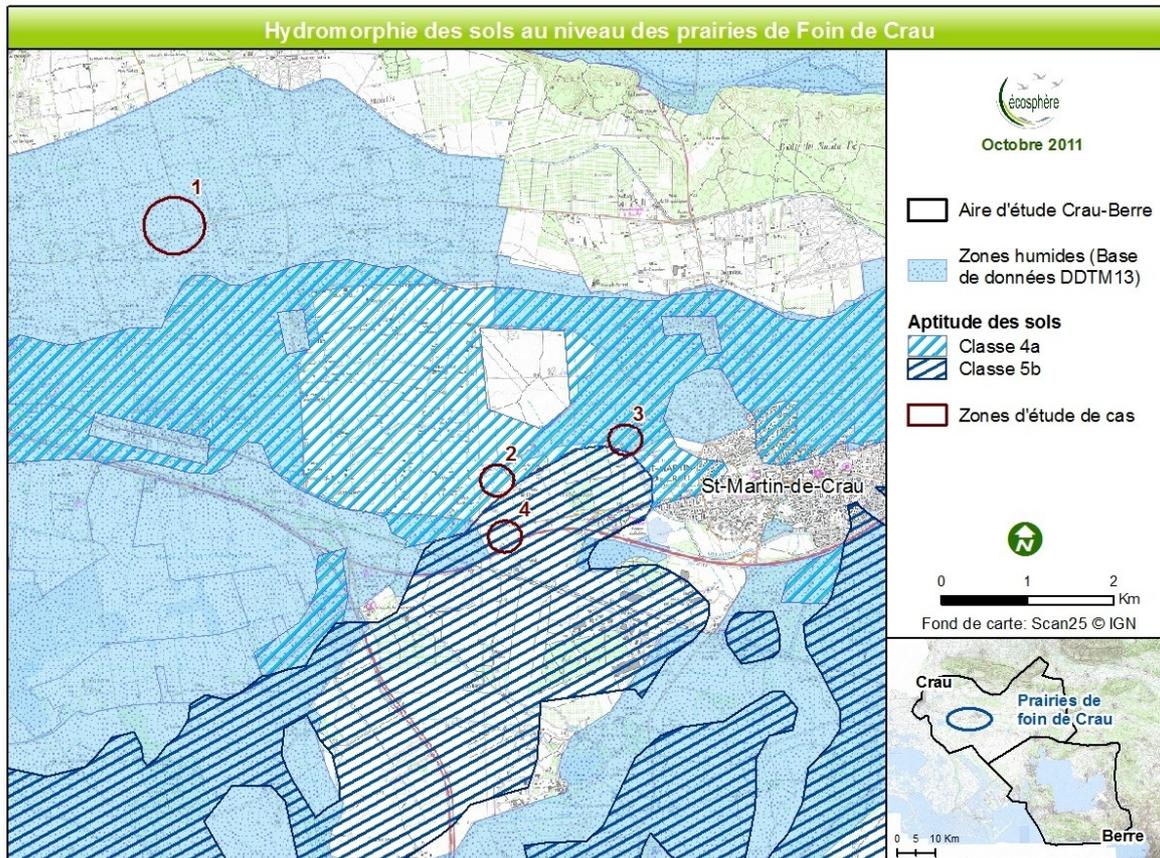
- a) prairies de foin de Crau dans une zone humide potentielle (grand espace humide), sur sol strictement non hydromorphe (5b),
- b) prairies de foin de Crau sur sols de la classe 4a non référencés en zone humide,
- c) prairies de foin de Crau sur zone humide potentielle (grand espace humide) sur sols de la classe 4a,
- d) prairies de foin de Crau hors zone humide potentielle (grand espace humide) sur sol strictement non hydromorphe (5b).

Ces 4 cas de figure sont retenus pour une phase de test sur le terrain afin de permettre d'identifier des descripteurs qui pourraient amener à statuer sur le caractère hydromorphe des prairies de foin de Crau.

## Analyse de terrain

La localisation des zones prospectées en fonction des 4 cas de figures retenus est indiquée sur la carte 11.

N.B : les zones retenues pour le terrain se trouvant en propriété privée, il n'a été possible dans certain cas d'analyser les critères qu'en bordure de parcelles.



Carte 11 : localisation des zones prospectées dans la plaine de la Crau

La zone n°1 correspond à la situation a : prairies de foin de Crau dans une zone humide potentielle (grand espace humide), sur sol strictement non hydromorphe (5b). Les parcelles de foin de Crau sont délimitées par un réseau de haies, où l'on reconnaît :

- les haies arborescentes à vocation naturelle composées majoritairement par le Frêne à feuille étroite (*Fraxinus oxyphylla*), et le Peuplier noir (*Populus nigra*)
- les haies arborescentes plantées, composées principalement de Peuplier noir, de Cyprès et de Saule blanc
- les haies herbacées dominées majoritairement par les cannaies à Canne de Provence

Les canaux et leurs bordures sont colonisés par des espèces aquatiques et hygrophiles (*Cyperus sp.*, *Alisma plantago-aquatica* etc.).

La zone n°2 se rapporte au cas de figure b : prairies de foin de Crau sur sols de la classe 4a non référencés en zone humide. Sur le terrain, les descripteurs écologiques ne livrent pas d'indicateurs

d'hydromorphie nette : le réseau de haies constitué de boisements ligneux n'est pas caractérisé par une végétation à dominante hygrophile.

La zone n° 3 correspond au cas de figure c : prairies de foin de Crau sur zone humide potentielle (grand espace humide) sur sols de la classe 4a. Même si elle présente quelques boisements naturels dominés par des essences hygrophiles comme le Peuplier blanc, le Peuplier noir *etc.*, la végétation de ce secteur n'est pas caractérisée par une trame hygrophile.

La zone n°4 correspond au cas de figure d : prairies de foin de Crau hors zone humide potentielle (grand espace humide) sur sol strictement non hydromorphe (5b) et ne présente pas d'indicateur écologique hygrophile (absence de végétation caractéristique). On observe par contre la présence de quelques individus de Pin d'Alep qui caractérise les milieux xérophiles. Les haies sont dominées par le Cyprès.

Les deux zones cartographiées comme grands espaces humides (1 et 3) présentent une végétation marquée par quelques espèces pouvant être qualifiés d'hygrophiles. Cependant la trame globale n'est pas caractéristique de milieux humides. La zone 4, non cartographiée en zone humide et se localisant sur sol strictement non hydromorphe présente une végétation xérophile.

#### Analyse du critère floristique (espèces et habitat) des prairies de foin de Crau

Les prairies de fauches de Crau sont rattachées sur le plan phytosociologique à l'alliance de l'*Arrhenatherion s.s* et correspondent à l'habitat des Prairies des plaines médio-européennes à fourrage selon la terminologie typologique Corine Biotope. Il s'agit d'un habitat naturel d'intérêt communautaire au sens de la directive habitats : habitat 6510 - Prairies maigres de fauche de basse altitude (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)

Cet habitat est référencé dans la liste des habitats caractéristiques des zones humides fixée par l'arrêté du 24 juin 2008 avec la mention *pro parte*. La présence de cet habitat ne peut amener à conclure sur la nature humide de la zone considérée. Une expertise pédologique ou floristique en prenant en compte les espèces végétales doit être réalisée conformément aux modalités stipulées dans l'arrêté. Concernant la composition floristique des groupements, la dominante des espèces semées conformément aux prescriptions de l'AOC ne contiennent pas d'espèces nettement hygrophiles. Les indicateurs végétaux doivent être recherchés en bordure ou dans les cortèges d'espèces compagnes.

Les espèces des prairies et des milieux connexes (canaux, haies, milieux interstitiels) doivent être inventoriées selon la méthodologie décrite au sein de l'arrêté.

#### **4.2.4 Conclusion sur le statut des zones humides de la plaine de Crau**

Compte tenu de la très forte représentativité des sols non hydromorphes ainsi que des entités cartographiées comme grands espaces humides, le croisement entre le critère pédologique et les données relatives aux zones humides n'apparaît pas pertinent pour statuer sur la délimitation des prairies de Crau en zone humides.

L'analyse ne permet pas d'établir de corrélations significatives entre le critère pédologique, floristique (espèces végétales et habitats) et les zones humides identifiées.

Afin de statuer sur le caractère hydromorphique des prairies de foin de Crau il conviendrait de réaliser des profils pédologiques sur un échantillonnage représentatif et d'effectuer un examen floristique approfondi (relevé floristique exhaustif dans les prairies et les milieux connexes) couplé à une caractérisation des habitats naturel à la période phénologique optimale.

## 4.3 Les prairies de la plaine de la Touloubre

### 4.3.1 Contexte

Les prairies de la plaine de la Touloubre sont comparables d'un point de vue physiologique à celles de Crau et sont dominées par diverses graminées, composées et légumineuses mais ne jouissent pas d'une Appellation d'Origine Contrôlée. Ces systèmes possèdent en outre le même fonctionnement puisqu'elles sont irriguées par des canaux et bordées par diverses haies. Cependant à la différence des prairies de Crau, certaines parcelles des prairies de la plaine de la Touloubre se retrouvent en contexte alluvial et bénéficient donc des apports hydrologiques latéraux de cette rivière, mais également des apports hydrologiques verticaux liés à la proximité de la nappe.

### 4.3.2 Démarche de l'analyse

Sur le secteur de la plaine de la Touloubre, aucune zone humide n'est inventoriée dans la base de données. La méthodologie employée pour cette étude de cas repose sur une analyse par photo-interprétation d'un échantillon considéré comme des prairies humides potentielles. Les contours des parcelles de prairies humides dégagées par cette phase analytique sont vectorisés. Celles-ci sont confrontées aux diverses données permettant de renseigner sur l'hydromorphie du secteur : données pédologiques, données issues de l'atlas des zones inondables, berges de cours de d'eau etc.

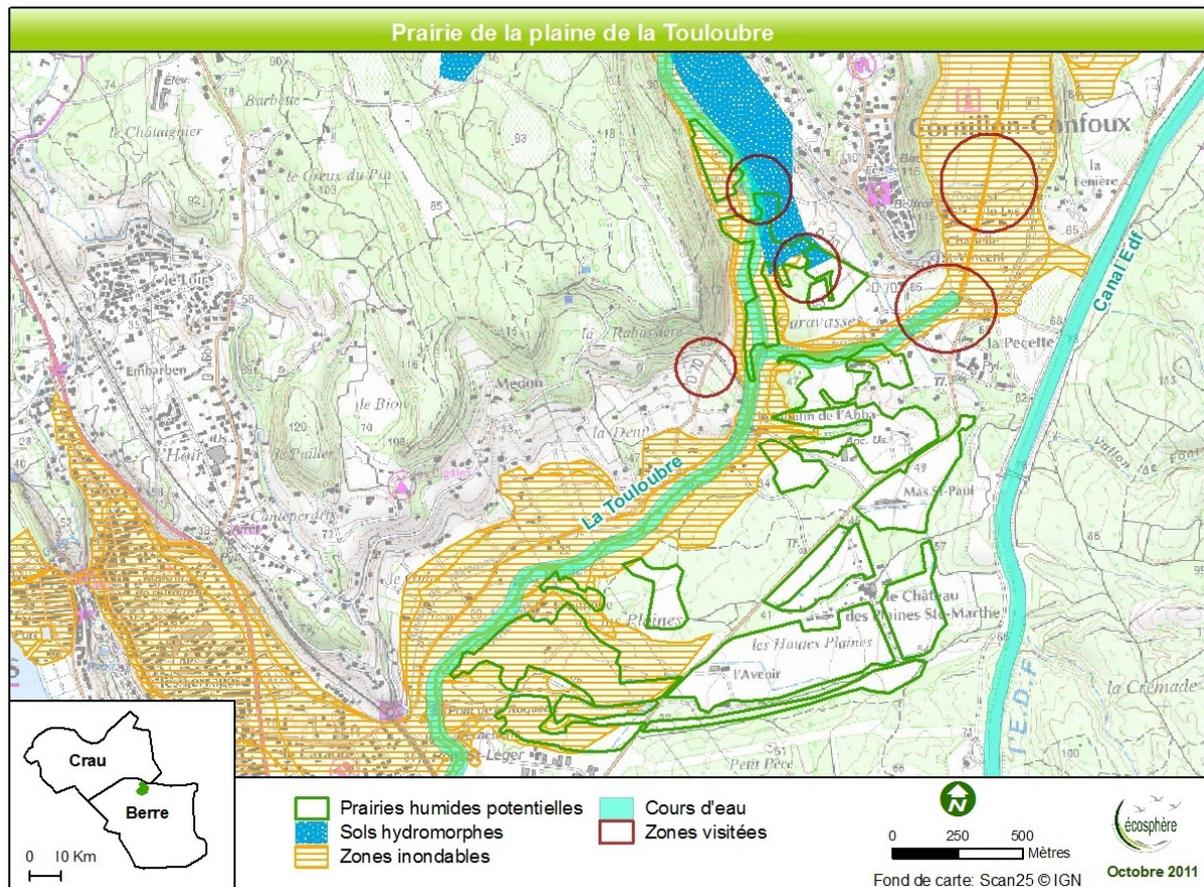
Une phase de terrain est ensuite engagée sur une partie du secteur d'échantillonnage afin de vérifier la photo-interprétation, d'apprécier l'organisation structurale et spatiale du secteur et des divers assemblages qui le composent notamment en termes de végétation.

### 4.3.3 Résultats

#### Analyse du contexte pédologique

L'analyse par photo-interprétation a dégagé un total de 100,2 ha de prairies potentiellement humides incluses dans un secteur que nous considérons comme un échantillonnage représentatif de la plaine de la Touloubre. Seulement 3 ha correspondent à des sols hydromorphes représentés par la classe 2. Ces secteurs de prairies humides sont localisés à proximité immédiate du lit mineur des cours d'eau comme la Touloubre et par conséquent elles sont installées sur les berges alluviales.

Le critère pédologique analysé de manière séparée ne permet pas de statuer sur le caractère hydromorphe des prairies sélectionnées.



Carte 12 : contexte hydromorphique des prairies de la plaine de la Touloubre

### Analyse hydrologique et hydromorphologique

L'analyse comparative entre la localisation des prairies potentiellement humides dégagées lors du traitement par photo-interprétation, les données pédologiques et l'atlas des zones inondables sur le secteur de la Touloubre est hétérogène.

On note une concordance entre les parcelles identifiées en prairies humides, les sols hydromorphes et les données liées à l'atlas des zones inondables, se localisant dans le secteur aval de Cornillon-Confoux, en rive gauche de la Touloubre. Une analyse prenant en compte la carte topographique montre d'une manière globale que ces zones sont situées à une altitude maximale d'environ 35 m. Au-delà de 35 m, aucune zone pour ce secteur aval de Cornillon-Confoux n'a été identifiée en zones inondables.

### Analyse de terrain

Les secteurs ayant fait l'objet de visite de terrain sont localisés également en carte n° 12.

L'analyse de terrain fait apparaître un gradient hydromorphique représenté schématiquement par un axe est-ouest correspondant aux zones amonts et avales de Cornillon-Confoux. Ainsi les secteurs en aval situés en rive gauche de la Touloubre apparaissent être plus humides que les secteurs en amont mais également ceux situés en rive droite. En effet les descripteurs liés à l'organisation de l'espace, la physionomie de la végétation et la trame végétale dominante permettent d'établir cette analyse. Par exemple plus les boisements qui délimitent les parcelles de prairies sont proches du cours d'eau plus ils sont caractéristiques de groupements mésohygrophiles à hygrophiles et peuvent se rattacher aux

ripisylves. Inversement plus les secteurs sont éloignés du cours d'eau ou de la nappe, plus ces boisements vont présenter un cortège xérophile.

Cette analyse de terrain vient corroborer les analyses précédentes basées essentiellement sur les critères hydromorphologiques (zones inondables) et topographiques.

### Conclusion

La prise en compte simultanée des données pédologiques, hydrologiques, hydromorphologiques, topographiques ainsi que les données liées à la végétation (espèces végétales et habitats) montrent donc un gradient hydromorphique. Ce gradient hydromorphique permet d'établir une zonation cartographique des secteurs potentiellement les plus hydromorphes mais ne permet pas de statuer précisément sur la répartition des prairies hydromorphes et des prairies non hydromorphes.

Il conviendrait comme pour les prairies de Crau de réaliser des profils pédologiques sur un échantillonnage représentatif des prairies de la plaine de la Touloubre et d'effectuer un examen floristique approfondi couplé à une caractérisation des habitats naturels à la période phénologique optimale.

## 4.4 Les prairies de la plaine de Berre

### 4.4.1 Contexte

Les prairies de la plaine de Berre sont comparables d'un point de vue physiologique à celles de la Touloubre. Ces systèmes possèdent en outre le même fonctionnement puisqu'elles sont irriguées par des canaux et bordées par diverses haies. Les prairies de la plaine de Berre se retrouvent également en contexte alluvial et bénéficie donc des apports hydrologiques latéraux de l'Arc mais aussi des apports hydrologiques verticaux liés à la proximité de la nappe.

### 4.4.2 Démarche de l'analyse

Pour permettre de statuer sur la délimitation des prairies de la plaine de Berre la démarche repose sur :

- l'analyse pédologique du secteur
- le croisement entre les données pédologiques et la BD zone humide DDTM
- l'analyse par photo-interprétation
- l'analyse hydrologique et hydromorphologique
- l'analyse de terrain
- l'analyse de la composition floristique

La démarche méthodologique employée pour cette étude de cas est la même que pour l'étude des prairies de la Touloubre, sans toutefois avoir recours à la vectorisation d'un échantillonnage des parcelles de prairies identifiées par photo-interprétation.

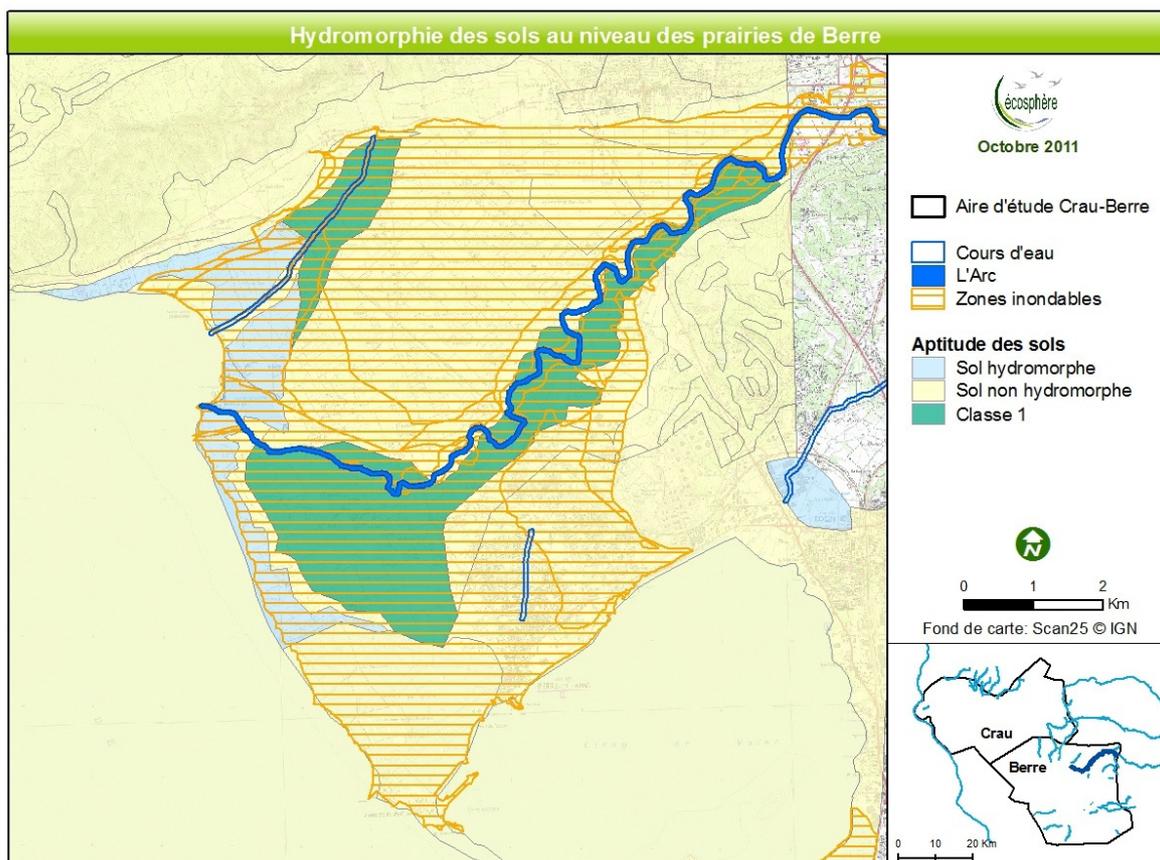
### 4.4.3 Résultats

#### Analyse du contexte pédologique

L'analyse pédologique de la plaine de Berre montre que les sols hydromorphes se localisent de manière quasi exclusive en bordure de l'Etang de Berre. Cette plaine traversée par l'Arc est composée majoritairement par des structures pédologiques d'origine alluviale ou calcimagnésiques non hydromorphes.

#### Confrontation entre données pédologiques et limites des zones humides

En dehors des berges de l'Etang de Berre qui sont répertoriées en zones humides soit de catégorie substantielle, soit de catégorie potentielle modérée, une seule catégorie de zones humides est référencée dans la plaine Berre et correspond aux grands espaces humides qui couvrent d'importantes superficies. Les données pédologiques pour cette catégorie correspondent aux classes d'aptitude des sols 1 (classe dominante), 5a, 3, 7a et 4b. La totalité des sols hydromorphes (3 et 7a) est contenue dans l'entité des grands espaces humides.



*Carte 13 : hydromorphie des prairies de la plaine de Berre*

#### Analyse hydrologique et hydromorphologique

Le croisement des données entre les zones humides et l'atlas des zones inondables montre des corrélations significatives. On observe également des corrélations entre la distribution des sols hydromorphes et l'atlas des zones inondables.

### Analyse de la répartition spatiale de la végétation

Les observations de terrain ont permis de renseigner l'organisation structurale et spatiale des formations végétales dominantes. Par exemple, les parcelles agricoles peuvent être conduites en systèmes viticoles, en prairies de fauches, en cultures de luzerne, ou laissées en friches. Les formations naturelles herbacées s'organisent en différents types de prairies plus ou moins hygrophiles. Les formations arbustives peuvent se structurer autour de cannaies à cannes de Provence, de phragmitaies etc. Les formations arborescentes sont de type ripisylve dans le lit majeur de l'Arc.

La végétation dans les secteurs ciblés pour l'analyse montre une relation étroite avec la topographie. En effet dans les zones de très basses altitudes, inférieures à 5 m, les observations de terrain montrent que la végétation hygrophile est fortement développée. Les divers assemblages de communautés végétales caractéristiques de zones humides identifiées correspondent majoritairement à des roselières, à des prairies humides méditerranéennes hautes comme les scirpaies à *Scirpoides holoschoenus* etc. Ces habitats peuvent néanmoins offrir une plus large répartition lorsqu'ils se retrouvent dans l'espace alluviale de l'Arc où d'autres formations caractéristiques de zones humides sont présentes comme les ripisylves à peupleraies et saulaies ou encore les cannaies. Dans ce cas le critère topographique peut être rehaussé à des altitudes plus élevées.

### Conclusion

Sur le plan pédologique la plaine de Berre est caractérisée par une dominante de sols non répertoriés comme hydromorphes. Les sols hydromorphes sont localisés en bordure de l'Etang de Berre.

Le croisement entre les données hydrologiques, hydromorphologiques ainsi que la répartition des zones humides montrent des corrélations significatives.

La prise en compte de la répartition de la végétation caractéristique de zones humides en fonction des courbes de niveaux peut s'avérer être un élément judicieux afin de statuer sur la délimitation d'un espace humide.

## 4.5 Le marais des Baux

Le marais des Baux à l'échelle du grand site représente un vaste territoire délimité par le prolongement du massif des Alpilles au nord et la plaine de la Crau au sud. Ce territoire correspond à un véritable écosystème de zones humides qui alternent avec des milieux plus xérophiles et qui offre ainsi une mosaïque dont les divers assemblages sont dépendants de conditions hydrologiques et hydromorphologiques bien différentes. Le fonctionnement écologique complexe de ce secteur exige de contextualiser à micro-échelle. En effet l'analyse SIG par croisement des données pédologiques et des zones humides montre, dans ce cas, ses limites et ne permet pas de conclure sur une proposition de délimitation du secteur en zone humide.

Le document le plus abouti à ce jour afin de répondre aux objectifs de délimitation du marais des Baux reste l'étude réalisée par la DDTM en collaboration avec l'Université de Provence : « *Vers une méthodologie pour la délimitation des zones humides conformément à l'arrêté du 24 juin 2008* ».

## 4.6 Critères de délimitation de zones humides particulières

### 4.6.1 Les salins de Berre

Bien que d'origine artificielle et en exploitation, les salins de Berre sont caractérisés par :

- la présence de sols salsodiques, indicateurs sans conditions de zones humides,
- le développement en marge des tables salantes de végétations halophiles indicatrices de zones humides au sens de l'arrêté.

Dès lors, la zone des salins de Berre doit être intégrée à l'inventaire des zones humides des Bouches du Rhône.

### 4.6.2 Les laurons

La remontée d'eaux froides en provenance de la nappe caractérise certaines zones humides des Bouches du Rhône. C'est le cas notamment :

- de la limite occidentale de la plaine de la Crau, en transition avec la dépression du Vigueirat,
- des résurgences d'eaux froides qui alimentent le marais des Baux

Ces laurons constituent des systèmes de très petite surface, quelque fois réduits à quelques m<sup>2</sup>, qui échappent aux méthodes cartographiques habituelles. Leur très petite taille ne permet pas toujours de les distinguer sur les orthophotoplans, même à grande résolution. En outre, ces résurgences se situent souvent au sein de zones marécageuses pourvues de végétations développées (marais à marisque par exemple). Ce couvert végétal parfois dense contribue à masquer la répartition des laurons de plus petite taille.

Ces milieux particulièrement originaux hébergent des peuplements végétaux du plus grand intérêt, dans lequel subsistent des espèces d'affinité montagnardes ou médio-européennes (reliques alpines). Haut lieu de la biodiversité provençale, ils méritent d'être pris en compte dans l'inventaire des zones humides du département, mais leur cartographie précise n'est pas envisageable sans campagnes de terrain précises.

Il convient de noter que les zones de présence de ces laurons sont elles mêmes identifiées comme des zones humides substantielles. Plusieurs de ces zones sont inscrites dans le périmètre du site d'intérêt communautaire n°9301596 : marais de la vallée des Baux et marais d'Arles. Les cartographies d'habitats et les documents réalisés dans le cadre de la réalisation du Document d'Objectifs de ce site pourront constituer une source d'information sur la répartition des laurons dans l'aire Crau-Berre.

### 4.6.3 Les mares temporaires

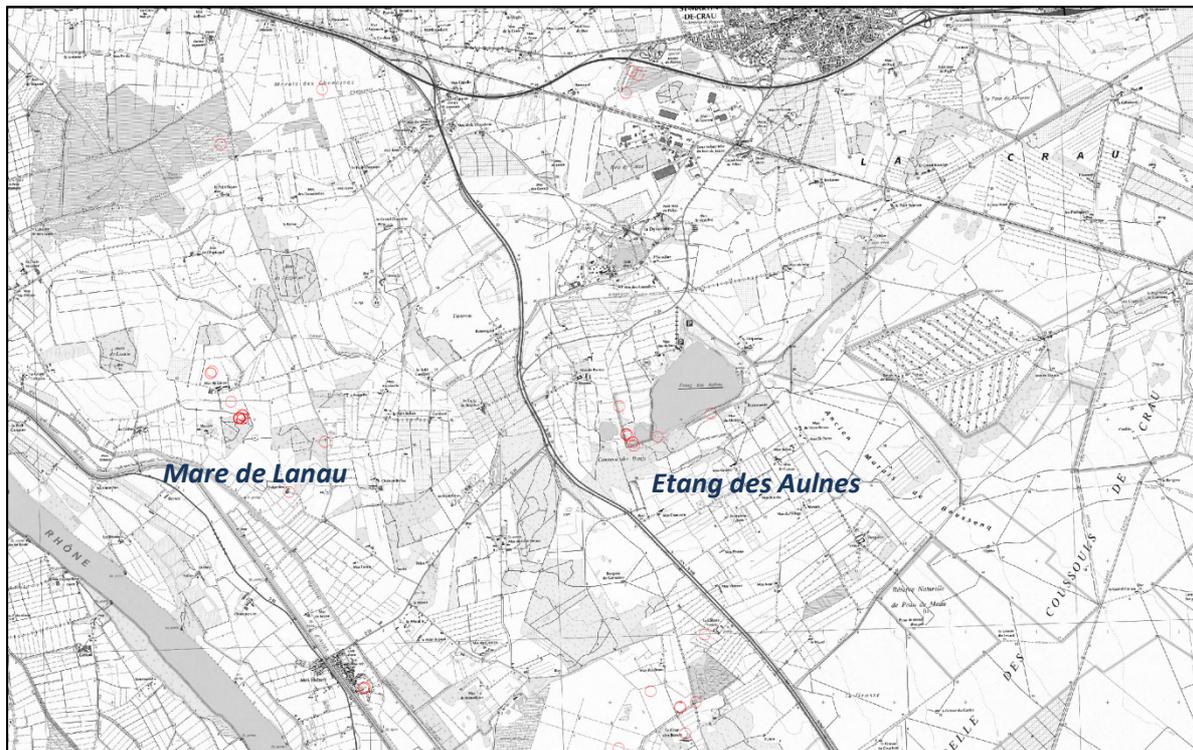
Les mares temporaires méditerranéennes figurent parmi les écosystèmes les plus riches et les plus sensibles de la région PACA. Dépendants de l'alternance de périodes d'inondation et de périodes d'assez, ces milieux ne se développent généralement pas sur des sols hydromorphes, sauf lorsque la microtopographie permet des battements de nappe localement analogues aux variations

d'alimentation par les eaux de pluie (réseaux de mares temporaires au sein des prairies humides de la Crau humide par exemple).

Comme pour les laurons, les mares temporaires constituent des milieux de très petite taille n'autorisant pas une délimitation pertinente au moyen d'une photo interprétation. En outre, l'absence de sols hydromorphes ne permet pas d'utiliser les données relatives à la pédologie, ni les images IR qui ne traduisent pas toujours correctement les situations d'hydromorphie temporaire.

Pour ces milieux, l'utilisation du critère floristique peut s'avérer pertinent. En effet, une part des espèces les plus prestigieuses de la flore provençale s'y maintient et ces espaces ont toujours suscité l'intérêt des botanistes. Les bases de données floristiques sont bien renseignées pour ces espèces, qui ont pour certaines au moins fait l'objet de prospections ciblées.

A titre d'exemple, la carte suivante indique la distribution des stations de **8 espèces caractéristiques de mares temporaires méditerranéennes** : *Lythrum thymifolium*, *Damasonium polyspermum*, *Pulicaria vulgaris*, *Teucrium aristatum*, *Myosurus minimus* et *Mentha cervina*. Ces données sont issues de requêtes réalisées dans la base de données SILENE, développée et gérée par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles et Conservatoire Botanique National Alpin sur le territoire des régions PACA et LR.



La distribution des stations de ces espèces matérialise très bien la mare de Lanau ou les mares temporaires qui bordent l'étang des Aulnes, deux secteurs reconnus pour l'intérêt du patrimoine floristique.

Cet exemple montre tout l'intérêt de l'utilisation des données floristiques dans la phase de recherche de la répartition des zones humides.

## 5 PRECONISATIONS POUR LA FINALISATION DE L'INVENTAIRE

Dans le cadre de l'étude conduite sur le périmètre Crau-Berre, la nomenclature utilisée dans les cartes d'aptitudes des sols (SDAR 1972) a été mise en concordance avec la nomenclature de référence utilisée dans l'arrêté ministériel du 1<sup>er</sup> octobre 2009.

La mise en concordance des référentiels pédologiques a motivé la vectorisation des cartes d'aptitudes des sols et a permis *de facto* la constitution d'une base de données SIG relative à la distribution des différentes unités de sols cartographiées. Cette base de données a permis de confronter, dans l'aire Crau-Berre, le critère pédologique aux données relatives aux zones humides inventoriées, mais également aux données relatives à l'hydrographie, à l'hydrologie (zones inondables), à la topographie *etc.*

Cette base de données SIG constitue un outil d'aide à la décision permettant d'identifier des zones humides potentielles sur la base de la présence de sols hydromorphes tels qu'ils figurent sur la cartographie du SDAR (1972). Elle contribue aussi à la délimitation de zones humides substantielles ou fortement potentielles dans les grandes unités actuellement peu détaillées. En effet, **la très grande majorité des sols hydromorphes se distribue dans la catégorie de zones humides substantielles et les meilleurs taux de concordances sont obtenus avec les classes 7.5 B, 7a, et 1.5. D'après l'analyse, ces classes seraient donc des indicateurs hydromorphes fiables pour la détection de zones humides.**

L'opportunité de disposer d'une carte pédologique réalisée sur l'ensemble des Bouches-du-Rhône justifie d'extrapoler la démarche à tout le département. L'échelle de création de la carte pédologique et l'ancienneté de sa réalisation (près de 40 ans) fixent des limites certaines à l'utilisation de ces seules données. En outre, la délimitation précise des zones humides est toujours un exercice difficile, du fait de la nature même de ces milieux (gradients de mésophilie entre milieux aquatiques et les milieux secs périphériques, variations saisonnières...) et de leur taille souvent réduite.

Le recours aux données pédologiques constituera une analyse préalable, qui devra être complétée par l'ensemble des autres données : données hydrographiques, hydrologiques, topographiques et floristiques (espèces végétales et habitats) notamment.

Pour l'ensemble du département, l'utilisation des données peut être organisée comme suit :

1 : numérisation de l'ensemble de la carte d'aptitude pédologique, avec attention particulière portée sur les sols des classes 7.5 B, 7a, et 1.5.

Les entités identifiées font l'objet d'une photo-interprétation visant à évaluer leur niveau d'artificialisation : l'extension des zones d'activité durant les dernières décennies a pu entraîner la disparition d'une partie des zones humides liées à la présence de sols hydromorphes. Les zones potentielles sélectionnées font l'objet d'une validation de terrain.

2 : les sols de la classe 4a peuvent montrer localement des traces d'hydromorphie. Les parcelles correspondant à la répartition des sols de cette classe sont identifiées.

Les indicateurs de présence de zones humides sont recherchés à partir :

- de la BD topo (identification des figurés relatifs aux zones humides, topographie, toponymie...),
- des photographie aériennes (BD Ortho et clichés IR),

- des données relatives aux espèces floristiques recensées sur ces parcelles (requêtes dans la base de données SILENE).

Les parcelles montrant des potentialités de présence de zones humides font l'objet d'une analyse de terrain, visant à en assurer la délimitation et la caractérisation, si une telle zone est confirmée.

3 : la recherche de zones humides dans des situations qui ne sont pas traduites par la carte d'aptitude des sols de 1972 est réalisée à partir d'une analyse des données géographiques et cartographiques existantes :

- BD Ortho et clichés IR,
- BD topo, pertinente pour la cartographie des ripisylves,
- Atlas des zones inondables (DREAL PACA)
- Cartographies des habitats naturels réalisés dans le cadre de la réalisation des Documents d'objectifs des sites d'intérêt communautaire,
- Bases de données floristiques (SILENE)

Les bases de données floristiques sont utilisées pour rechercher des assemblages d'espèces indicateurs des différents types de zones humides. A titre d'exemple :

- la proximité de stations de *Phragmites australis*, *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*, *Juncus articulatus*, *Schoenoplectus tabernaemontani*, *Scirpus maritimus* etc. indique le développement d'une roselière. La présence d'une seule de ces espèces dans une base de données n'indiquerait pas nécessairement la présence d'une zone humide ;

- pour caractériser la présence de prairies humides, les requêtes pourront porter sur des espèces comme *Anacamptis laxiflora*, *Cirsium monspessulanum*, *Molinia coerulea*, *Sanguisorba officinalis*, *Oenanthe fistulosa*, *Anagalis tenella*, etc.

Chaque type de zone humide pourra être caractérisé préalablement par un cortège d'espèces indicatrices sur lesquelles porteront les requêtes.

4 : la recherche de zones humides associées aux berges des cours d'eau.

En complément de la cartographie des ripisylves, les berges seront traitées en priorité grâce au concours des cartographies d'habitats naturels (Durance notamment). Pour les cours d'eau ne disposant pas de cartographies d'habitats, les berges seront matérialisées au préalable par une analyse géomorphologique des lits mineur et moyen, puis par une photo-interprétation, qui orientera les validations de terrain.

4 : cartographie des zones particulières de l'aire Crau-Berre

Les prairies de Crau : l'analyse réalisée montre que le croisement entre le critère pédologique et les données zones humides n'apparaît pas pertinent pour statuer sur la délimitation des prairies de Crau en zones humides. Afin de statuer sur le caractère hydromorphique des prairies de foin de Crau il conviendrait de réaliser des sondages pédologiques sur un échantillonnage représentatif et d'effectuer un examen floristique approfondi (relevés floristiques exhaustifs **dans les prairies et les milieux connexes**) couplé à une caractérisation des habitats naturels à la période phénologique optimale.

Les prairies de la Touloubre : la prise en compte synchrone des données pédologiques, hydrologiques, hydromorphologiques, topographiques ainsi que les données liées à la

végétation (espèces végétales et habitats) permet l'établissement d'une zonation cartographique des secteurs potentiellement les plus hydromorphes en fonction de l'identification d'un gradient hydromorphique. Les zones hydromorphes se distribueraient pour les secteurs en aval de Cornillon-Confoux selon une cote altitudinale maximale de 35 m. En revanche comme pour les prairies de Crau l'analyse ne permet pas de statuer précisément sur la répartition des prairies hydromorphes et des prairies non hydromorphes. Afin d'apprécier l'impact de l'irrigation sur les sols, la réalisation de profils pédologiques sur un échantillonnage représentatif des prairies de la plaine de la Touloubre pourrait permettre une délimitation à micro-échelle des secteurs hydromorphes. Une analyse floristique et phytosociologique conduite selon les préconisations de l'arrêté pourrait permettre de discriminer les prairies des secteurs alluviaux.

Les prairies de Berre : La prise en compte du critère pédologique dans le secteur de la plaine de Berre n'est pas pertinente. Par contre l'ampleur des zones inondables dans ce secteur d'embouchure conduit à s'appuyer sur les données hydrologiques et hydromorphologiques. Ainsi le croisement de ces données avec la répartition des zones humides montre des corrélations significatives. L'analyse structurale et spatiale des communautés végétales montre une relation étroite entre la topographie et la répartition de la végétation. La prise en compte de la répartition des communautés végétales caractéristiques de milieux hygrophiles en fonction des courbes de niveaux peut s'avérer judicieuse afin de statuer sur la délimitation d'un espace humide.

Le marais des Baux : Le fonctionnement écologique complexe de ce secteur exige de contextualiser à micro-échelle et l'analyse n'a pas permis d'aboutir à un résultat plus détaillé en comparaison des études réalisées antérieurement sur cet écosystème.