



# Etat écologique initial des étangs et marais des salins de Camargue

**Secteur des salins et anciens salins**

*Février 2012*



**Conservatoire  
du littoral**





# Etat écologique initial des étangs et marais des salins de Camargue

## Secteur des salins et anciens salins

Cette étude a été conduite à la demande du *Parc Naturel Régional de Camargue*, en partenariat avec le *Conservatoire du Littoral* et avec le soutien financier de la *Fondation MAVA*. Elle a été réalisée par le *Centre de recherche de la Tour du Valat*, avec la collaboration technique de l'*Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage*.



**Remerciements :** La *Tour du Valat* remercie le groupe *Salins* pour l'autorisation d'accès sur les secteurs de la zone d'étude qui sont leur propriété.

**Coordination de l'étude :** Marc Thibault, Patrick Grillas.

### Contributions :

*Milieux aquatiques :* Jean-Baptiste Mouronval (ONCFS), Antoine Arnaud, Arnaud Béchet, Marc Thibault, Hannah Cubaynes.

*Habitats et végétation terrestres :* Nicole Yavercovski, Nathalie Patry, Loïc Willm.

*Amphibiens et reptiles :* Anthony Olivier, Antoine Arnaud.

*Avifaune :* Michel Gauthier-Clerc, Marc Thibault (évaluation patrimoniale), Arnaud Béchet, Thomas Blanchon, Yves Kayser.

*Mammifères :* Marc Thibault.

Référence : Tour du Valat (2012). *Etat écologique initial des étangs et marais des salins de Camargue – Secteur des salins et anciens salins*. Rapport pour le *Parc Naturel Régional de Camargue* et le *Conservatoire du Littoral*. 211 pp + annexes.





# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>10</b>
<b>1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....</b>	<b>12</b>
1.1. LOCALISATION ET LIMITES .....	12
1.2. CARACTERISTIQUES GENERALES .....	16
1.3. MILIEU PHYSIQUE.....	16
1.3.1. <i>Le climat</i> .....	16
1.3.2. <i>Evolutions probables du climat (GIEC, 2007)</i> .....	18
1.3.3. <i>Géologie, géomorphologie et pédologie</i> .....	19
1.3.3.1. Géologie et géomorphologie.....	19
1.3.3.2. L'évolution récente du littoral.....	25
1.3.3.3. Pédologie.....	28
1.4. EVOLUTION RECENTE DE LA ZONE D'ETUDE.....	28
<b>2. ETAT ECOLOGIQUE INITIAL AVANT LES AMENAGEMENTS SALICOLES.....</b>	<b>28</b>
2.1. MATERIEL ET METHODES .....	28
2.2. RESULTATS.....	30
2.2.1. <i>Caractéristiques générales et évolution globale de la zone d'étude</i> .....	30
2.2.2. <i>Les étangs</i> .....	35
2.2.2.1. Le Galabert.....	35
2.2.2.2. Le Clos Desclaux et les Enfores de la Vignolle .....	36
2.2.2.3. Le Fangassier.....	36
2.2.2.4. Le Petit et le Grand Rascaillan.....	36
2.2.2.5. Le Vieux Rhône .....	37
2.2.2.6. Le Vaisseau.....	37
2.2.2.7. Les Sablons et le grau des Figues .....	37
2.2.2.8. L'étang de Beauduc.....	38
2.2.2.9. L'étang de Sainte Anne.....	39
2.2.3. <i>Les milieux terrestres</i> .....	40
2.2.4. <i>Les oiseaux</i> .....	43
2.2.4.1. Avifaune nicheuse.....	43
2.2.4.2. Avifaune migratrice et hivernante .....	45
<b>3. ETAT ECOLOGIQUE DURANT LA PERIODE D'EXPLOITATION SALICOLE.....</b>	<b>46</b>
3.1. MATERIEL ET METHODES .....	46
3.2. RESULTATS.....	46
3.2.1. <i>Historique de l'aménagement salicole</i> .....	46
3.2.2. <i>Caractéristiques écologiques et évolution globale de la zone d'étude</i> .....	51
3.2.2.1. Conditions physiques du milieu.....	51
3.2.2.2. Caractéristiques écologiques générales des écosystèmes salins.....	52
3.2.3. <i>Les étangs</i> .....	54
3.2.3.1. Le Galabert.....	55
3.2.3.2. Le Clos Desclaux et les Enfores de la Vignolle .....	56
3.2.3.3. Le Fangassier.....	56
3.2.3.4. Le Petit et le Grand Rascaillan.....	57
3.2.3.5. Le Vieux Rhône .....	57
3.2.3.6. Le Vaisseau.....	59
3.2.3.7. Les Sablons et le Grau des Figues .....	59
3.2.3.8. L'étang de Beauduc.....	60
3.2.3.9. L'étang de Sainte Anne.....	60
3.2.3.10. Autres étangs.....	60
3.2.3.11. Conclusion.....	60
3.2.4. <i>Les peuplements de vertébrés</i> .....	61
3.2.4.1. Les amphibiens.....	61
3.2.4.2. Les reptiles .....	62
3.2.4.3. Les oiseaux .....	63
3.2.4.3.1. Description des peuplements.....	63
3.2.4.3.2. Les flamants roses.....	64
3.2.4.3.3. Les laro-limicoles coloniaux nicheurs .....	66
3.2.4.3.3.1. Les laro-limicoles coloniaux nicheurs.....	66
3.2.4.3.3.2. Les laro-limicoles non coloniaux nicheurs .....	68
3.2.4.3.4. Les anatidés nicheurs.....	69
3.2.4.3.5. Les passereaux nicheurs .....	69
3.2.4.3.6. Les anatidés migrateurs et hivernants.....	69
3.2.4.3.7. Les limicoles migrateurs et hivernants .....	70
3.2.4.3.8. Les Laridés migrateurs et hivernants .....	74



3.2.4.3.9. Autres espèces.....	75
3.2.4.4. Les mammifères.....	75
<b>4. ETAT ECOLOGIQUE EN 2010-2011.....</b>	<b>77</b>
4.1. INTRODUCTION.....	77
4.2. LES FACTEURS D'EVOLUTION RECENTE.....	77
4.2.1. <i>Les brèches</i> .....	77
4.2.2. <i>Les aménagements et la gestion hydrauliques des étangs</i> .....	80
4.2.3. <i>Les niveaux d'eau et les salinités</i> .....	81
4.3. LA FLORE ET LA VEGETATION MACROPHYTIQUE DES ETANGS.....	90
4.3.1. <i>Matériel et méthode</i> .....	90
4.3.2. <i>Résultats</i> .....	93
4.3.2.1. Résultats généraux.....	93
4.3.2.2. Résultats par étang.....	97
4.3.2.2.1. Les étangs de Galabert.....	97
4.3.2.2.2. Les Enfores de la Vignolle.....	97
4.3.2.2.3. Les étangs du Fangassier.....	98
4.3.2.2.4. Le Pèbre.....	98
4.3.2.2.5. Briscon.....	98
4.3.2.2.6. Les étangs de Rascaillan.....	98
4.3.2.2.7. Les étangs du Vieux Rhône.....	99
4.3.2.2.8. Les étangs du Vaisseau.....	99
4.3.2.2.9. Les Sablons.....	100
4.3.2.2.10. L'étang de Beauduc.....	101
4.3.2.2.11. Les mares temporaires des Montilles du Platelet.....	101
4.3.2.2.12. L'étang de Sainte Anne.....	102
4.3.2.2.13. Etangs de Quarantaine.....	102
4.3.2.2.14. Montilles d'Arnaud.....	103
4.3.2.2.15. Val agricole.....	103
4.4. LA FAUNE BENTHIQUE.....	104
4.4.1. <i>Matériel et méthode</i> .....	104
4.4.2. <i>Résultats</i> .....	106
4.4.2.1. Résultats généraux.....	106
4.4.2.2. Résultats par étangs.....	114
4.4.2.2.1. Le Galabert.....	114
4.4.2.2.2. Le Fangassier.....	115
4.4.2.2.3. Briscon.....	115
4.4.2.2.4. Le Vaisseau.....	116
4.4.2.2.5. L'étang de Beauduc.....	116
4.4.2.2.6. L'étang de Sainte Anne.....	117
4.4.2.2.7. Quarantaine.....	117
4.4.2.3. Conclusion.....	118
4.5. LES HABITATS ET LA FLORE TERRESTRES.....	120
4.5.1. <i>Matériel et méthode</i> .....	120
4.5.1.1 Actions réalisées en 2010.....	120
4.5.1.2 Actions réalisées en 2011.....	120
4.5.1.3 La cartographie des habitats : outils et méthodes.....	121
4.5.2. <i>Résultats</i> .....	127
4.5.2.1. Les habitats.....	127
4.5.2.1.1 Résultats généraux.....	127
4.5.2.1.2 Description des habitats Natura 2000 inventoriés et des fourrés dunaires de Filaire.....	132
4.5.2.2. La flore.....	154
4.5.2.2.1. Richesse floristique totale.....	154
4.5.2.2.2. Richesse floristique totale par grands types d'habitats.....	155
4.5.2.2.3. La flore exogène à caractère envahissant.....	156
4.5.2.2.4. Les quadrats fixes du secteur du phare de Beauduc.....	158
4.5.2.2.6. Les relevés de végétation.....	158
4.6. LA FAUNE VERTEBREES.....	159
4.6.1. <i>Les amphibiens</i> .....	159
4.6.1.1. Matériel et méthode.....	159
4.6.1.2. Résultats.....	159
4.6.2. <i>Les oiseaux</i> .....	163
4.6.2.1. Matériel et méthode.....	163
4.6.2.2. Résultats.....	164
4.6.2.2.1. Les oiseaux nicheurs.....	164
4.6.2.2.2. Les oiseaux migrateurs et hivernants.....	166
4.6.2.2.2.1. Les anatidés.....	166
4.6.2.2.2.2. Les limicoles.....	166
4.6.2.2.2.3. La Sterne caspienne, la Sterne hansel et la Guifette noire.....	168
<b>5. EVALUATION PATRIMONIALE.....</b>	<b>169</b>
5.1. LES CRITERES D'EVALUATION.....	169
5.2. LES HABITATS.....	170



5.3. LA FLORE.....	172
5.3.1. <i>La flore terrestre</i> .....	172
5.3.1.1. Les espèces protégées (Castroviejo <i>et al.</i> 1980-2011, Greuter <i>et al.</i> ,1984, 86, 89).....	174
5.3.1.2. Quelques autres espèces menacées non protégées, endémiques du bassin méditerranéen.....	178
5.3.1.3. Des espèces protégées non retrouvées.....	180
5.3.2. <i>La flore aquatique</i> .....	181
5.4. LA FAUNE.....	182
5.4.1. <i>La faune invertébrée</i> .....	182
5.4.2. <i>La faune vertébrée</i> .....	182
5.4.2.1. Les poissons.....	182
5.4.2.2. <i>Les amphibiens</i> .....	183
5.4.2.3. Les reptiles.....	183
5.4.2.4. Les oiseaux.....	184
5.4.2.4.1. Les oiseaux nicheurs.....	184
5.4.2.4.2. Les oiseaux migrateurs et hivernants.....	188
5.4.2.5. Les mammifères.....	193
<b>6. PERSPECTIVES D'EVOLUTION DU PATRIMOINE NATUREL.....</b>	<b>194</b>
6.1. FACTEURS ET TENDANCES D'EVOLUTION DES CONDITIONS ECOLOGIQUES SUR LA ZONE D'ETUDE.....	194
6.2. PERSPECTIVES D'EVOLUTION DU PATRIMOINE NATUREL.....	195
6.2.1. <i>La végétation aquatique</i> .....	195
6.2.2. <i>Les peuplements piscicoles</i> .....	195
6.2.3. <i>Les amphibiens</i> .....	196
6.2.4. <i>Les oiseaux d'eau</i> .....	196
6.2.5. <i>Les milieux terrestres et la faune associée</i> .....	196
<b>7. RECOMMANDATIONS POUR L'AMELIORATION DES CONNAISSANCES ET LE SUIVI DU PATRIMOINE NATUREL.....</b>	<b>198</b>
7.1. LES PARAMETRES PHYSIQUES.....	199
7.2. HYDROBIOLOGIE.....	199
7.3. LES HABITATS ET LA FLORE TERRESTRES.....	200
7.4. LA FAUNE.....	200
7.4.1. <i>Les amphibiens et les reptiles</i> .....	200
7.4.2. <i>Les oiseaux</i> .....	200
7.4.3. <i>Les mammifères</i> .....	201
7.5. LES USAGES.....	201
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>201</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>204</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>212</b>
ANNEXE 1 : STRUCTURATION DE LA BASE DE DONNEES HISTORIQUE FAUNE ET FLORE AQUATIQUES.....	214
ANNEXE 2 : FAUNE ET FLORE AQUATIQUES : LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES NON EXPLOITEES.....	215
ANNEXE 3 : COORDONNEES DES POINTS DE RELEVES DE LA VEGETATION AQUATIQUE.....	216
ANNEXE 4 : RELEVES FLORISTIQUES DE LA VEGETATION AQUATIQUE.....	218
ANNEXE 5 : LIBELLES CARTOGRAPHIQUES DES HABITATS DES ANCIENS SALINS ET CORRESPONDANCE AVEC LA DIRECTIVE HABITATS ET CORINE BIOTOPE.....	224
ANNEXE 6 : VEGETATION TERRESTRE : LES QUADRATS PERMANENTS (PLACETTES FIXES).....	226
<i>Annexe 6.1 : Inventaires réalisés en 2010 dans 36 placettes fixes de 50 x 50 cm à proximité des brèches de l'étang de Beauduc et des Sablons (secteur de la Montille de Beauduc)</i> .....	226
<i>Annexe 6.2 : Habitats et géo-référencement des placettes fixes étudiées en 2010 à proximité des brèches des étangs de Beauduc et de Sablons</i> .....	227
<i>Annexe 6.3 : Localisation cartographique des des placettes fixes étudiées en 2010 à proximité des brèches des étangs de Beauduc et des Sablons</i> .....	228
ANNEXE 7 : LES RELEVES DE VEGETATION : QUELQUES EXEMPLES POUR CHAQUE HABITAT.....	229
<i>Annexe 7.1 : Laisses de mer</i> .....	230
<i>Annexe 7.2 : Sansouires pérennes et annuelles et leurs croisements d'habitats</i> .....	230
<i>Annexe 7.3 : Steppes salées</i> .....	231
<i>Annexe 7.4 : Prés salés</i> .....	232
<i>Annexe 7.5 : Bas-marais dunaires et roselières dunaires</i> .....	233
<i>Annexe 7.6 : Dunes grises (et pelouses dunales des Malcomietalia)</i> .....	234
<i>Annexe 7.7 : Pelouses dunaires xériques</i> .....	235
<i>Annexe 7.8 : Dunes blanches</i> .....	235



<i>Annexe 7.9 : Dunes embryonnaires.....</i>	236
<i>Annexe 7.10 : Pinèdes dunaires.....</i>	236
<i>Annexe 7.11 : Pinèdes à pin d'Alep.....</i>	237
<i>Annexe 7.12 : Géoréférencement des relevés cités ci-dessus (Coordonnées GPS dans le système WGS84 31 N)</i>	238
ANNEXE 8 : ESPECES VEGETALES OBSERVEES EN JUIN ET JUILLET 2010 -2011 SUR LA ZONE REVISEE (230 HA).....	239
EN GRAS LES ESPECES PROTEGEES ; EN ITALIQUE LES ESPECES EXOGENES POTENTIELLEMENT ENVAHISSANTES. ....	239
ANNEXE 9 : LISTE COMPLEMENTAIRE DES TAXONS OBSERVES PAR HENRI MICHAUD ET NICOLAS CROUZET (CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL MEDITERRANEEN DE PORQUEROLLES) LES 11 MARS ET 27 MAI 2008 ET LE 24 MAI 2010 SUR UN PERIMETRE PRESQUE IDENTIQUE AU PERIMETRE ETUDIE EN 2010 ET 2011 .....	241
ANNEXE 10 : LOCALISATION CARTOGRAPHIQUE DES ESPECES PROTEGEES DANS LA ZONE REVISEE EN 2010-2011 (230 HA) ..	242
<i>Annexe 10.1 : Localisation des stations d'Asparagus maritimus dans la zone révisée en 2010 -2011 (230 ha) ...</i>	242
<i>Annexe 10.2 : Localisation des stations de Calystegia soldanella dans la zone révisée en 2010 -2011 (230 ha).</i>	243
<i>Annexe 10.3 : Localisation des stations de Cutandia maritima dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha).....</i>	244
<i>Annexe 10.4 : Localisation des stations de Crucianella maritima dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha) ...</i>	245
<i>Annexe 10.5 : Localisation des stations d'Echinophora spinosa dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha) ....</i>	246
<i>Annexe 10.6 : Localisation des stations d'Elytrigia elongata dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha) .....</i>	247
<i>Annexe 10.7 : Localisation des stations d'Eryngium maritimum dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha).....</i>	248
<i>Annexe 10.8 : Localisation des stations d'Imperata cylindrica dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha).....</i>	249
<i>Annexe 10.9 : Localisation des stations de Limonium girardianum dans la zone révisée en 2010-11 (230 ha) ....</i>	250
<i>Annexe 10.10 : Localisation des stations de Pancratium maritimum dans la zone révisée en 2010-11 (230 ha)..</i>	251
<i>Annexe 10.11 : Localisation des stations de Thymelaea hirsuta dans la zone révisée en 2010-11 (230 ha) .....</i>	252
ANNEXE 11 : CALENDRIER DES PROSPECTIONS BATRACHOLOGIQUES .....	253
ANNEXE 12 : LISTE DES ESPECES D'OISEAUX OBSERVEES SUR LA ZONE D'ETUDE ET SA BORDURE MARITIME. ....	254
ANNEXE 13 : LOCALISATION DES COLONIES DE FLAMANT ROSE PHOENICOPTERUS ROSEUS EN CAMARGUE ET PETITE CAMARGUE, SUD DE LA FRANCE, DE 1926 A 2007.....	261
ANNEXE 14 : NIDIFICATION DES LARIDES ET LIMICOLES COLONIAUX DE 1956 A 2007.....	262
ANNEXE 15 : NIDIFICATION DES LARIDES ET LIMICOLES COLONIAUX DE 1956 A 2010 EN CAMARGUE.....	267
ANNEXE 16 : SITES DE NIDIFICATION POTENTIELS DE HUIT ESPECES DE LARIDES ET LIMICOLES COLONIAUX .....	272





# TABLE DES FIGURES

---

FIGURE 1 : DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE POUR LE POSTE DE LA TOUR DU VALAT : VALEURS MOYENNES DE PRECIPITATIONS ET TEMPERATURES SUR LA PERIODE 1963-2009. ....	17
FIGURE 2 : PRECIPITATIONS ANNUELLES (EN MM) DES STATIONS TOUR DU VALAT (1963-2008), SALIN DE GIRAUD ET SAINTES-MARIES-DE-LA-MER (1968-2006, VALEURS MANQUANTES POUR SEPTEMBRE 1998) (CHAUVELON, 2009). ....	17
FIGURE 3 : RESUME DU REGIME DE VENT AU POSTE ANEMOMETRIQUE DE PORT GUARDIAN (SAINTES MARIES DE LA MER) DE 1993 A 2009) (EN POURCENTAGE DE VENT PASSE). ....	18
FIGURE 4 : PRINCIPALES ETAPES DE L'EVOLUTION DU DELTA DU RHONE DEPUIS 4000 ANS BP (VELLA ET AL., 2005 ; REY ET AL., 2009). ....	21
FIGURE 5 : EVOLUTION MODERNE DE LA PARTIE ORIOENTALE DE LA PLAINE DELTAÏQUE DU RHONE D'APRES LES CARTES HISTORIQUES (VELLA ET AL., 2005).....	22
FIGURE 6 : GALABERT 0 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	81
FIGURE 7 : GALABERT 2 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	82
FIGURE 8 : GALABERT 3 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	82
FIGURE 9 : ENFORES DE LA VIGNOLLE : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	83
FIGURE 10 : FANGASSIER 1 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	83
FIGURE 11 : FANGASSIER 2 : EVOLUTION DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	84
FIGURE 12 : BRISCON : EVOLUTION DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	85
FIGURE 13 : ETANG DU RASCAILLAN : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	85
FIGURE 14 : POURTOUR DE RASCAILLAN 1 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	86
FIGURE 15 : VIEUX RHONE SUD : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	87
FIGURE 16 : VAISSEAU 1 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	87
FIGURE 17 : VAISSEAU 2 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	88
FIGURE 18 : SABLONS : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	88
FIGURE 19 : ETANG DE BEAUDUC : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	89
FIGURE 20 : ETANG DE STE ANNE : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU ET DES SALINITES SUR LA PERIODE 2010-2011.....	89
FIGURE 21 : COURBES DE SATURATION DES COMMUNAUTES D'INVERTEBRES BENTHIQUES INVENTORIEES POUR LES 20 CAROTTES ECHANTILLONNEES SUR CHACUN DES 9 ETANGS SUIVIS.....	107
FIGURE 22 : CLUSTERISATION HIERARCHIQUE DES STATIONS D'ECHANTILLONNAGE DES COMMUNAUTES D'INVERTEBRES BENTHIQUES EN 2010.....	110
FIGURE 23 : CLUSTERISATION HIERARCHIQUE DES COMMUNAUTES D'INVERTEBRES BENTHIQUES EN 2010.....	110
FIGURE 24 : SCHEMA DE SUCCESSION DES HABITATS LE LONG D'UN PROFIL EN TRAVERS DES DUNES LITTORALES A BEAUDUC..	129
FIGURE 25 : HABITATS DOMINANTS DE LA ZONE D'ETUDE PAR SURFACE DECROISSANTE.....	130
FIGURE 26 : TAUX DE COLONISATION PAR LA FILAIRE DES DIFFERENTS HABITATS (EN % DE LEUR SURFACE).....	154
FIGURE 27 : NOMBRE DE QUADRATS PAR HABITAT ET RICHESSE MOYENNE DES QUADRATS.....	158

# TABLE DES CARTES

---

CARTE 1 : SITUATION ET PERIMETRE DE LA ZONE D'ETUDE. ....	12
CARTE 2 : TOPONYMIE DE LA ZONE D'ETUDE. ....	13
CARTE 3 : TOPONYMIE DES PARTENEMENTS SALICOLES EN 2006. ....	15
CARTE 4 : EXTRAIT DE LA CARTE GEOMORPHOLOGIQUE, CAMARGUE (DDA, 1970). ....	23
CARTE 5 : CARTOGRAPHIE DES CELLULES HYDRO-SEDIMENTAIRES DANS LE DELTA DU RHONE (SUANEZ & SABATIER, 1999). ....	26
CARTE 6 : L'ALEA EROSION/SUBMERSION SUR LE LITTORAL DU PNR CAMARGUE (F. SABATIER (CEREGE), PNR, M. MOUCHENE). ....	27
CARTE 7 : PROPRIETES DES PARCELLES EN 1813 (SAINTES MARIES) ET 1823 (ARLES) – CADASTRE NAPOLEON (COULET / SNPN-RESERVE NATIONALE DE CAMARGUE, 2011). ....	30
CARTE 8 : OCCUPATION DU SOL 1823. CADASTRE NAPOLEONNIEN (COULET, 2011). ....	31
CARTE 9 : CARTE D'ETAT MAJOR DE 1850 (?) (IN COULET, 2011). ....	32
CARTE 10 : « ATLAS DES PORTS », 1895. ....	33
CARTE 11 : OCCUPATION DES SOLS EN 1942 (COULET, 2011). ....	34
CARTE 14 : CARTE PHYTO-SOCIOLOGIQUE DE LA CAMARGUE AU 1/50.000 (MOLINIER & DEVAUX, 1978). ....	41
CARTE 15 : LE SALIN DE GIRAUD AVEC LES AMENAGEMENTS EN 1944 (SADOU, 1996). ....	48
CARTE 16 : LE SALIN DE GIRAUD AVEC LES AMENAGEMENTS EN 1956 (SADOU, 1996). ....	48
CARTE 17 : CARTE DU SALIN DE GIRAUD AVEC LES AMENAGEMENTS EN 1965 (SADOU, 1996). ....	49
CARTE 18 : CARTE DU SALIN DE GIRAUD AVEC LES AMENAGEMENTS EN 1976 (SADOU, 1996). ....	49
CARTE 19 : CARTE DU SALIN DE GIRAUD AVEC LES AMENAGEMENTS EN 1994 (SADOU, 1996). ....	50
CARTE 20 : MOUVEMENT DES EAUX ET SALINITES THEORIQUES DES LAGUNES EN PERIODE D'EXPLOITATION SALINIERE - ANNEE 2008 (D'APRES SALINS (2008) IN LOQUET (2008), MODIFIE). ....	51
CARTE 21 : LES HAUTEURS D'EAU THEORIQUES SUR LES ETANGS DE L'ANCIENNE EXPLOITATION SALINIERE DE SALIN DE GIRAUD EN PERIODE HIVERNALE – 2008. ....	52
CARTE 22 : REPARTITION DES RUPPIACEES EN CAMARGUE (VERHOEVEN, 1979). ....	55
CARTE 23 : POINTS D'OBSERVATION DE PELOBATES CULTRIPES ET DE PELODYTES PUNCTATUS (AMPHIBIENS ; PELOBATIDAE) ; PRINCIPALES ZONES DE RENCONTRE DE BUFO CALAMITA (AMPHIBIEN ; BUFONIDAE) EN CAMARGUE. GUILLAUME (1975). ....	62
CARTE 24 : LOCALISATION DES BRECHES SUR LES DIGUES LITTORALES, ENTRE DEBUT 2010 ET JUILLET 2011. ....	77
CARTE 25 : LOCALISATION DES POINTS DE RELEVES. ....	91
CARTE 26 : LOCALISATION DES POINTS DE RELEVES COMPLEMENTAIRES. ....	92
CARTE 27 : REPARTITION ET ABONDANCE RELATIVE DES MACROPHYTES DANS LES PARTENEMENTS. ....	94
CARTE 28 : REPARTITION D'ALTHENIA FILIFORMIS, RUPPIA MARITIMA ET LAMPROTHAMNIUM PAPULOSUM EN 2010-2011 (SECTEUR DES ETANGS DE BEAUDUC ET DU VAISSEAU) ....	96
CARTE 29 : LOCALISATION DES STATIONS D'ECHANTILLONNAGE DU BENTHOS PRELEVE EN 2010. ....	106
CARTE 30 : AIRES ETUDIEES EN 2010 (EN VERT CLAIR) ET 2011 (EN VERT FONCE). ....	121
CARTE 31 : LOCALISATION DES SITES DE REPRODUCTION DU CRAPAUD CALAMITE ET DE LA RAINETTE MERIDIIONALE (COMPILATION DES DONNEES 2009, 2010 ET 2011). ....	161
CARTE 32 : LOCALISATION DES CRAPAUDS CALAMITES OBSERVES EN PHASE TERRESTRE (COMPILATION DES DONNES 2010 ET 2011). ....	162



# TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : VALEURS MOYENNES MENSUELLES DE L'EVAPORATION (EN MM) D'UN PLAN D'EAU EN CAMARGUE SUR LA PERIODE 1988-2009 (SOURCE : P. CHAUVELON, TOUR DU VALAT) .....	18
TABLEAU 2 : DESCRIPTION DES SOLS PRESENTS SUR LA ZONE D'ETUDE (D'APRES DDAF 13, 1970) .....	28
TABLEAU 3 : RESULTATS DE RECENSEMENTS DE CANARDS ET FOULQUES HIVERNANTS SUR LA ZONE D'ETUDE – PERIODE 1955 – 1959 (DONNEES MÜLLER / TOUR DU VALAT) .....	45
TABLEAU 4 : EFFECTIFS MOYENS DE FLAMANTS DANS LES DIFFERENTS SECTEURS DES ETANGS ET MARAIS DU VIEUX RHONE A LA MI-JANVIER (1995, 1999, 2005-2008).....	65
TABLEAU 5 : EFFECTIFS MOYENS DE FLAMANTS DANS LES DIFFERENTS SECTEURS DES ETANGS ET MARAIS DU VIEUX RHONE EN MAI (1995, 1999, 2004,2005, 2006 ET 2008) .....	66
TABLEAU 6 : LIMICOLES MIGRATEURS : EFFECTIFS MAXIMUMS DENOMBRES PAR SECTEURS ENTRE 1965 ET 1975. MIGRATION PRENUPTIALE : MARS. MIGRATION POSTNUPTIALE : SEPTEMBRE A NOVEMBRE. ....	71
TABLEAU 7 : LIMICOLES HIVERNANTS : EFFECTIFS MAXIMUMS DENOMBRES PAR SECTEURS ENTRE 1965 ET 1975 (MOIS DE NOVEMBRE A FEVRIER) .....	72
TABLEAU 8 : LIMICOLES HIVERNANTS : EFFECTIFS MAXIMUMS DENOMBRES LORS DES RECENSEMENTS DE JANVIER 2007, DECEMBRE 2007 ET JANVIER 2008. ....	73
TABLEAU 9 : SALINITE EN EXPLOITATION ET APRES ABANDON DE LA PRODUCTION DE SEL DES ETANGS ECHANTILLONNES.....	104
TABLEAU 10 : DENSITE (N/M2± ERREUR STANDARD) DES TAXONS IDENTIFIES SUR CHACUN DES ETANGS ECHANTILLONNES CARACTERISES PAR LEUR SALINITE ET LEUR HYDROPERIODE. ....	108
TABLEAU 11 : RESULTATS D'INVENTAIRE DU BENTHOS AU GALABERT.....	115
TABLEAU 12 : RESULTATS D'INVENTAIRE DU BENTHOS AU FANGASSIER I. ....	115
TABLEAU 13 : RESULTATS D'INVENTAIRE DU BENTHOS AU FANGASSIER II. ....	115
TABLEAU 14 : RESULTATS D'INVENTAIRE DU BENTHOS A BRISCON. ....	116
TABLEAU 15 : RESULTATS D'INVENTAIRE DU BENTHOS DANS L'ETANG DU VAISSEAU (PARTENEMENT II). ....	116
TABLEAU 16 : RESULTATS D'INVENTAIRE DU BENTHOS DANS L'ETANG DE BEAUDUC. ....	117
TABLEAU 17 : RESULTATS D'INVENTAIRE DU BENTHOS DANS L'ETANG DE SAINTE ANNE. ....	117
TABLEAU 18 : RESULTATS D'INVENTAIRE DU BENTHOS A QUARANTAINE (PARTENEMENT II).....	118
TABLEAU 19 : RESULTATS D'INVENTAIRE DU BENTHOS A QUARANTAINE (PARTENEMENT III).....	118
TABLEAU 20 : EFFORT DE PRECISION DANS LA ZONE REVISEE EN 2010 ET 2011. ....	126
TABLEAU 21 : EVOLUTION DES SURFACES TERRESTRES DEPUIS 2009, DANS LE SECTEUR REVISE.....	127
TABLEAU 22 : SURFACE DES HABITATS DUNAIRES, DES SANSOUIRES ET DES PLAGES.....	127
TABLEAU 23 : LISTE DES HABITATS TERRESTRES DOMINANTS ET LEUR SURFACE .....	128
TABLEAU 24 : LES HABITATS ET CROISEMENTS D'HABITATS DE LA DIRECTIVE (HORS CROISEMENTS FILAIRE) ET LEURS SURFACES. ....	131
TABLEAU 25 : TYPOLOGIE ET SURFACE DES LAISSES DE MER .....	132
TABLEAU 26 : TYPOLOGIE ET SURFACES DES SANSOUIRES ANNUELLES .....	133
TABLEAU 27 : TYPOLOGIE ET SURFACES DES PRES SALES .....	135
TABLEAU 28 : TYPOLOGIE ET SURFACE DES SANSOUIRES PERENNES .....	136
TABLEAU 29 : TYPOLOGIE ET SURFACES DES DEPRESSIONS INTRA-DUNALES .....	138
TABLEAU 30 : TYPOLOGIE ET SURFACES DES STEPPES SALEES .....	139
TABLEAU 31 : TYPOLOGIE ET SURFACE DES DUNES EMBRYONNAIRES.....	141
TABLEAU 32 : TYPOLOGIE ET SURFACES DES DUNES BLANCHES .....	142
TABLEAU 33 : TYPOLOGIE ET SURFACES DES DUNES GRISES (DUNES FIXEES) .....	144
TABLEAU 34 : TYPOLOGIE ET SURFACES DES PELOUSES DUNAIRES XERIQUES .....	146
TABLEAU 35 : TYPOLOGIE ET SURFACES DES DUNES A GENEVRIERS .....	147
TABLEAU 36 : TYPOLOGIE ET SURFACES DES PINEDES DUNAIRES .....	149
TABLEAU 37 : TYPOLOGIE ET SURFACES DES PINEDES A PIN D'ALEP.....	151
TABLEAU 38 : DEGRES DE COLONISATION PAR LA FILAIRE.....	152
TABLEAU 39 : TYPOLOGIE ET SURFACE DES FOURRES DENSES DE FILAIRE .....	152
TABLEAU 40 : TYPOLOGIE ET SURFACE DES FOURRES DE FILAIRE EN HABITATS DOMINANTS .....	153
TABLEAU 41 : RICHESSE SPECIFIQUE DES HABITATS DES ANCIENS SALINS. ....	155
TABLEAU 42 : LIMICOLES MIGRATEURS : MAXIMA OBSERVES EN MIGRATION PRENUPTIALE EN 2010 ET 2011.....	167



TABLEAU 43 : LIMICOLES MIGRATEURS : MAXIMA OBSERVES EN MIGRATION POSTNUPTIALE EN 2010 ET 2011. ....	167
TABLEAU 44 : LIMICOLES HIVERNANTS : MAXIMA OBSERVES (JANVIER ET FEVRIER 2010).....	168
TABLEAU 45 : TABLEAU RECAPITULATIF DES ENJEUX DE CONSERVATION DES HABITATS .....	170
TABLEAU 46 : FLORE TERRESTRE PATRIMONIALE : TAXONS PROTEGEES (11), TAXONS RARES ET OU MENACES NON PROTEGES (13), TAXONS A SURVEILLER OU ORGINAUX (7). ....	173
TABLEAU 47 : PREFERENCES ECOLOGIQUES DES ESPECES PROTEGEES.....	175
TABLEAU 48 : FREQUENCE DES STATIONS D'ESPECES PROTEGEES DANS LES DIFFERENTS TYPES D'HABITATS ; LES HABITATS LES PLUS FREQUENTS POUR CHAQUE ESPECE SONT SURLIGNES EN JAUNE. ....	175
TABLEAU 49 : EVALUATION PATRIMONIALE DE LA VEGETATION AQUATIQUE .....	181
TABLEAU 50 : EVALUATION PATRIMONIALE DES POISSONS. ....	182
TABLEAU 51 : STATUT DE PROTECTION ET DE CONSERVATIONS DES ESPECES D'AMPHIBIENS. ....	183
TABLEAU 52 : EVALUATION PATRIMONIALE DE L'AVIFAUNE NICHEUSE. ....	185
TABLEAU 53 : PETITS CHARADRIIFORMES COLONIAUX : EFFECTIFS NICHEURS SUR LA ZONE D'ETUDE COMPARES AUX EFFECTIFS EN CAMARGUE ET EN FRANCE (PERIODE 1956 – 2010). ....	187
TABLEAU 54 : AUTRES ESPECES D'OISEAUX NICHEURS : EVALUATION QUANTITATIVE DES EFFECTIFS .....	188
TABLEAU 55 : AVIFAUNE MIGRATRICE ET HIVERNANTE : LISTE DES ESPECES PATRIMONIALES REGULIEREMENT PRESENTES SUR LE SITE .....	189
TABLEAU 56 : ANATIDES HIVERNANTS : EVALUATION DES EFFECTIFS DENOMBRES AUX COMPTAGES DE JANVIER (PERIODE 2007-2010). ....	190
TABLEAU 57 : LIMICOLES HIVERNANTS : EVALUATION DES EFFECTIFS DENOMBRES AUX COMPTAGES DE JANVIER (PERIODE 2007-2010). ....	191
TABLEAU 58 : LIMICOLES EN PERIODE DE MIGRATION : EVALUATION DES EFFECTIFS. ....	192
TABLEAU 59 : AUTRES ESPECES D'OISEAUX MIGRATEURS OU HIVERNANTS : EVALUATION QUANTITATIVE.....	193
TABLEAU 60 : EVALUATION PATRIMONIALE DES MAMMIFERES. ....	193





# Introduction

Dans le cadre de plusieurs actes de vente signés depuis septembre 2008, le *Conservatoire du Littoral (Cdl)* s'est rendu propriétaire de vastes ensembles naturels en Camargue, sur les communes d'Arles (secteur de Salin-de-Giraud) et des Saintes Maries de la Mer, pour une superficie représentant 6575 ha en décembre 2010.

Un protocole d'accord signé avec le groupe *Salins* en 2009 prévoit à terme que cet ensemble atteigne 8000 ha, en réunissant la totalité des étangs et milieux terrestres situés entre le Vieux Rhône et le périmètre de la Réserve Naturelle Nationale de Camargue. Cet ensemble foncier est constitué pour partie (1500 ha) de milieux naturels terrestres exploités pour l'élevage, et pour une autre (6500 ha) de milieux lagunaires et dunaires utilisés pour l'activité salicole jusqu'en 2009, cette dernière partie faisant l'objet de la présente étude.

Le *Cdl* prend ainsi la responsabilité de vastes espaces possédant des particularités importantes, avec :

- une valeur écologique et paysagère exceptionnelle et reconnue.
- une superficie totale qui en fait la plus grande unité acquise par le *Cdl* en Camargue et une entité de protection durable adjacente au territoire de la Réserve Naturelle Nationale de Camargue,
- la nécessité de réaffecter ces espaces notamment à la conservation du patrimoine naturel mais aussi à des usages existants ou nouveaux,
- la nécessité de modifier la gestion de l'eau, avec notamment l'arrêt de la gestion hydraulique salinière, la reconnexion avec la mer et des contraintes techniques et budgétaires,
- une tendance évolutive lourde du trait de côte bordant les anciens salins, avec une érosion forte au sud et une accrétion à l'ouest,
- une valeur symbolique élevée, ces espaces étant fortement investis socialement, dans un contexte économique actuellement incertain pour le village de Salin-de-Giraud.

La gestion de ces nouvelles acquisitions a été confiée par convention au *Parc Naturel Régional de Camargue*, qui assure une mission de gestionnaire coordinateur dans le cadre d'une gestion partenariale associant la *Société Nationale de Protection de la Nature* et la *Tour du Valat*<sup>1</sup>.

Une notice visant à mettre en place une gestion d'attente avait été établie en 2008 pour les premières acquisitions de Bélugue-Pèbre-Fangassier. A moyen terme, le *Conservatoire du Littoral* prévoit une redéfinition concertée de la vocation de l'ensemble des terrains qui se traduira par l'établissement d'un plan de gestion.

La démarche à mener dépasse largement les problématiques habituelles de gestion d'une zone humide protégée : il s'agit en effet d'apporter les informations et les analyses nécessaires à une démarche de renaturation, voire de restauration écologique, portant sur des superficies inédites en France. Dans l'objectif général de favoriser une approche intégrée de la gestion des anciens salins, permettant la restauration du site et le développement d'usages compatibles entre eux et avec le statut de protection du site, trois études complémentaires ont été lancées :

- (1) la présente étude (*Etat écologique initial*),
- (2) une étude hydraulique et topobathymétrique (en cours),
- (3) une étude socio-économique (sur le point de débiter).

---

<sup>1</sup> Convention CEL – PNRC – SNPN – Tour du Valat, 27 mai 2011.



La présente étude écologique vise trois objectifs spécifiques :

- disposer d'un état initial sur le patrimoine naturel permettant de suivre les évolutions consécutives aux changements de gestion,
- préciser les enjeux de conservation,
- contribuer, en complément des autres études, à orienter la future gestion du site.

Cette étude sera utile pour les décisions de gestion en fournissant :

- une analyse de la biodiversité actuelle et de son degré de dépendance au mode de gestion récent (saliculture),
- une évaluation des conditions nécessaires, notamment en termes de fonctionnement écologique, au maintien de cette biodiversité,
- des éléments historiques éclairant le fonctionnement global et précisant la biodiversité associée avant la mise en place d'une artificialisation forte du fonctionnement.

Le périmètre d'étude (carte 1) comprend toutes les parcelles gérées au moins jusqu'en 2009 pour l'exploitation salicole, achetées ou figurant dans le protocole d'accord de vente conclu entre le groupe *Salins* et le *Conservatoire du Littoral*.

Les données disponibles jusqu'en 2009 (bibliographie, données non publiées) ont été rassemblées et analysées pour les compartiments suivants : flore aquatique (plantes vasculaires et macroalgues), habitats et flore terrestre (plantes vasculaires), faune invertébrée aquatique et faune vertébrée. Les invertébrés terrestres, pour lesquels les données sont trop peu nombreuses, ne sont pas traités dans cette étude.

Les campagnes d'inventaires menées en 2010-2011 ont porté sur les compartiments biologiques suivants :

- flore aquatique supérieure (plantes vasculaires, macroalgues),
- flore terrestre (plantes vasculaires) et habitats terrestres,
- macrofaune benthique,
- amphibiens,
- oiseaux.

# 1. Présentation de la zone d'étude

## 1.1. Localisation et limites

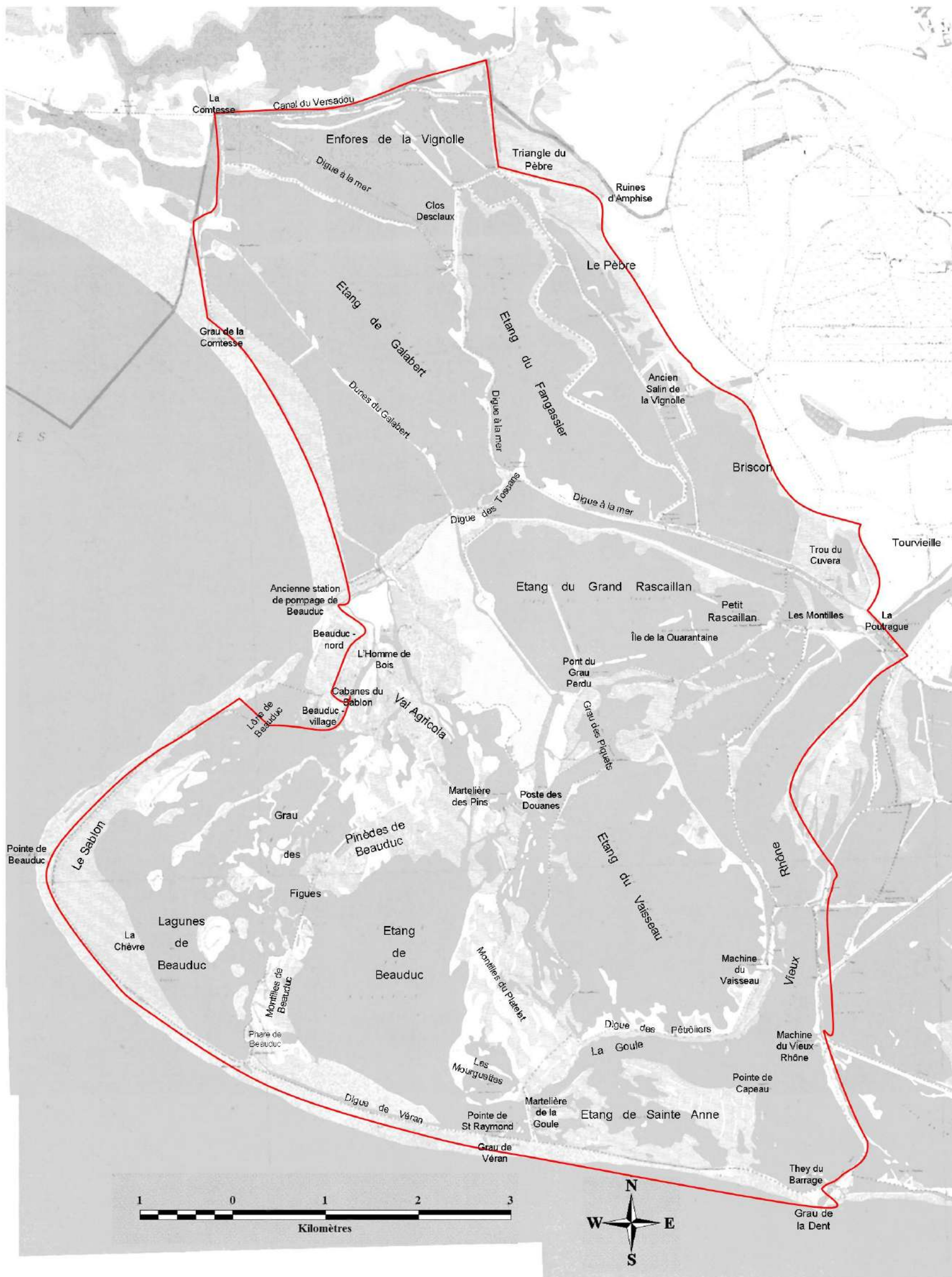
La zone étudiée est située à l'ouest de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, dans le département des Bouches-du-Rhône. Elle s'insère dans le delta du Rhône, à l'étage bioclimatique méso-méditerranéen. Elle comprend l'ensemble des terrains à vocation salinière jusqu'en 2009, qui ont été cédés au *Conservatoire du Littoral* ou sont inscrits au protocole d'accord de vente entre ce dernier et le groupe *Salins*.

La zone d'étude est délimitée au nord par le canal du Versadou, à l'est par les digues de ceinture du Triangle du Pèbre et des étangs du Pèbre, de Briscon et du Vieux Rhône et au sud et à l'ouest par les digues et anciennes digues de protection situées en front de mer ou en limite du Domaine Public Maritime et de la Réserve Nationale de Camargue, depuis le Grau de la dent jusqu'au Grau de la Comtesse et l'étang du Tampan<sup>2</sup>.



<sup>2</sup> Les terrains non salinières adjacents, acquis par le *Conservatoire du Littoral* (Triangle du Pèbre, marais du Vieux Rhône, terres du Pèbre, de la Bélugue et de Tourvieille, Clos du Lièvre), ne sont pas visés par la présente étude.





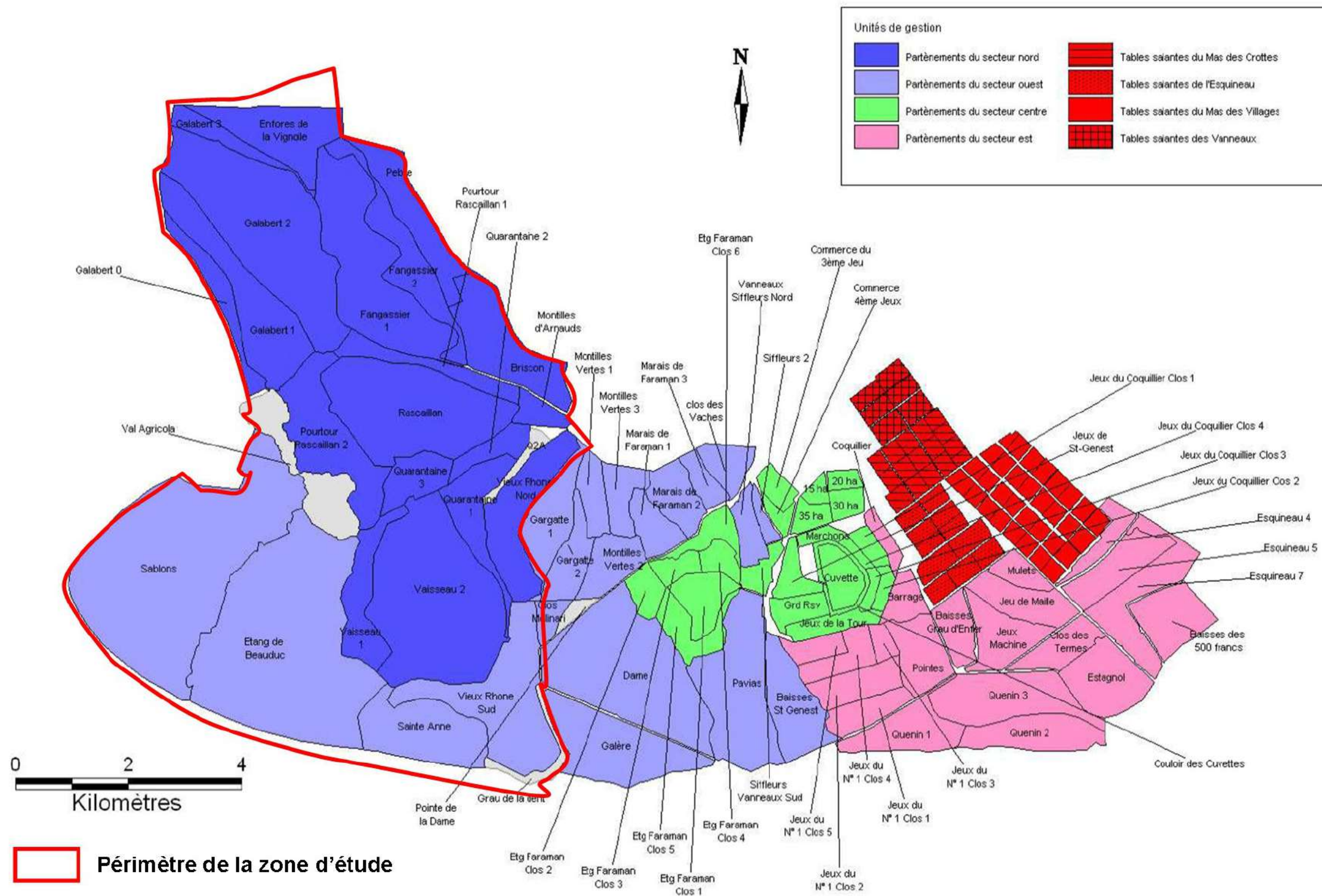
## Périmètre de la zone d'étude

Carte 2 : Toponymie de la zone d'étude.





# LES UNITES DE GESTION DU SALIN DE GIRAUD EN 2006



Sources: Scan 25 IGN 2006, Salins 2006

Salins: DAVID Frédéric 2006

Carte 3 : Toponymie des partènements salicoles en 2006.

## 1.2. Caractéristiques générales

La zone d'étude s'insère dans la Camargue laguno-marine, qui occupe le delta depuis le littoral au sud jusqu'à l'étang du Vaccarès au nord. Cette Camargue d'origine laguno-marine a vu au cours des derniers millénaires se déplacer vers le sud le rivage marin depuis son installation maximale au nord du Vaccarès. Sur la zone d'étude, les avancées successives des lignes de rivage ont construit de vastes ensembles de cordons dunaires (ex : Val Agricola, Montilles du platelet) qui ont peu à peu isolé une partie des étangs et des lagunes. Sur leur façade littorale, les anciens salins comprennent également d'importants massifs de dunes mobiles. L'ensemble de ces différents massifs dunaires couvre plus de 300 ha, soit une superficie sans équivalent dans l'île de Camargue. Certains massifs atteignent localement 7 mètres d'altitude.

Cependant, hormis sur les cordons dunaires, l'altitude de la zone d'étude est très souvent proche ou en deçà du niveau de la mer. Les vastes espaces dépourvus de végétation émergente, constitués de vasières, de lagunes et d'étangs saumâtres et hypersalés plus ou moins temporaires, couvrent plus de 80% de la surface du site. Les étangs sont de faible profondeur et leurs dimensions sont généralement importantes. Le pompage et la circulation de l'eau de mer pour la saliculture maintenaient jusqu'en 2009 les étangs en eau tout au long de l'été, toutefois une grande partie des étangs et des lagunes peut s'assécher en l'absence d'irrigation.

L'empreinte du sel détermine la composition des milieux halomorphes et son influence varie en fonction d'un gradient de salinité qui décroît selon la topographie. Les sansouires sont l'habitat halophile dominant, composé d'une végétation basse, sur des sols plus ou moins salés et fréquemment inondés en hiver ; elles couvrent plus de 300 ha.

Ces vastes espaces côtiers ont longtemps été peu aménagés ; la plus grande partie des linéaires de digues existants aujourd'hui a été mise en place lors du déploiement de la saliculture, entre les années 50 et le début des années 70.

## 1.3. Milieu physique

### 1.3.1. Le climat

Le climat est de type méditerranéen avec des automnes et généralement des printemps pluvieux et des étés chauds et secs. L'ensoleillement est important, avec 300 jours de soleil par an en moyenne dans les Bouches-du-Rhône. Les hivers sont relativement doux, cependant le couloir rhodanien permet le passage de masses d'air froid venues du nord. Ce climat présente en Camargue quelques spécificités :

- l'absence de relief et la situation au débouché du couloir rhodanien et à proximité de la mer accentuent la fréquence et la violence des vents.
- L'influence de la mer se traduit notamment par un gradient pluviométrique du sud vers le nord.
- La forte hygrométrie induite par la présence de vastes étendues d'eau (mer, étangs) atténue le refroidissement nocturne (notamment en hiver) et le réchauffement diurne.
- L'action conjuguée du vent, de l'ensoleillement et des températures élevées provoque une forte évaporation, à l'origine d'un déficit hydrique important.

**Les températures** jouent un rôle essentiel sur l'environnement et la distribution géographique des espèces. Janvier est habituellement le mois le plus froid et juillet le mois le plus chaud.



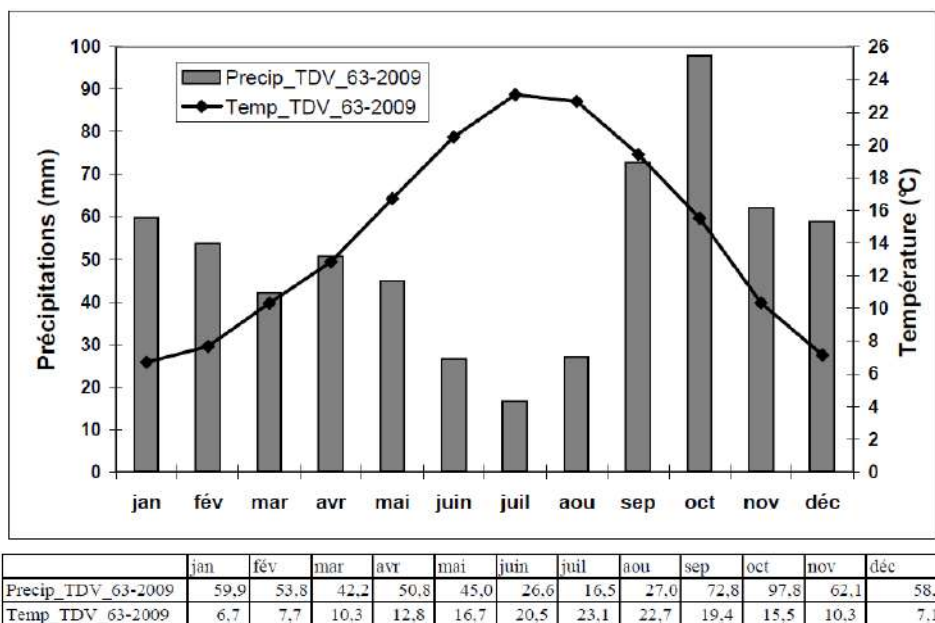


Figure 1 : Diagramme ombrothermique pour le poste de la Tour du Valat : valeurs moyennes de précipitations et températures sur la période 1963-2009.

**Les précipitations** sont parmi les plus faibles de France, avec une moyenne annuelle de 620 mm à la station météorologique de la Tour du Valat sur la période 1993-2009. Juillet est habituellement le mois le plus sec et octobre le mois le plus humide. Cependant le régime pluviométrique est très irrégulier (voir figure 2), avec un intervalle de valeurs annuelles compris entre 252 mm (1969) et 1049 mm (1996). Il est à noter que les hauteurs de pluies annuelles sont plus élevées à la Tour du Valat (620 mm) que sur les stations du littoral avec un écart d'environ 80 mm avec Salin de Giraud (539 mm sur la période 1968-2006) et 36 mm avec les Saintes-Maries-de-la-Mer (584 mm sur la période 1968-2006). En revanche, les précipitations maximales journalières sont plus fortes sur ces dernières.

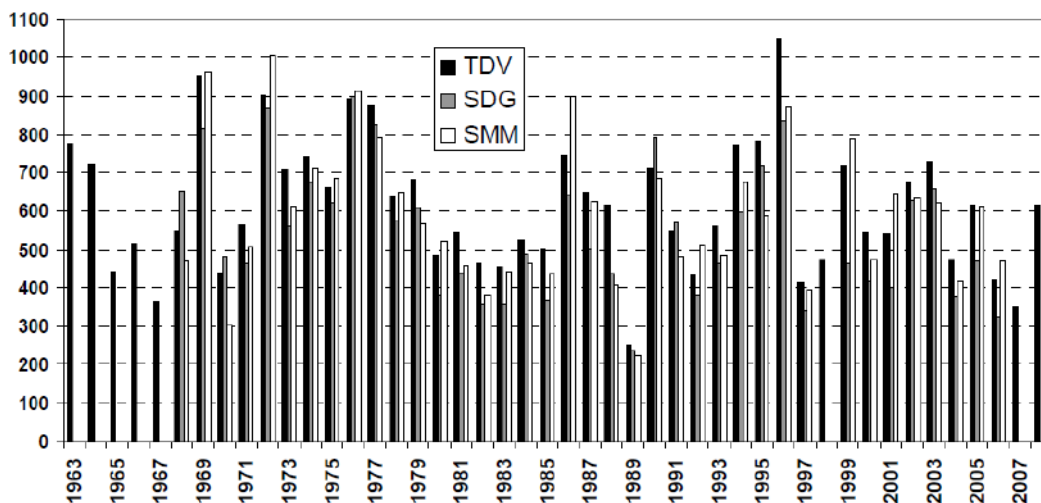


Figure 2 : Précipitations annuelles (en mm) des stations Tour du Valat (1963-2008), Salin de Giraud et Saintes-Maries-de-la-Mer (1968-2006, valeurs manquantes pour septembre 1998) (Chauvelon, 2009).

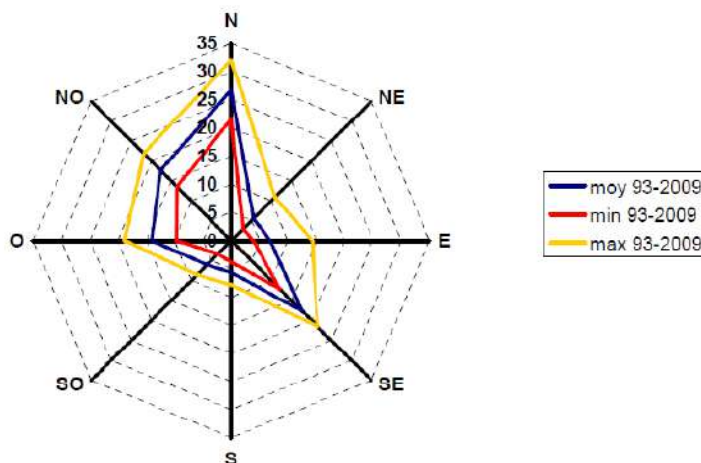
**Les vents** soufflent pratiquement en permanence. La vitesse moyenne annuelle toutes directions confondues sur la période 1993-2009 est proche de 20 km/h (soit 5 m/s)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Vitesse et direction du vent mesurées à 10 m au dessus du sol depuis 1993, au poste Météo France de Port Guardian, aux Saintes Maries de la Mer.



Les vents dominants (Figure 3) sont de secteurs Nord (Mistral) et Nord-Ouest (Tramontane) et représentent en fréquence, près de la moitié du temps. Ces vents sont froids et secs et soufflent souvent violemment.

Les vents de secteur Sud (Sud-Est à Sud-Ouest) sont également fréquents et parfois très violents. Les vents marins sont accompagnés par des températures douces, une hygrométrie et une nébulosité fortes. Associés à des dépressions marines générant des surcotes du niveau marin, leurs effets sur la houle entraînent une érosion du littoral.



**Figure 3** : Résumé du régime de vent au poste anémométrique de Port Guardian (Saintes Maries de la Mer) de 1993 à 2009) (en pourcentage de vent passé).

Les vents ont une grande influence sur les niveaux d'eau car ils provoquent le basculement des plans d'eau. Les vents de Sud, par une surcote marine, entraînent des entrées d'eau de mer et font obstacle à l'écoulement des eaux vers la mer.

Les températures estivales élevées, la forte insolation et l'omniprésence des vents sur le delta conduisent à une **évaporation importante** tout au long de l'année (Tableau 1), avec pour l'évaporation de l'eau libre, un minimum de 30 mm en décembre et janvier et des valeurs comprises entre 200 et 250 mm pour les mois de juin à août. La hauteur d'eau potentiellement évaporée sur un plan d'eau pendant une année dépasse en moyenne 1400 mm.

**Tableau 1** : Valeurs moyennes mensuelles de l'évaporation (en mm) d'un plan d'eau en Camargue sur la période 1988-2009<sup>4</sup> (source : P. Chauvelon, *Tour du Valat*).

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	AN
Evaporation	31	50	103	142	182	226	248	206	133	73	40	30	1477

### 1.3.2. Evolutions probables du climat (GIEC, 2007)

Le climat global de la Terre connaît des modifications plus ou moins cycliques de réchauffements alternant avec des refroidissements qui diffèrent par leur durée et leur amplitude. Dans son acception commune, le terme de « réchauffement climatique » est appliqué à une tendance au réchauffement global des océans et de l'atmosphère, observé depuis les dernières décennies du XX<sup>ème</sup> siècle et qui s'est intensifié, les 10 années les plus chaudes entre 1880 et 2010 étant toutes postérieures à 1998. L'élévation de la température

<sup>4</sup> Données calculées par la méthode de Penman, à partir des données climatologiques des postes Météo France de la Tour du Valat et des Saintes Maries de la Mer (vent) et de trois postes agro-climatiques de l'INRA (rayonnement, insolation) sur la période 1988-2009.

moyenne du globe entre 1906 et 2005 est estimée à 0,74°C, dont une élévation de 0,65°C durant la seule période 1956-2006. D'après le quatrième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007), le réchauffement climatique depuis 1950 est très probablement d'origine anthropique.

Les projections des modèles climatiques du GIEC indiquent que la température de surface du globe est susceptible d'augmenter de 1,1 à 6,4°C supplémentaires au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle, selon les différents modèles et estimations d'émissions futures de gaz à effet de serre utilisés. Selon les scénarios considérés comme étant les plus réalistes, l'augmentation serait comprise entre 1,8 et 4°C à l'horizon 2100.

Un certain nombre de conséquences du réchauffement climatique sont l'objet d'un consensus parmi les climatologues, notamment :

- une montée du niveau des océans : l'élévation entre 1993 et 2003 est estimée à 3,1 mm par an (Collins *et al.*, 2007). L'élévation prévue en 2100 est de 18 à 59 cm, selon le quatrième rapport du GIEC. Les programmes en cours (Response, MISEEVA) s'accordent sur l'hypothèse d'une augmentation de + 1 m à l'horizon 2100 à l'échelle régionale.
- des modifications des précipitations, avec dans le bassin Méditerranéen une tendance à la baisse mais des épisodes de fortes précipitations plus fréquents et l'accentuation probable des risques naturels (submersion marine, crues automnales...).

En cas de réchauffement climatique, les conséquences sur la biodiversité incluent des modifications phénologiques et physiologiques, des modifications de la diversité et de l'abondance de certaines espèces, le déplacement des distributions géographiques et un risque accru d'extinction des espèces.

Sur les littoraux du Golfe du Lion, une accentuation des risques côtiers est attendue : extension des submersions marines temporaires ou permanentes, accélération de l'érosion des plages. La survie « physique » des écosystèmes lagunaires et de leurs zones humides périphériques semble particulièrement compromise par l'érosion côtière, l'élévation du niveau de la mer et la submersion marine. Cependant, les lagunes se sont formées pendant les périodes de montée du niveau de la mer. Ainsi, les écosystèmes lagunaires ont une capacité naturelle à s'adapter et à se reconfigurer dans le paysage littoral pendant les périodes de montée du niveau de la mer si les stocks sédimentaires et les courants littoraux permettent le déplacement des lidos vers l'intérieur des terres (DREAL & Conseil Régional Languedoc-Roussillon, 2011).

On observe une variation climatique plus importante sur les dernières décennies qui a globalement pour conséquences une augmentation du niveau de la mer et une augmentation des fréquences d'événements climatiques majeurs (tempêtes, invasions marines, inondations, etc.). Ces changements sont susceptibles d'avoir des impacts importants et directs sur l'ensemble de la zone d'étude, aggravant les phénomènes d'érosion du littoral résultant des processus hydro-sédimentaires.

Les incertitudes sur la fiabilité des résultats issus des modèles climatiques globaux et régionaux incitent cependant à rester prudent dans la prospective.

### **1.3.3. Géologie, géomorphologie et pédologie**

#### **1.3.3.1. Géologie et géomorphologie**

La constitution de la plaine du Bas-Rhône est relativement récente. Des terrains jurassiques et créacés encadrent une dépression qui s'est comblée progressivement à la faveur des variations de niveaux des terres et des mers au cours des dernières périodes. Ces mêmes terrains ont servi de base aux accumulations successives qui ont suivi au cours du Tertiaire et du Quaternaire (Duboul-Razavet, 1955). Les dépôts quaternaires (des cailloutis villafranchiens aux alluvions deltaïques) forment des couches d'épaisseur variable : 12 mètres en bordure et jusqu'à 54 mètres aux Saintes Maries de la Mer.



La vallée du Rhône, dont l'orientation Nord-Sud est l'œuvre du soulèvement alpin, est occupée par la mer dès le Miocène (de 5,3 à 23 millions d'années) ; au début du Pliocène (5 millions d'années), la mer est présente en un fjord remontant jusqu'aux environs de Lyon. La sédimentation d'origine marine, constituée de marnes plaisanciennes, est alors fine et vaseuse.

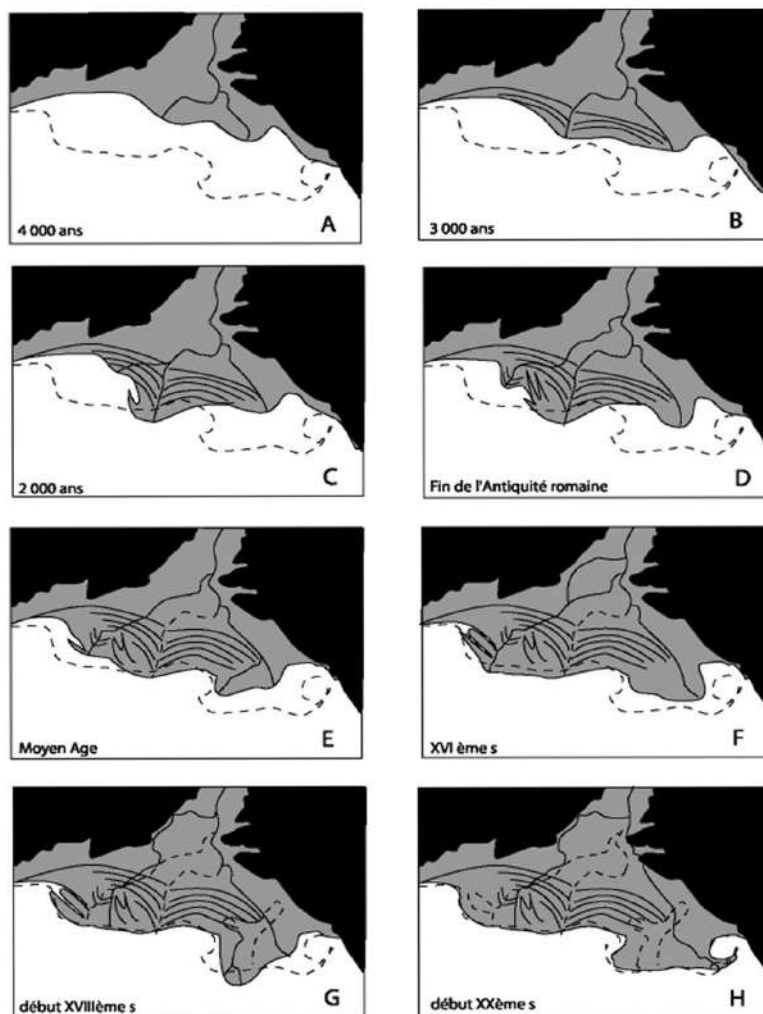
A cette période succède l'Astien (fin du Pliocène), marqué par le retrait de la mer du golfe plaisancien, annonçant le Villafranchien fluvio-continental dont les apports vont envahir une grande partie de la région. Le Rhône est à cette période un fleuve puissant qui charrie de gros galets.

L'abaissement graduel de la mer (jusqu'à 30 mètres au-dessous du niveau actuel) favorise le creusement du lit du Rhône, dont l'alluvionnement torrentiel est complété à l'est par les apports de la Durance, et à l'ouest par ceux du Gard, du Vistre et du Vidourle. Ces dépôts villafranchiens vont former à l'ouest ce que l'on appelle les Costières du Gard, tandis qu'à l'est, la Durance séparée du Rhône forme la Crau (-100 000 ans). Ces cailloutis sont présents à partir de 19 mètres de profondeur à Arles et 38 mètres à Salin-de-Giraud.

Les périodes de glaciations qui se succèdent ensuite (phase Riss-Würm) voient la poursuite de l'abaissement du niveau marin jusqu'à -120 mètres. Après le Würm, la Durance prend son cours actuel, affluent du Rhône. S'ensuit une remontée rapide du niveau des mers : la transgression flandrienne. Cette période voit l'apparition de cordons littoraux successifs. La transgression est à son maximum vers -4.000 / -5.000 ans B.P., période durant laquelle elle atteint +1,5 mètres par rapport au niveau actuel. Le rivage atteint alors la rive nord du Vaccarès et la région de Lansac sur le Plan du Bourg. Cette dernière ligne va établir la démarcation actuelle entre les différents processus sédimentaires de l'édification de la Camargue, avec une sédimentation fluvio-lacustre au nord de cette limite et une sédimentation marine devenant laguno-lacustre au sud (Heurteaux, 1969).

Dans le secteur de Salin-de-Giraud, les terrains gagnés récemment sur la mer sont à nette tendance sableuse, témoignant d'un alluvionnement intense. Sous une couche de vase d'origine fluviale se trouvent plusieurs dizaines de mètres de sédiments marins : sables gris micacés, sables ocres, vase noire ou jaune très fine.





**Figure 4** : Principales étapes de l'évolution du delta du Rhône depuis 4000 ans BP (Vella *et al.*, 2005 ; Rey *et al.*, 2009).

Le delta constitue aujourd'hui une plaine sub-horizontale, avec une pente très faible ( $1,7 \cdot 10^{-4}$ ) d'Arles à la mer, où les restes d'anciens lits du Rhône et les cordons littoraux sont encore visibles. Ces faibles dénivellations délimitent un ensemble très fragmenté d'étangs, de marais et de terres fermes dont les limites restent fluctuantes.

Dans le delta, les cours du fleuve ont changé de nombreuses fois, formant des bourrelets alluviaux et créant une trame de zones dépressionnaires et de lagunes, souvent en dessous du niveau de la mer.

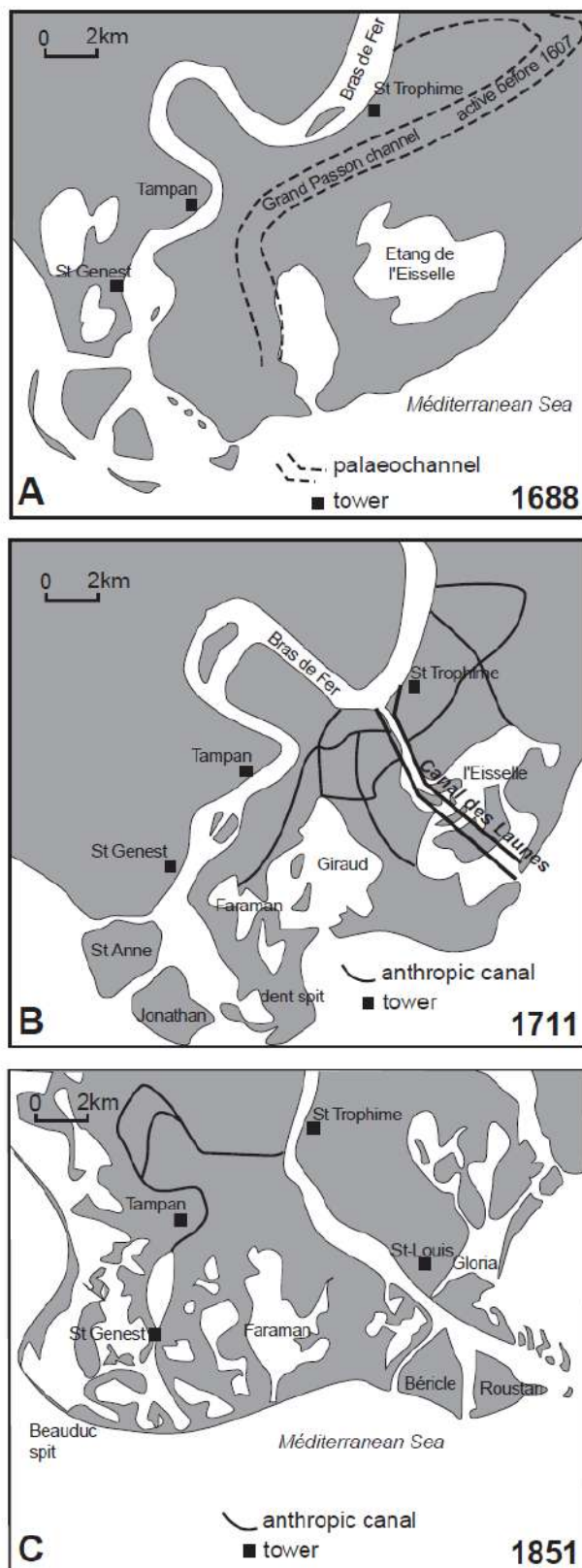
L'évolution moderne de la partie orientale de la plaine du delta du Rhône a fait l'objet de nombreux travaux (Provansal, 2003 ; Vella *et al.*, 2005) :

Le Moyen-âge voit le développement du bras du Grand Passon. La fin de cette période est marquée par l'abandon de ce bras (en 1607) et de celui d'Ulmet. Le bras de Fer devint actif à partir de 1585. Celui-ci reçoit le Rhône de l'Escaut et se jette à Faraman (figure 5A). D'après l'analyse des cartes historiques de l'embouchure du Bras de Fer durant le Petit Age Glaciaire, l'émersion du lobe deltaïque avança de 160 m/an durant la période 1665/1688 (Provansal *et al.*, 2003).

Un autre bras au tracé plus direct, qui sera bientôt appelé canal des Launes, chemine plus à l'Est à travers des étangs reliés à la mer. Le canal des Launes est endigué et rectifié pour lui empêcher toute divagation (figure 5B). A partir de 1725, ce canal devient le lit principal du fleuve tandis que le Bras de Fer se colmate progressivement.

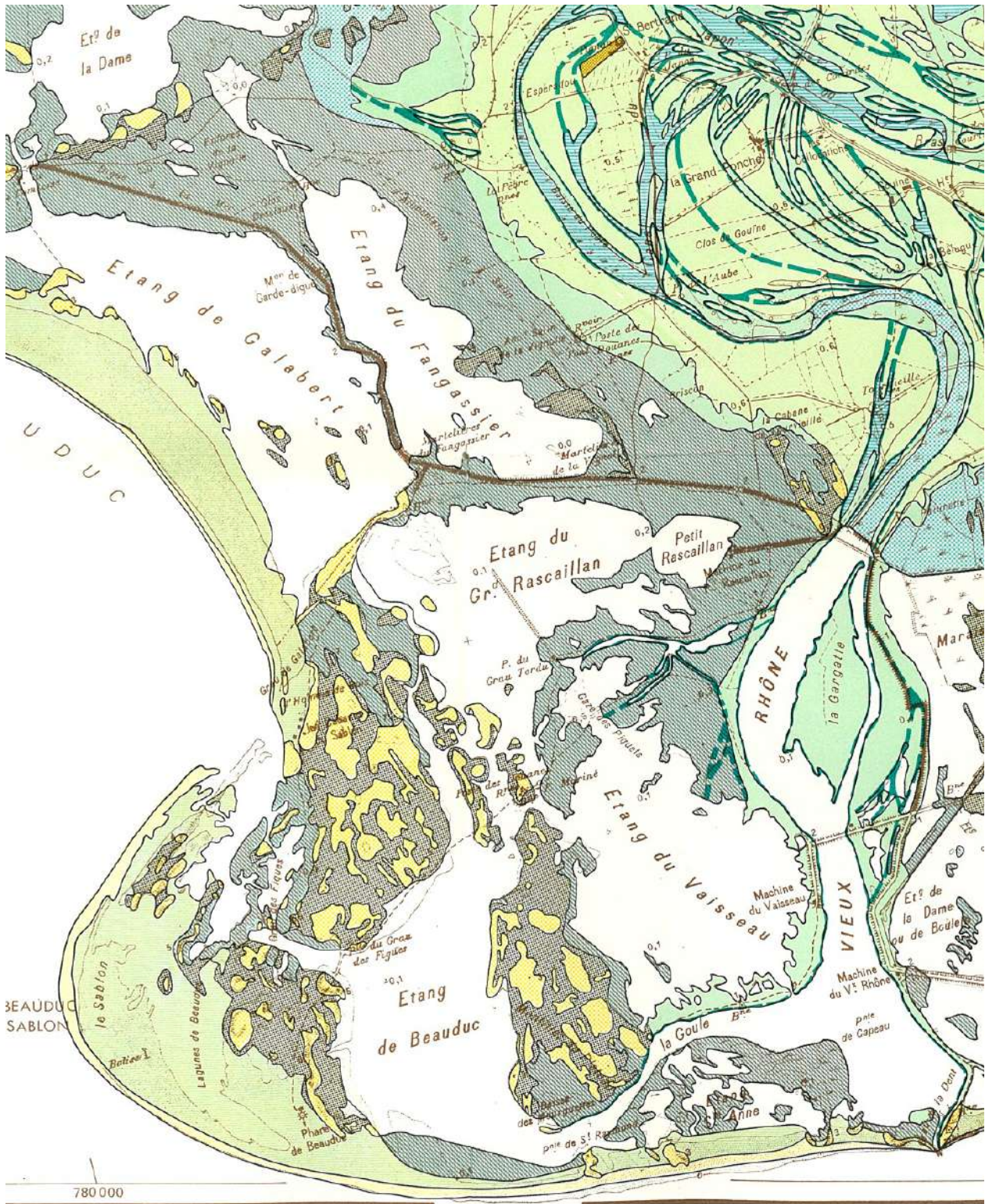
Durant les années 1730, les digues qui bordent le chenal jusqu'en aval de la tour Saint Antoine sont soigneusement entretenues pour empêcher les eaux de retourner dans le Bras de Fer.

Le chenal du Grand Rhône prend son cours actuel vers le sud-est. Seuls les cours des embouchures évoluent à partir de cette date (figure 5C).



**Figure 5** : Evolution moderne de la partie orientale de la plaine deltaïque du Rhône d'après les cartes historiques (Vella *et al.*, 2005).





**Carte 4 :** Extrait de la carte géomorphologique, Camargue (DDA, 1970).



## LÉGENDE DE LA CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE

Cette carte a été réalisée en utilisant les données de l'étude des sols au 1/20 000e

### BOURRELETS ALLUVIAUX

*Bombements topographiques édifés par le fleuve, hauts de quelques mètres, larges de plusieurs centaines de mètres. Ce sont des constructions d'alluvions généralement assez grossières à proximité de leur axe, plus fines lorsqu'on s'en éloigne de part et d'autre. Les bourrelets alluviaux ont des profils longitudinaux qui plongent vers les embouchures. Ils ont été subdivisés transversalement en parties centrales, latérales et externes. Dans la zone centrale existe en général une partie axiale déprimée qui représente un dernier passage du fleuve, ou le cours actuel.*

#### – Anciens lits

- passages en général bien visibles
- passages probables
- crevées latérales de débordement ayant alluvionné dans les dépressions



#### – Parties non cultivées, fréquemment inondées

dans les «ségonnaux» du Grand et du Petit Rhône



#### – Parties centrales des bourrelets - Limitées au cotes supérieures à 1,75 m N.G.F. : Hautes terres

- du Grand et du Petit Rhône
- des anciens cours du Rhône ( Albaron, St Ferréol, Ulmet)



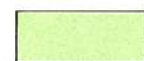
#### – Zones déprimées au raccordement de parties centrales de bourrelets voisins

(Montmeillan, Enganes de Millet)



#### – Parties centrales et latérales des bourrelets - (Altitude inférieure à 1,75 m N.G.F.

des cours actuels et anciens du Rhône



#### – Parties externes des bourrelets - (altitude très proche de celle des bassins d'inondation)

périphérie des bassins d'inondation



### MARAIS

- *Dépressions fermées, limitées par divers bourrelets alluviaux*  
(bassins d'inondation en eau douce à saumâtre, conditions palustres)

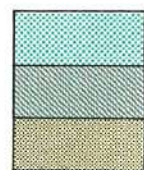


### ÉTANGS

- *Dépressions en communication plus ou moins directe avec la mer, limitées par des alignements dunaires et par des bourrelets alluviaux*

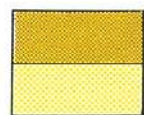
*Les parties recouvertes en permanence par les eaux sont laissées en blanc*

- Parties presque entièrement colmatées où des eaux relativement douces permettent l'installation de la roselière
- Parties colmatées, recouvertes par les eaux en hiver (Sansouire)
- Parties très basses dans les zones d'alignements dunaires



### DUNES (Montilles)

- Dunes de Haute et Moyenne Camargue  
(du domaine fluviatile)
- Dunes et alignements dunaires  
(du domaine littoral)



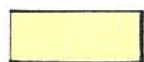
### ARRIERE-PLAGE

- *Zone littorale, située entre les dunes et la plage proprement dite, envahie par les hautes eaux (continentales et marines)l'hiver (souillère), à sec et intégrée à la «plage» l'été*



### PLAGE

- *Bande littorale sableuse soumise au mouvement des vagues et à l'action du vent*



### **1.3.3.2. L'évolution récente du littoral**

Le recul ou l'avancée du trait de côte dépendent de la combinaison de quatre facteurs naturels (Suanez & Sabatier, 1999) : l'importance des apports sableux, la migration des embouchures liée aux défluviations, l'action des houles et des courants littoraux et enfin les variations du niveau marin.

Pour la période récente, le fonctionnement du littoral camarguais a été perturbé par les nombreux aménagements sur le Rhône et son bassin versant (construction de barrages en amont, endiguement du Rhône dans sa plaine deltaïque), ainsi que sur la côte avec la construction de nombreux ouvrages de défense contre l'érosion. Le processus d'érosion des lobes deltaïques s'explique avant tout par la mort du Rhône de Saint-Ferréol à partir de l'époque romaine et du Haut Moyen Age aux Saintes-Maries-de-la-Mer et par l'abandon du Rhône du Bras de Fer depuis 1711 à Faraman. Dans ces conditions, le recul du linéaire semble durable dans ces secteurs.

Le fonctionnement actuel du littoral montre l'existence de deux cellules hydrosédimentaires majeures centrées respectivement autour du Grand Rhône et du Petit Rhône (carte 5). La cellule répartie de part et d'autre du Grand Rhône, s'étend d'est en ouest, de l'extrémité de la flèche de la Gracieuse à la zone des cabanes des Sablons. Ces deux secteurs ferment le système hydrosédimentaire oriental évoluant à partir de trois sources sédimentaires : les apports actuels rhodaniens et les deux sous-deltas fossiles de Pégoulie et du Bras de Fer. A l'intérieur de ce système, le déplacement des cellules s'organise à partir de trois sous-cellules (Suanez, 1997) :

- une cellule orientale située à l'est du Grand Rhône limitée dans sa partie occidentale par l'exutoire rhodanien,
- deux cellules situées à l'ouest du grau de Roustan, réparties de part et d'autre de l'étang de Saint-Anne.

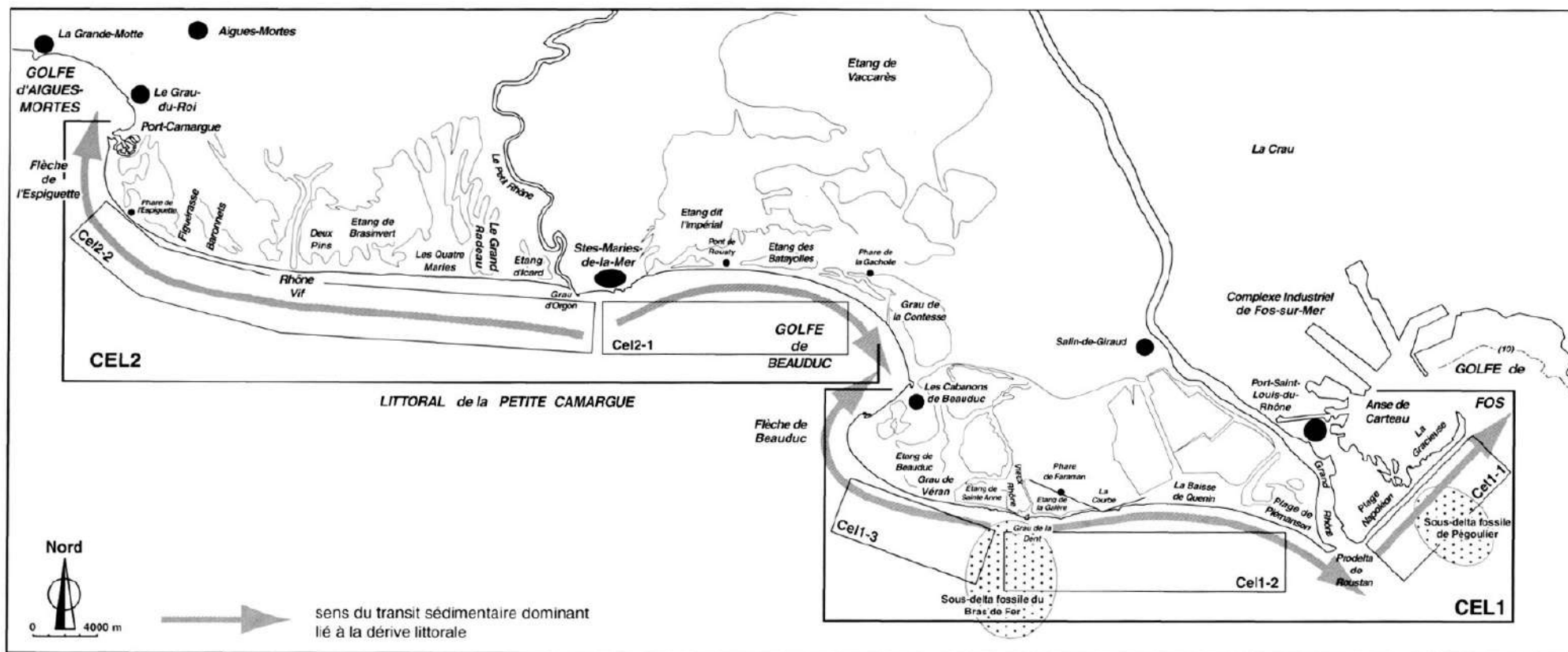
A l'ouest du Grand Rhône, la limite entre ces deux dernières cellules est marquée par la divergence de la dérive littorale liée à la réfraction de la houle sur le sous-delta fossile du Bras de Fer. Ce point de divergence, correspondant à la zone d'érosion maximum, migre progressivement vers l'ouest. Dans les années 70, il était localisé au droit du grau de la Dent (Blanc, 1977), tandis que les études récentes le situent au niveau de l'étang de Sainte-Anne (Suanez, 1997). La flèche de Beauduc et une partie du golfe de Beauduc ne sont plus alimentés que par le démantèlement progressif du sous-delta du Bras de Fer, ce qui se traduit par l'érosion des plages situées plus à l'est, jusqu'au grau de la Dent.

La cellule occidentale, centrée sur le Petit Rhône, a notamment pour zone de stockage sédimentaire, le golfe de Beauduc. Cependant l'alimentation de ce secteur est extrêmement réduite et dépend directement des apports en sables vifs du Petit Rhône qui sont considérés très faibles (Blanc, 1977 ; Arnaud-Fassetta, 1998).

Le golfe de Beauduc représente donc un « réservoir » sédimentaire important, où se réunissent les deux cellules hydro-sédimentaires.

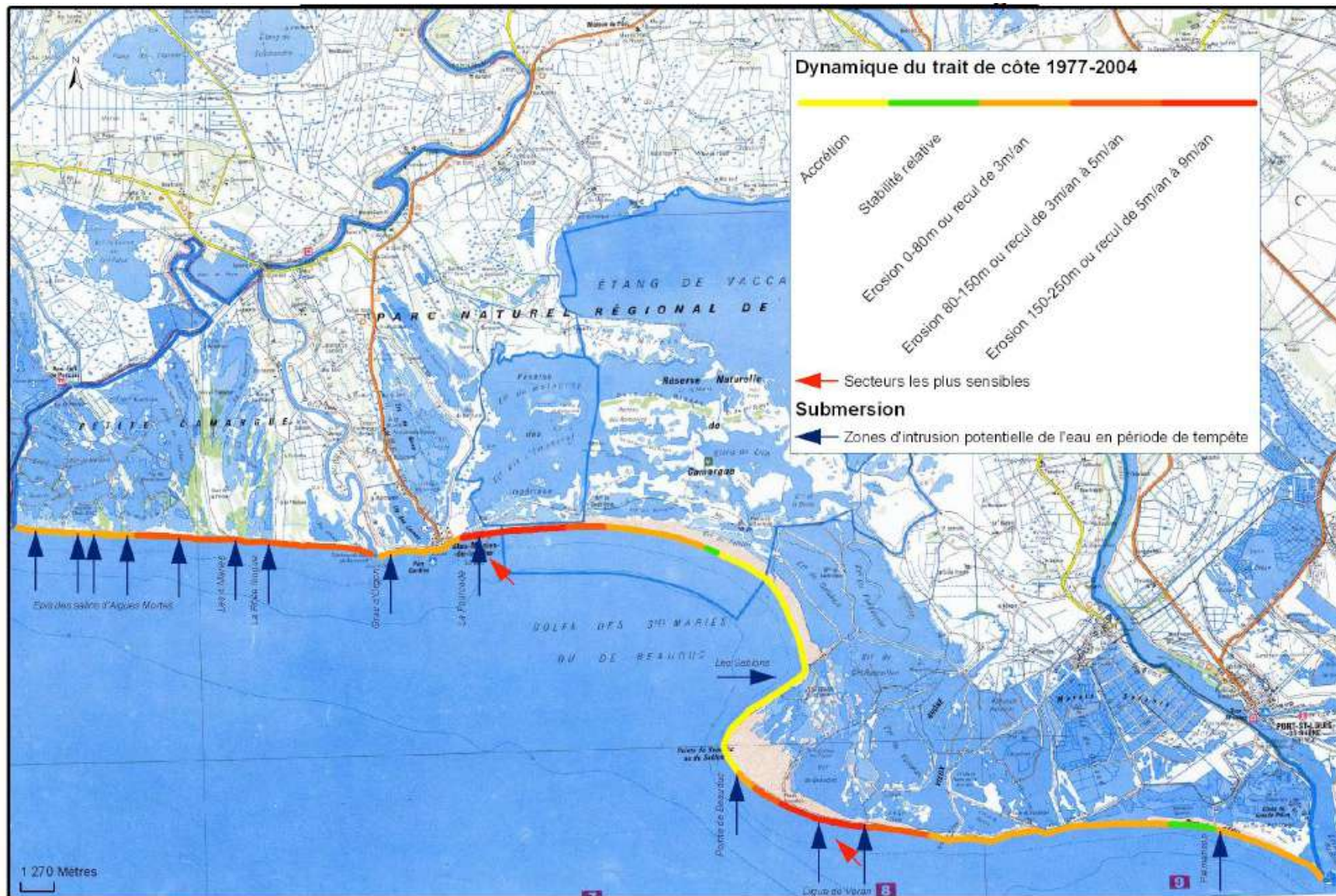
Ces observations permettent d'esquisser l'évolution future du littoral en cas d'abandon de la protection côtière : on assistera à une détérioration progressive des infrastructures créant ainsi des brèches dans la ligne de défense. A moyen terme, un recul du trait de côte assez rapide est attendu comme le montrent les chiffres obtenus sur la période antérieure aux équipements, soit entre 2 et 10 m / an suivant les secteurs (Suanez, 1997). Cette évolution devrait se traduire par une augmentation du transit sédimentaire en direction de Beauduc à l'ouest et de la plage de Piémanson à l'est. A long terme (50 ou 100 ans), on pourrait constater un colmatage important du fond du golfe de Beauduc.





Carte 5 : Cartographie des cellules hydro-sédimentaires dans le delta du Rhône (Suanez & Sabatier, 1999).





Source : IGN Scan 100, F. Sabatier (CEREGE), PNRC, M. Mouchène, photographies obliques EID Méditerranée (1997)

**Carte 6** : L'aléa érosion/submersion sur le littoral du PNR Camargue (F. Sabatier (CEREGE), PNRC, M. Mouchène).





### 1.3.3.3. Pédologie

Comme ailleurs en Camargue, tous les sols sont jeunes, peu évolués, calcaires, développés sur des matériaux sédimentaires d'apport récents. Les différents taux de calcaire rencontrés dépendent uniquement des variations de ces matériaux.

**Tableau 2** : Description des sols présents sur la zone d'étude (d'après DDAF 13, 1970).

Type de sol	Dépôt	Secteur
<b>Sols minéraux bruts</b>		
Sables salés des plages	marin	avant plages
Sables (salés en profondeur)	éolien	Platelet, Beauduc, Sablons, Val Agricola, Galabert
Sols limono-sableux salés	éolien (et remaniement par les étangs)	Platelet, Beauduc, Sablons, Val Agricola, Galabert (localement à Briscon)
<b>Sols sodiques</b>		
Sables limoneux, salins à alcalins	dépôts d'alluvions du Rhône en étang salé	Ste Anne (et localement à Galabert)
Sols sablo-argilo-limoneux, salins à alcalins	dépôts mixtes ou alternés : fluviatile - étang salé	Vaisseau, Pèbre, Briscon, Vieux Rhône
Sols sableux, très salins à alcalins	dépôts d'alluvions du Rhône en étang salé	Grau des Figues, Etangs de Beauduc, Ste Anne, Vaisseau, Fangassier, Galabert
Sols sableux, très salins à alcalins	dépôt complexe salé (alternance d'apports éoliens, marins, d'étang salés)	Sablons, Ste Anne, Galabert

## 1.4. Evolution récente de la zone d'étude

Au cours des deux années de réalisation de l'étude (2010 et 2011), des changements environnementaux majeurs ont été observés, avec d'une part la **multiplication des brèches** sur les digues situées en front de mer et d'autre part des **modifications générales de la gestion des eaux**. Ces événements ont déjà modifié profondément les rythmes et les durées d'inondation, les niveaux d'eau et donc la force érosive et la salinité des eaux, la salinité des sédiments et le bilan sédimentaire. Ces changements considérables des conditions environnementales ont notamment induit des phénomènes de succession secondaire des écosystèmes perceptibles dès l'été 2010 et un usage probablement différent des terrains par la faune. Les facteurs d'évolution récente de la zone d'étude sont décrits plus en détail dans le chapitre 4.2.

## 2. Etat écologique initial avant les aménagements salicoles

### 2.1. Matériel et méthodes

**Caractéristiques générales et évolution globale de la zone d'étude** : Cette partie de l'étude reprend l'analyse des cartes et photographies aériennes anciennes effectuée par la *S.N.P.N. – Réserve Nationale de Camargue* (Coulet, 2011). En particulier, l'étude de Coulet (2011) restitue le cadastre Napoléonien de 1823 (numérisation effectuée par la Réserve Nationale de Camargue) et il établit une cartographie du secteur de Beauduc en 1942, à partir des photographies effectuées lors de la première mission aérienne complète sur le littoral camarguais et exploitable au 1/5000<sup>ème</sup>.



**Milieux aquatiques :** Au total, 15 références bibliographiques contenant des informations sur la faune et la flore aquatique présentes dans la zone d'étude avant les aménagements salicoles ont été exploitées (cf. *Bibliographie* page 204). Les données récoltées ont été saisies dans deux bases de données (cf. tableau en annexe 1, page 214).

La validité des taxons mentionnés et leur éventuelle synonymie a été vérifiée en utilisant les référentiels taxonomiques suivants : *Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN)* du *Muséum National d'Histoire naturelle*, *Faune Europaea*, *WoRMS (World Register of Marine Species)*, *ITIS (Interagency Taxonomic Information System)*, *Marine Species Identification Portal* et *GBIF (Global Biodiversity Information Facility)*. Il est à noter que la plupart des publications anciennes (notamment Gourret, 1897) font parfois mention de noms scientifiques qui ne sont plus utilisés aujourd'hui et ne sont référencés dans aucun des référentiels taxonomiques modernes listés ci-dessus. Pour une partie des taxons concernés cependant, les noms vernaculaires locaux sont également mentionnés dans les publications, ce qui a permis dans plusieurs cas leur identification et leur rattachement aux référentiels taxonomiques.

Les données ont ensuite été exploitées par localités (étang ou lagune) et par périodes (avant / après les aménagements salicoles), pour ces dernières en se référant aux historiques des aménagements décrits notamment par Gourret (1897), Britton & Johnson (1987) et Sadoul (1996). Il convient toutefois de noter que l'aménagement de la zone d'étude et sa conversion pour la saliculture sont intervenus par étapes et de façon progressive dans l'espace et dans le temps. C'est par exemple le cas de plusieurs étangs « extérieurs » (situés entre la mer et la digue à la mer), qui avant d'être endigués totalement, avaient déjà servi pour la pré-concentration de l'eau de mer. Enfin les dates des travaux ne sont pas toujours connues de façon précise.

Les indications d'abondance données dans le présent document sont celles mentionnées par le ou les auteurs des observations.

La flore aquatique fait référence à la flore submergée.

**Milieux terrestres :** Les principaux changements d'occupation des habitats naturels observés entre la période pré-salicole et la situation présente sont décrits. Pour la période pré-salicole, la carte phytosociologique de la Camargue au 1/50.000ème (Molinier & Devaux, 1978) a été utilisée. Les levés de cette carte ont été effectués entre 1958 et 1966, c'est-à-dire, pour une partie de la zone d'étude, avant les aménagements salicoles.

#### **Avifaune :**

Les principales données bibliographiques et les jeux de données non publiés disponibles ont été exploités et analysés :

- Actes de la Réserve de Camargue (à partir des années 30) et notamment, les comptes-rendus de Lomont.
- Recensements des laro-limicoles nicheurs réalisés par Lévêque (années 50).
- Recensements d'anatidés et foulques hivernants réalisés par Müller de 1955 à 1959.

Pour l'historique des reproductions de flamants roses, les écrits de Gallet (1949), les comptes-rendus d'Hoffmann (1955 à 1964) et la synthèse établie par Johnson & Cézilly (2007) ont également été exploités.

Les données sont restituées par groupes taxonomiques.



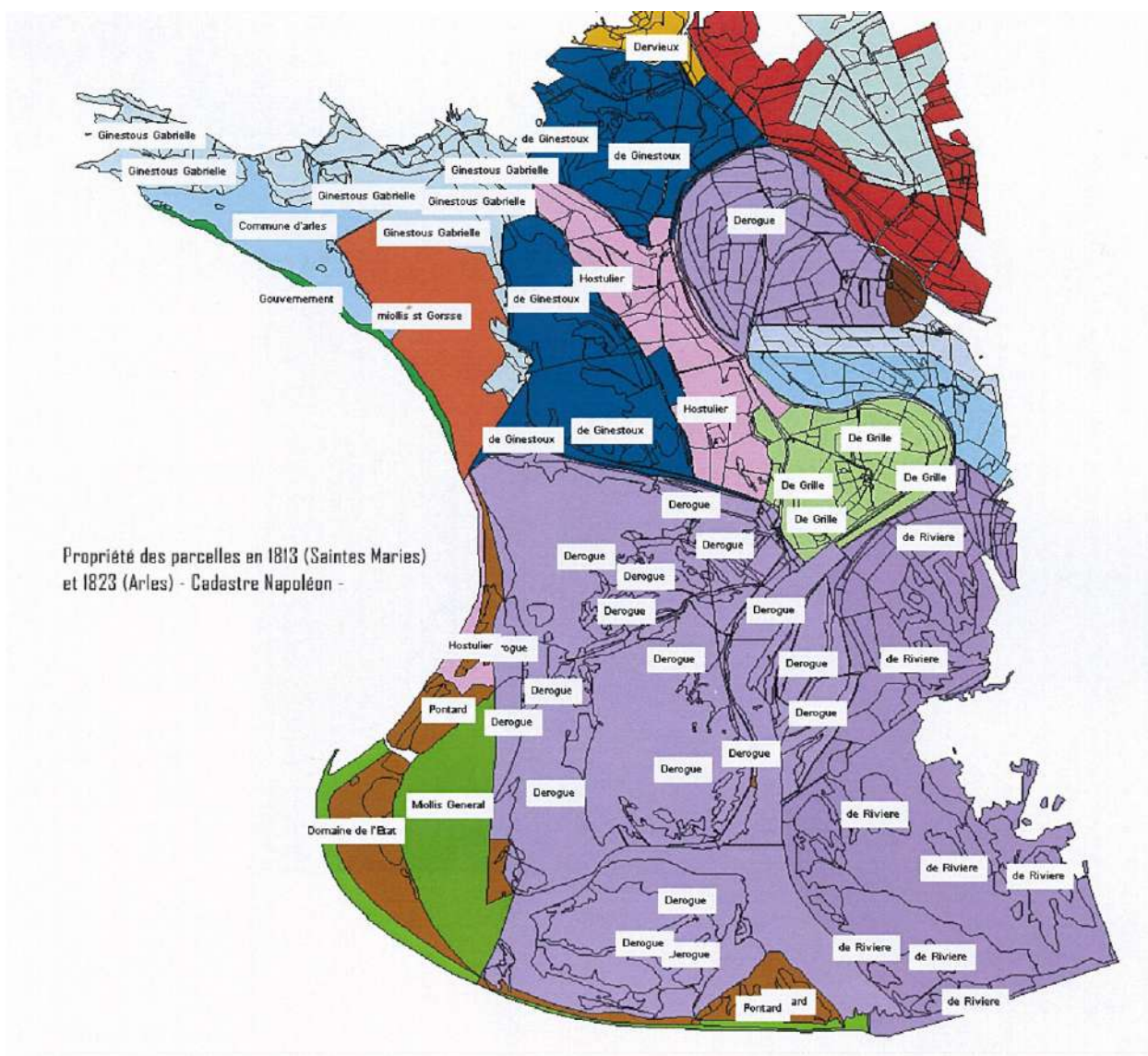
## 2.2. Résultats

### 2.2.1. Caractéristiques générales et évolution globale de la zone d'étude

L'étude réalisée par la *Société Nationale de Protection de la Nature* (Coulet, 2011) nous renseigne sur les caractéristiques générales de la zone d'étude et son évolution depuis le début du 19<sup>ème</sup> siècle jusqu'à 1942.

#### Les propriétés en 1823

La zone d'étude est constituée de grandes propriétés à faible rentabilité. Coulet (2011) constate qu'il y a déjà les prémices du futur Domaine Public Maritime, en particulier là où le trait de côte évolue, avec en particulier la parcelle de l'Etat sur la pointe de Beauduc.



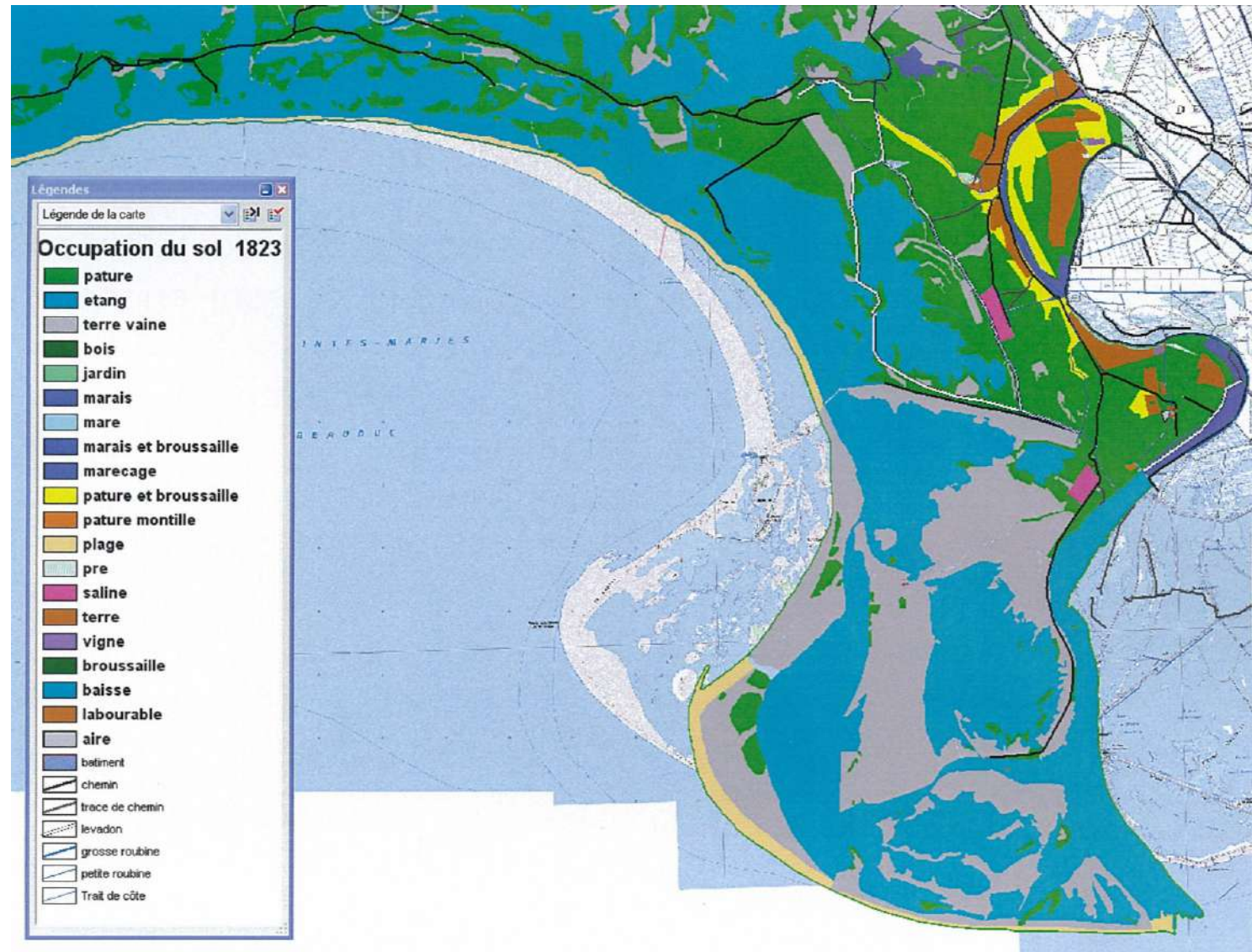
**Carte 7** : Propriétés des parcelles en 1813 (Saintes Maries) et 1823 (Arles) – Cadastre Napoléon (Coulet / *SNPN- Réserve Nationale de Camargue*, 2011).



## Occupation du sol 1823 (Cadaastre Napoléonien).

La digue des Salins de la Vignolle est complétée à l'est, ce qui indique qu'il était encore en activité, de même que celui de la Quarantaine (Coulet, 2011).

Les « pâtures » définissent tous les secteurs de sansouires, avec une extension sur la pointe de Beauduc, probablement sur des dunes et montilles : pour tous les secteurs il semble s'agir de pâturage par des ovins, mieux adaptés au manque de ressources conséquentes en eau douce (Coulet, 2011).



Carte 8 : Occupation du sol 1823. Cadastre Napoléonien (Coulet, 2011).



## La zone d'étude vers 1850

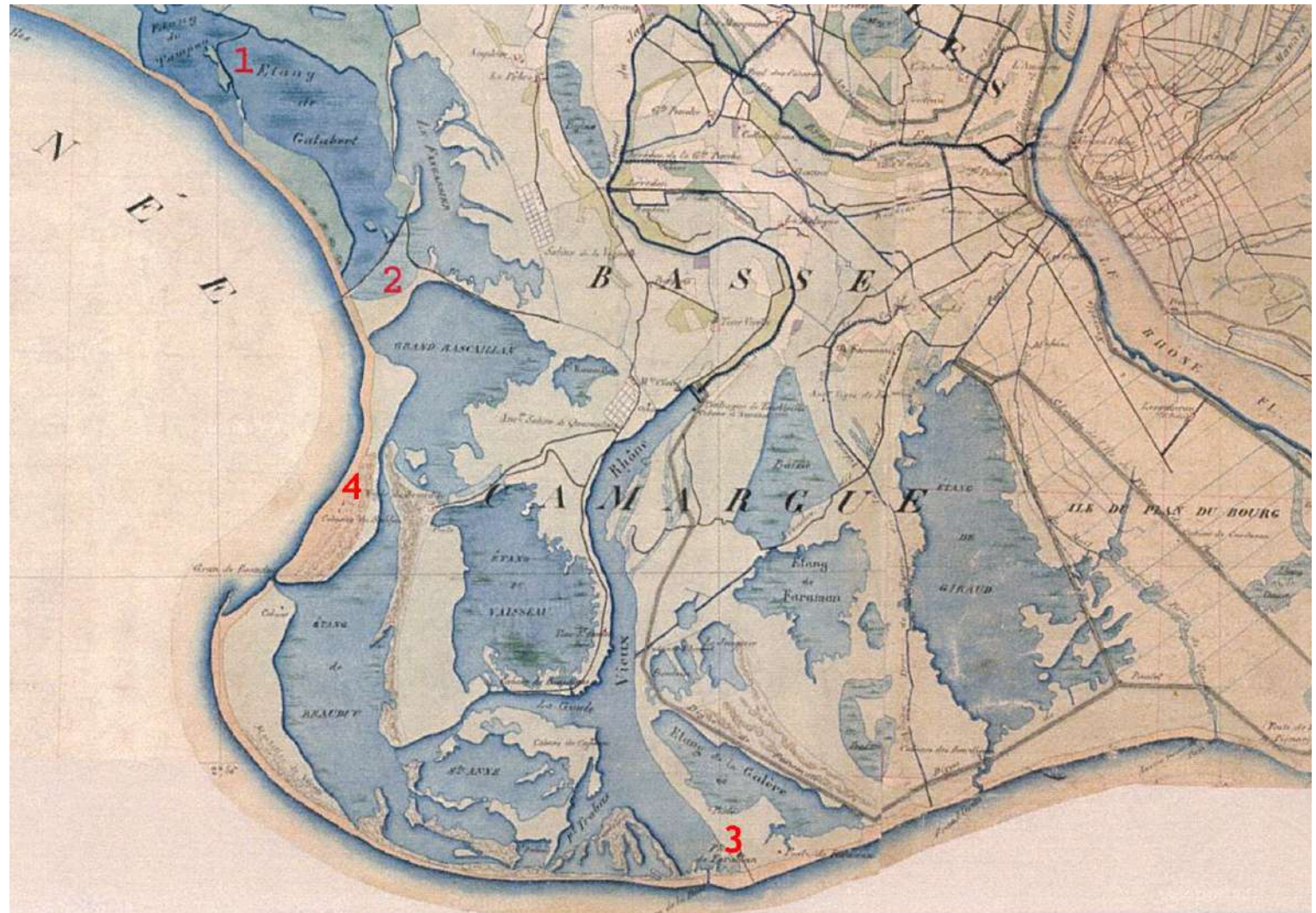
A cette période, la digue à la mer est seulement construite au nord de l'étang de la Galère et le long du Vieux Rhône.

Les deux salins de la Vignolle et de la Quarantaine sont encore cartographiés même s'ils ne sont plus en activité (Coulet, 2011).

Deux digues, l'une au sud-est du Tampan (1), l'autre au sud-est du Galabert (2), sont en place pour dériver les eaux venues du Vaccarès et des « empleins » vers la mer (Coulet, 2011).

Le premier phare de Faraman n'est pas encore « en mer » (3).

Des « cabanes des Sablons » sont indiquées sur la carte (4).



Carte 9 : Carte d'Etat Major de 1850 (?) (in Coulet, 2011).



## La zone d'étude vers 1895

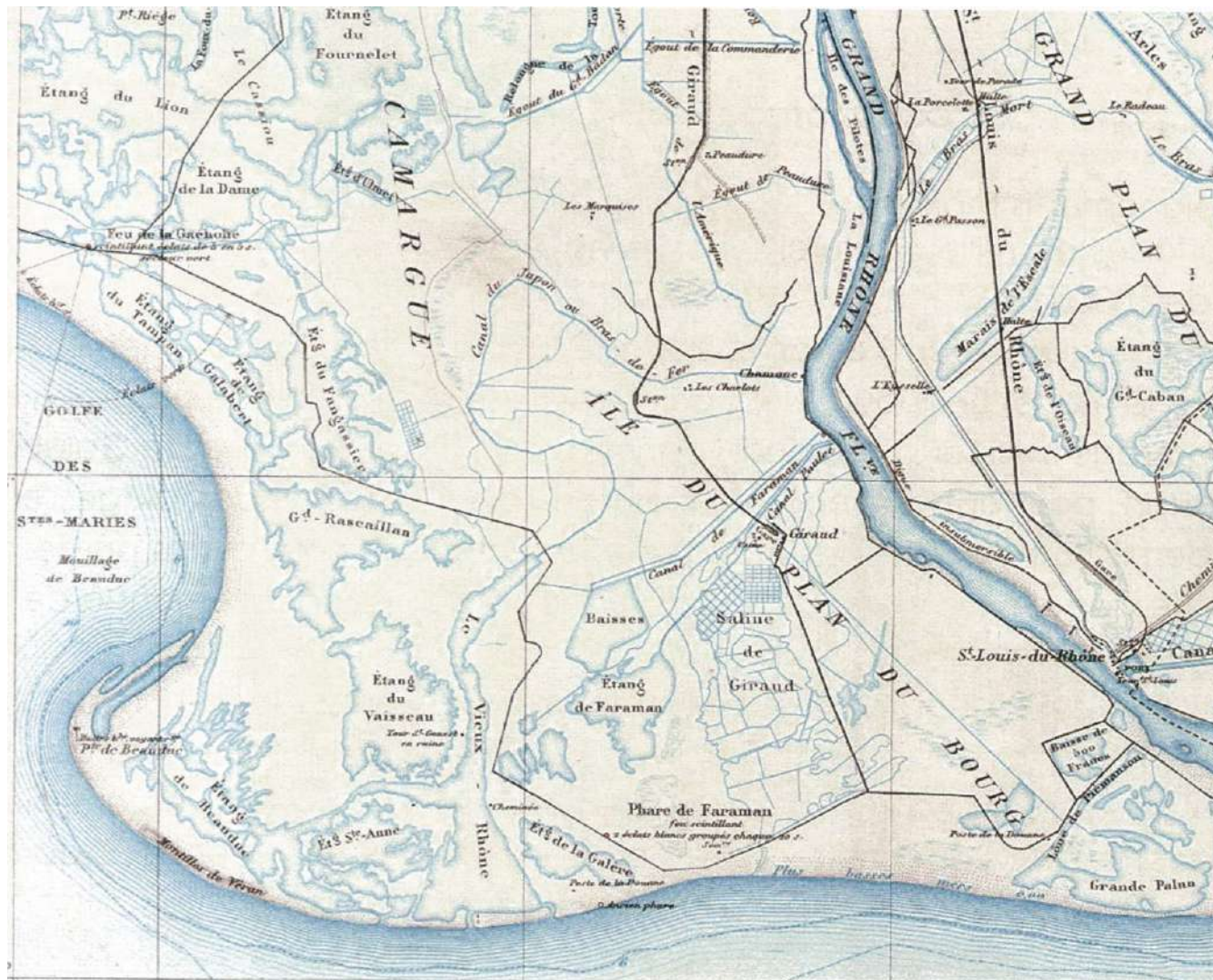
La digue séparant les étangs de la Dame et du Fournellet de l'Étang du Lion est encore en place. Le pertuis de la Comtesse est donc, encore à cette date, inopérant pour l'évacuation du Vaccarès (Coulet, 2011).

La construction de la digue à la mer est achevée. L'étang du Fangassier est totalement isolé.

Gourret (1897) décrit un courant « qui règne surtout en hiver et qui tantôt pénètre à travers la plage de Galabert pour parcourir l'étang du même nom, ainsi que ceux du Tampan et des Batayolles et sortir par le grau de Rousty, tantôt suit une marche inverse ». La carte montre une communication entre le Galabert et le Grand Rascaillon, cependant Gourret indique que cette communication est intermittente.

Les Salins de la Quarantaine ne sont plus cartographiés.

Au droit de Beauduc jusqu'à la Galère, le trait de côte s'étend bien plus au sud qu'actuellement. Des « Montilles de Vèran » sont cartographiées au sud de l'étang de Beauduc. L'ancien et le nouveau phare de Faraman sont indiqués.



Carte 10 : « Atlas des ports », 1895





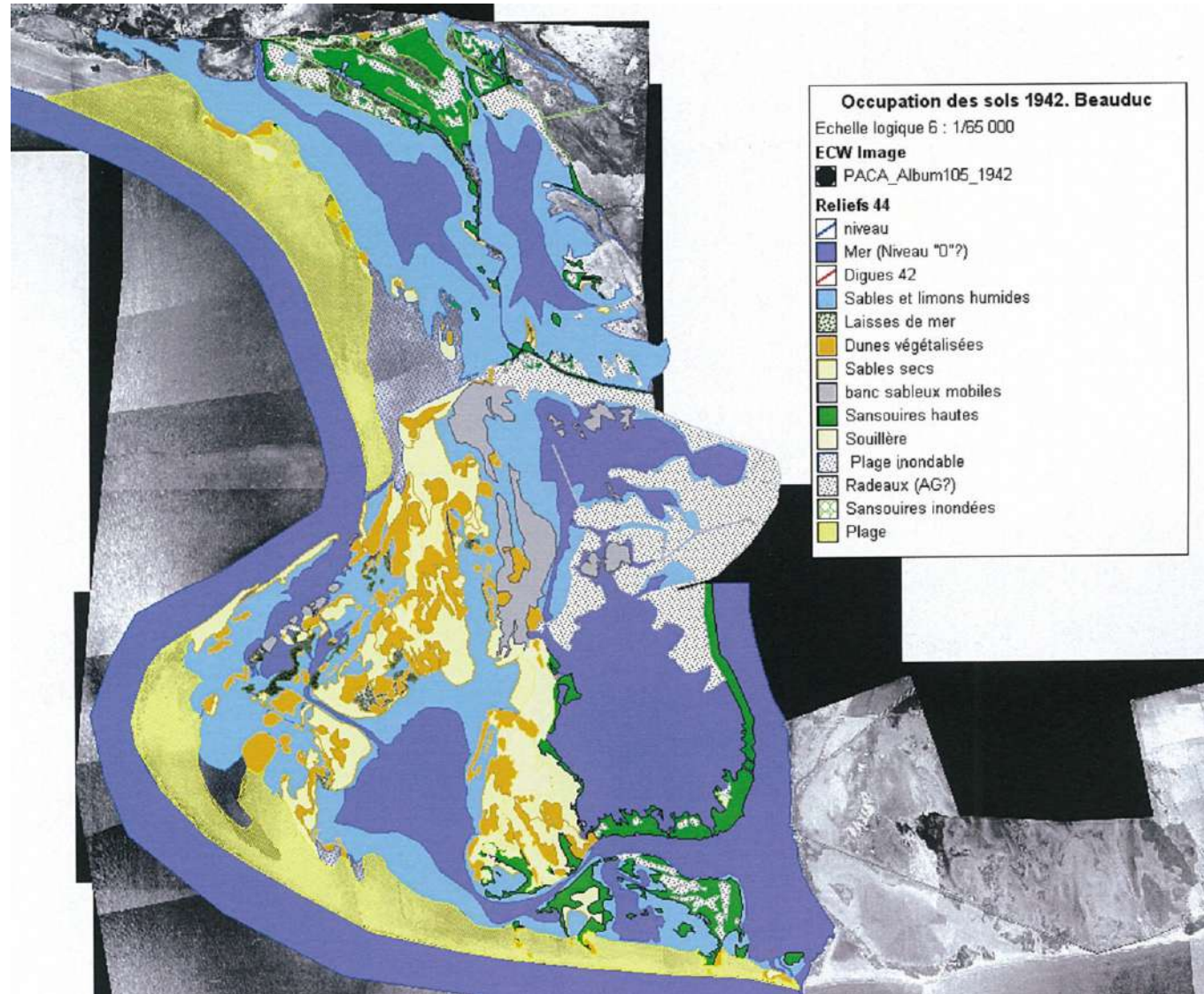
## L'occupation des sols en 1942.

Les secteurs des Enfores de la Vignolle, de « Galabert 3 », de « Pourtour Rascaillan 1 » et des « Quarantaine » sont à cette date essentiellement constitués de milieux naturels terrestres. De vastes surfaces de dunes et de sables sont également présentes au Platelet et sur « Vaisseau 1 ». Plus de 1000 ha seront « noyés » par la transformation en salin (Coulet, 2011).

Les surfaces d'étangs (bleu foncé) et les surfaces en « sables humides » (bleu clair), ont été tracées à partir de diverses photographies aériennes de 1944, qui s'échelonnaient d'avril à août. Elles correspondent relativement bien à la bathymétrie des étangs levée dans les années 60 par les Salins mais ne rendent pas compte des ensablements ultérieurs (Coulet, 2011).

Il semble que l'étang de Beauduc communiquait encore de façon permanente dans le golfe de Beauduc par le Grau des Figues.

La séparation entre le Galabert et le Grand Rascaillan est renforcée par une digue (non figurée sur cette carte, mais visible sur une carte d'Etat Major datant des années 30) et plus à l'ouest par un barrage dunaire.



Carte 11 : Occupation des sols en 1942 (Coulet, 2011).

## 2.2.2. Les étangs

Plusieurs documents se sont révélés déterminants pour cette étude.

L'ouvrage de Gourret (1897) est la principale source d'information sur la faune aquatique présente dans la zone d'étude à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Les informations apportées concernent la plupart des étangs. Dans son ouvrage, Gourret décrit également pour quelques plans d'eau la flore présente.

Ensuite, Schachter (1949) répertoria en février et novembre 1941 la faune aquatique présente dans les étangs du Vieux Rhône. Son inventaire a une portée géographique limitée mais il rassemble la majeure partie des données disponibles pour ces étangs.

Enfin, de nombreuses observations sur la faune aquatique sont ensuite effectuées de 1955 à 1961. Elles ont été publiées principalement par Aguesse (1957 ; 1959 ; 1960), Aguesse & Dussart (1956) et Lévêque (1957 ; 1963). Ces données concernent la plupart des plans d'eau.

### 2.2.2.1. Le Galabert

L'étang du Galabert fut isolé du Fangassier par la construction de la digue à la mer. D'après Gourret (1897), après la construction de la digue, l'entrée des poissons dans le Galabert et d'autres étangs extérieurs était encore possible par l'existence d'un courant « *qui règne surtout en hiver et qui tantôt pénètre à travers la plage de Galabert pour parcourir l'étang du même nom, ainsi que ceux du Tampan et des Batayolles et sortir par le grau de Rousty, tantôt suit une marche inverse. En été, l'intensité du courant diminuant, les eaux n'ont plus la force de se frayer un passage au milieu des sables et les étangs extérieurs ne sont plus alimentés* ». Gourret (1897) rattache ainsi le Galabert à la catégorie des étangs « extérieurs » qu'il définit comme étant presque entièrement colmatés, qui se remplissaient par vent d'est, se vidaient par mistral et connaissaient un assèchement complet en été.

Peu d'informations sur la faune sont apportées par Gourret (1897), celui-ci ne relevant pour l'étang du Galabert que la présence du Mulet à grosse tête (*Mugil cephalus*)<sup>5</sup>, du Mulet porc (*Liza ramada*)<sup>6</sup> et du Flet (*Platichthys flesus*)<sup>7</sup>, sans toutefois estimer leur abondance.

Au début des années 50, le Galabert n'est pas encore aménagé. En 1956, une digue est construite pour l'isoler de l'étang du Tampan et empêcher que les eaux du Vaccarès s'écoulant dans le pertuis de la Comtesse ne viennent dans le Galabert (Sadoul, 1996). Cette digue, ainsi que d'autres aménagements effectués en périphérie à la même époque, avaient pour but d'éviter que des emplacements trop forts dans le Fangassier ne conduisent, par fort mistral, à submerger la digue à la mer au sud (Sadoul, 1996).

Durant cette période où le Galabert était encore peu aménagé et pas intensivement géré pour la pré-concentration du sel, très peu d'informations précises sont disponibles sur la flore et la faune aquatique. Molinier & Tallon (1974) rapportent que la Ruppie spiralée (*Ruppia cirrhosa*) était très commune dans le Galabert ; la date de cette observation n'est pas précisée mais celle-ci a probablement été effectuée en 1954, car l'un des deux auteurs étudia particulièrement le genre *Ruppia* cette année là (Tallon, 1957). Aguesse (1960) observa l'Amphipode *Corophium arenarium* (Crawford, 1937) en avril et septembre 1958 et releva dans le Galabert une salinité de 26,6 ‰ le 2 avril 1958. Aguesse (1956) trouva un autre arthropode, le Malacostracé *Diamysis bahirensis* (Sars, 1877) et Aguesse et Bigot (1962) notèrent la présence de coques *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789)<sup>8</sup>.

<sup>5</sup> Testus (*Mugil cephalo*), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>6</sup> Pouchudo (*Mugil capito*), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>7</sup> Larbe (*Flesus passer*), dans le texte.

<sup>8</sup> *Cardium glaucum*, Brug. (det. Mars), dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS



### 2.2.2.2. Le Clos Desclaux et les Enfores de la Vignolle

Aucune donnée n'a été trouvée formellement attribuable à ce secteur avant les aménagements.

### 2.2.2.3. Le Fangassier

Gourret (1895) indique qu'antérieurement à 1860, l'étang du Fangassier servait de réservoir pour les Salins de la Vignolle. Par la suite, l'étang fut isolé du Galabert et du Rascaillan avec la construction de la digue à la mer. Selon cet auteur, le Fangassier ne recevait plus que les eaux pluviales à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle.

Dans les années 50, il présentait les caractéristiques d'un étang temporaire et communiquait encore avec les étangs inférieurs du Vaccarès par les Enfores de la Vignolle.

Aucune mention de vertébré aquatique n'a été trouvée dans la bibliographie consultée. Il est remarquable qu'aucune information ne soit apportée par Gourret (1897) sur les peuplements piscicoles du Fangassier, alors que cet auteur effectua de nombreux relevés dans la région à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Ceci laisse supposer que le Fangassier ne présentait pas d'intérêt piscicole à cette époque.

En revanche, de nombreuses données nous renseignent sur la flore et les invertébrés aquatiques présents dans le Fangassier dans les années 50 et le début des années 60.

Aguesse et Marazanoff (1965) indiquent qu'avant 1961, l'étang « avait une salinité voisine de l'eau de mer, se concentrant en été et découvrant alors d'immenses plages limoneuses ou sablonneuses. En hiver, au contraire, les eaux de pluies et celles qui lui parvenaient librement, jusqu'au début des années 50, des étangs de la réserve, remplissaient le Fangassier et le rendaient beaucoup moins salé que la mer ».

En novembre 1955, dans des eaux concentrées à 35,3 ‰ de sels totaux dissous<sup>9</sup>, Aguesse (1956) observait les copépodes *Cletocamptus retrogressus* (Schmankewitsch, 1875), *Eurytemora velox* (Lilljeborg, 1853) (en grande abondance avec 150 individus par litre), *Halicyclops neglectus* (Kiefer, 1935), *Diacyclops bisetosus* (Rehberg, 1880), *Harpacticus littoralis* (Sars, 1911) et *Laophonte setosa* (Boeck, 1865). Toutes ces espèces sont typiques des eaux où la concentration en sel est voisine de celle de l'eau de mer (Aguesse et Marazanof, 1965). En novembre 1955, Aguesse (1956) observa également le copépode *Calanipeda aquaedulcis* (Kritschagin, 1873)<sup>10</sup> en faible abondance (4 individus/L). Dans les années 50, Aguesse & Bigot (1962) relevaient la présence de coques (*Cerastoderma glaucum*)<sup>11</sup>.

A cette époque, des herbiers de Ruppie maritime (*Ruppia maritima*) sont signalés (Aguesse & Marazanoff, 1965) et Tallon (1957) rapporte qu'il identifia des échantillons d'herbiers d'Althénie filiforme (*Althenia filiformis*) prélevés dans l'étang par Lomont en juin 1954. Ces deux macrophytes sont caractéristiques des étangs saumâtres temporaires marqués par une exondation estivale prolongée.

### 2.2.2.4. Le Petit et le Grand Rascaillan

Le Grand Rascaillan était encore en communication intermittente avec le Galabert au nord et le Vaisseau au sud après la construction de la digue à la mer, mais il s'asséchait complètement en été (Gourret 1897). Ces étangs étaient déjà propriété des salins à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle.

Aucune donnée biologique formellement attribuable à la période antérieure à l'aménagement salicole de l'étang n'a été trouvée dans la bibliographie consultée.

<sup>9</sup> 32,2 g/litre NaCl dans le texte.

<sup>10</sup> *Calanipeda aquaedulcis*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>11</sup> *Cardium glaucum*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS





### 2.2.2.5. Le Vieux Rhône

Le Vieux Rhône était déjà partiellement aménagé et géré pour l'exploitation salicole en 1897. Nous n'avons trouvé aucune donnée sur la faune et la flore aquatique présente avant les aménagements.

### 2.2.2.6. Le Vaisseau

Après la construction de la digue à la mer, l'étang du Vaisseau fut en partie soustrait aux échanges avec la mer du système des étangs « extérieurs » (Galabert, Tampan et Batayolles) (Gourret, 1897). Cet auteur indique cependant que le Vaisseau recevait par mistral les eaux du Grand Rascaillan, qui lui-même était alimenté en hiver par le Galabert, tandis qu'à l'est il était quelquefois en communication par un passage avec le Vieux Rhône. Toute la partie nord de l'étang s'asséchait en été. Lors des années pluvieuses ou lorsque le mistral refoulait dans le Vaisseau les eaux du Grand Rascaillan, des muges, des flets<sup>12</sup> et des loupes (*Dicentrarchus labrax*) étaient présents. Les anguilles (*Anguilla anguilla*) y étaient rares.

### 2.2.2.7. Les Sablons et le grau des Figes

A la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, l'invasion des sables était déjà manifeste à la pointe de Sablon qui s'avancé et menaçait de fermer la lône du Grau des Figes (Gourret 1897) située à l'emplacement de l'actuelle baisse des Sablons. La construction de la digue à la mer avait eu pour effet d'augmenter la largeur de l'entreplage et d'apporter dans ces étangs un volume de sable considérable, « de sorte que la conséquence finale est le colmatage de ces étangs extérieurs » (Gourret, 1897).

La lône du Grau des Figes, encore appelée lône de Beauduc, avait une largeur d'eau de 300 mètres. Elle était déjà encerclée d'une barre sableuse aisément franchie par la mer en hiver, mais qui émergeait avec les basses eaux, sauf dans la partie nord qui demeurait en communication directe avec la mer par un grau large de 100 mètres. Du fait de cette communication encore permanente avec la mer, le grau des Figes était sans doute le secteur de la zone d'étude présentant la plus grande richesse halieutique.

Gourret (1897) signale la présence de la Zostère marine (*Zostera marina*) sur de petits espaces vaseux, le reste de la lagune étant tapissé de sable. Il s'agit là de la seule donnée de ce taxon dans la zone d'étude. Pouvait-il s'agir de la Zostère naine (*Zostera noltii*) ?

Les peuplements d'invertébrés aquatiques de cette lagune étaient assez variés et comprenaient des espèces comestibles. Parmi celles-ci, la Moule méditerranéenne (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) était présente avec des individus de belle taille<sup>13</sup>, l'Huître (*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758) s'y reproduisait et formait des bancs naturels, *Paphia aurea* (Gmelin 1791)<sup>14</sup> était assez commune et *Tapes decussata* (Linné, 1758)<sup>15</sup> était abondante. Ces deux dernières espèces, appelées localement « tapes », donnaient lieu à des pêches assez lucratives.

L'auteur observa d'autres mollusques bivalves - *Ensis siliqua* (Linnaeus, 1758)<sup>16</sup>, *Ensis ensis* (Linnaeus, 1758)<sup>17</sup> et *Cardium edule* (Linnaeus, 1758) – atteignant de très belles tailles. Le bivalve *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791)<sup>18</sup> était assez peu fréquent, *Loripes lacteus* (Linnaeus, 1758), et *Anomia ephippium* (Linnaeus, 1758) étaient trouvés sur des coquilles mortes. Le gastéropode *Cyclope neritea* (Linnaeus,

<sup>12</sup> Larbe (*Flesus passer*), dans le texte.

<sup>13</sup> Gourret rapporte également la présence de *Mytilus cylindraceus*, un taxon donné comme étant synonyme de *Mytilaster minimus* (Poli, 1795) (WoRMS), cependant sa présence en France sous ce nom ne semble pas évidente.

<sup>14</sup> *Tapes petalinus*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>15</sup> *Tapes decussatus* (L.), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>16</sup> *Solen siliqua*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>17</sup> *Solen ensis*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>18</sup> *Cardium siculum*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS





1758)<sup>19</sup> était commun. Il mentionne également des balanes *Balanus amphitrite* (Darwin, 1854) fixés sur les pierres ou sur les bois flottants, le décapode *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837)<sup>20</sup>, qui était commun surtout en septembre et en octobre, et le Crabe vert (*Carcinus maenas* Linnaeus, 1758)<sup>21</sup> qui était très abondant ; les décapodes *Pilumnus hirtellus* (Linnaeus, 1761) et *Liocarcinus navigator* (Herbst, 1794)<sup>22</sup> étaient rares.

Selon Gourret de nombreux poissons étaient présents : Le Mulet à grosse tête<sup>23</sup> était très commun, le Mulet porc<sup>24</sup>, le Flet<sup>25</sup>, le Turbot (*Scophthalmus maximus*)<sup>26</sup>, la Sole (*Solea sp.*), la Barbu (*Scophthalmus rhombus*)<sup>27</sup> et le loup étaient tous communs. Le Mulet doré (*Liza aurata*)<sup>28</sup> et le Mulet lippu (*Chelon labrosus*)<sup>29</sup> étaient peu communs. Sans donner de précisions sur leur abondance, Gourret mentionna également la présence du Sar (*Diplodus sargus*)<sup>30</sup>, de jeunes dorades royales (*Sparus auratus*)<sup>31</sup>, des Sprats (*Sprattus sprattus*)<sup>32</sup>, de l'Athérine (*Atherina boyeri*)<sup>33</sup> et du Gobi (*Pomatoschistus minutus*)<sup>34</sup>. Selon l'auteur, ces poissons bien que moins nombreux en été à cause de l'échauffement des eaux demeuraient cependant en « quantité encore très appréciable ». La pêche était pratiquée par le garde maritime de Beauduc ainsi qu'un ou deux gardes-chasse des domaines voisins mais selon Gourret, aucun pêcheur n'exploitait cette lône de manière assidue.

Pour l'inventaire faunistique, il existe aussi les données de Paulus (1949). Il observa le gastéropode, *Cyclope neritea*<sup>35</sup> et trouva de nombreux bivalves : *Loripes lacteus*, *Cerastoderma glaucum*<sup>36</sup>, *Parvicardium exiguum*, *Tapes decussata*<sup>37</sup>, *Tapes aureus* (Gmelin), *Ensis ensis*, *Ensis siliqua*, *Mytilus galloprovincialis*, *Ostrea edulis* et *Anomia ehippium* (Linnaeus, 1758).

### 2.2.2.8. L'étang de Beauduc

L'étang de Beauduc appartenait déjà à la compagnie des Salins du temps de Gourret (1897). Avant son étude, l'auteur explique que le grau de Beauduc débouchait directement en mer, que la Goule était largement ouverte et reliait l'étang de Beauduc avec le Vieux Rhône et que le Grau de Sainte Anne fonctionnait, amenant des eaux salées aussi bien dans Sainte Anne que dans Beauduc, ce dernier étant très poissonneux.

Mais lors de son étude, le grau de Beauduc ne fonctionnait plus qu'en hiver et ne débouchait plus en mer, la Goule était colmatée et le grau de Sainte Anne atterri. Malgré la communication partielle avec l'étang de Sainte Anne et le grau des Figues, la faune piscicole était considérablement réduite. L'étang de Beauduc était déjà presque entièrement colmaté et occupé par des vases sur toute son étendue. Avec les pleines eaux la profondeur atteignait 50 cm mais en été l'étang était à sec.

<sup>19</sup> *Cyclonassa nerita*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>20</sup> *Palaemon rectirostris*, dans le texte ; référentiel taxonomique : ITIS

<sup>21</sup> *Carcinus maenas*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>22</sup> *Portunus arcuatus*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>23</sup> « testu » dans le texte

<sup>24</sup> « pounchudo » *Mugil capito*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>25</sup> « larbe » (*Flesus passer*), dans le texte

<sup>26</sup> *Rhombus maximus*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>27</sup> « pansar » *Rhombus laevis*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>28</sup> « gaouto rousso » *Mugil auratus*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>29</sup> « l'ueil négré » *Mugil chelo*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>30</sup> *Sargus rondeleti* (Cuvier et Valenciennes), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>31</sup> « daouradello » *Chrysophrys aurata*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>32</sup> « melettes » *Meletta phalerica*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>33</sup> « siouclet » *Atherina mochon*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>34</sup> *Gobius minutus*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>35</sup> *Cyclonassa nerita*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>36</sup> *Cardium edule lamarcki*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>37</sup> *Tapes decussatus* (L.), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN



Gourret notait ainsi la disparition des coques *Cerastoderma edule* (Linnaeus, 1758)<sup>38</sup>, de la Moule méditerranéenne (*Mytilus galloprovincialis*)<sup>39</sup> et des bivalves du genre *Tellina*, *Abra*<sup>40</sup> et *Cyclonassa*. La migration des dorades, des sars et des sprats (« melettes ») était interrompue. Les muges (*Mugil* sp.), les anguilles, les plies, les flets<sup>41</sup> et les loups ne se montraient selon lui qu'en hiver.

Plus tard, Molinier et Devaux (1978) signalèrent le genre *Ruppia* sans précision sur la date, entre 1958 et 1966 ; Aguesse (1960) observa *Ruppia cirrhosa*<sup>42</sup> dans les années 50.

### 2.2.2.9. L'étang de Sainte Anne

Gourret (1897) décrit qu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, suite à l'abondance des atterrissements provoqués par la construction de la digue à la mer, l'étang de Sainte Anne était déjà soustrait aux échanges avec les étangs extérieurs (Galabert, Tampan et Batayolles). Sainte-Anne perdit d'autre part sa communication avec la mer avec l'obstruction de son grau à partir de 1872, ce qui entraînait en été le dessèchement de l'étang. L'auteur indique cependant que l'entre-plage étant étroite, elle était fréquemment inondée par vent d'est, ce qui permettait d'alimenter l'étang. Celui-ci atteignait au maximum une profondeur de 80 cm en hiver, avec des fonds sableux à proximité de la mer et vaso-argileux dans la moitié nord.

Selon Gourret (1897), la faune aquatique était devenue « très pauvre », sans doute en comparaison des éléments que les pêcheurs lui avaient rapportés lorsque l'étang communiquait encore en permanence avec la mer, car l'auteur signale pourtant une grande abondance d'anguilles, muges (*Mugil* sp.), flets<sup>43</sup>, soles (*Solea* sp.) et athérines<sup>44</sup>. Il signale que les loups étaient « loin d'être rares » et que les barbues<sup>45</sup> étaient peu communs, tandis que turbots et daurades (*Sparus* spp.) étaient absents.

Il mentionne aussi la présence de plusieurs espèces d'invertébrés aquatiques : Coque (*Cerastoderma edule*)<sup>46</sup>, Cardium (*Parvicardium exiguum*)<sup>47</sup>, le décapode *Palaemon adspersus*<sup>48</sup>, le Gammare *Gammarus locusta* (Linnaeus, 1758) et des isopodes (Sphéromes) ; les crabes verts (*Carcinus maenas*)<sup>49</sup> étaient très nombreux.

Plus tard, une seule observation (anecdotique) est rapportée par Lévêque (1957), concernant la capture d'un Mulet doré<sup>50</sup> le 22 juillet 1956.

<sup>38</sup> *Cardium edule*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>39</sup> Gourret rapporte également la disparition d'un autre *Mytilus* (« *Mytilus cylindraceus* ») qui n'a pu être rattaché à aucun des taxons répertoriés dans les référentiels taxonomiques consultés dans le cadre de la présente étude.

<sup>40</sup> *Syndosmya*, dans le texte ; référentiels taxonomiques : GBIF et Marine species identification portal

<sup>41</sup> « Larbe » (*Flesus passer*), dans le texte.

<sup>42</sup> *Ruppia maritima spiralis*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>43</sup> Larbe (*Flesus passer*), dans le texte.

<sup>44</sup> *Atherina mochon*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>45</sup> « pansars » (*Rhombus laevis*), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>46</sup> *Cardium edule*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>47</sup> *Cardium siculum*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>48</sup> *Palaemon rectirostris*, dans le texte ; référentiel taxonomique : ITIS

<sup>49</sup> *Carcinus maenas*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>50</sup> *Mugil auratus* (Risso), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN



### 2.2.3. Les milieux terrestres

La carte phytosociologique de la Camargue au 1/50.000<sup>ème</sup> (Molinier & Devaux, 1978) a été établie à partir de levés effectués entre 1958 et 1966, c'est-à-dire, pour une grande partie de la zone d'étude, avant les aménagements salicoles (voir carte 12).

Le partènement de Galabert 3 était principalement occupé par des sansouires à Salicorne glauque (*Arthrocnemum glaucum*), en faciès érigé. Ces formations dominaient la partie ouest des Enfores de la Vignolle, où l'on trouvait aussi de nombreuses taches de végétations à salicornes annuelles. Sur la partie Est des Enfores de la Vignolle, les sansouires à Salicorne glauque et à Salicorne en buisson étaient dominantes. Sur les partènements de Galabert 0 et 1, les surfaces de sansouires à Salicorne glauque étaient très réduites.

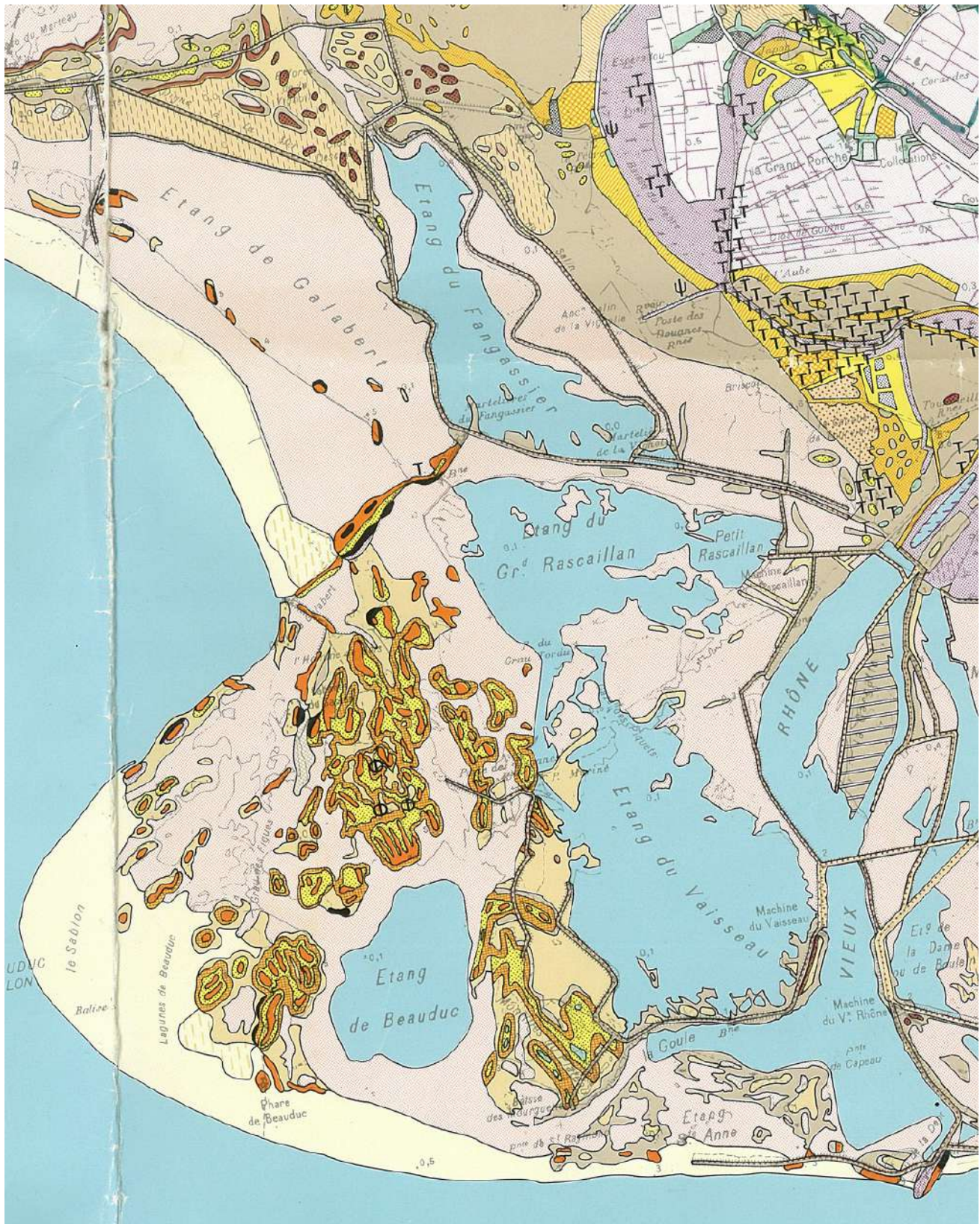
Des sansouires à Salicorne en buisson (*Salicornia fruticosa*) s'étendaient sur la plus grande partie du partènement du Pèbre et jusque dans la partie Nord-Est du partènement de Briscon. Des superficies beaucoup plus limitées étaient présentes dans le partènement de « Pourtour Rascaillan 1 ».

Le chenal du Val Agricola, avant son aménagement, était fermé par des reliefs dunaires. Les sansouires à Salicorne glauque étaient dominantes sur le partènement de Vaisseau 1 et elles étaient aussi présentes dans la partie Nord-Ouest du partènement de Pourtour Rascaillan 2 et dans le Val Agricola.

Sur les bordures de l'Etang de Ste Anne, les sansouires à Salicorne en buisson étaient beaucoup plus étendues qu'actuellement. Elles couvraient également la plus grande partie du partènement de Quarantaine 2A.

Des boisements de filaires à feuilles étroites (*Phillyrea angustifolia*) étaient présents à Beauduc et Val Agricola, cependant aucune pinède n'est cartographiée par Molinier & Devaux (1978). A l'emplacement des pinèdes à Pin maritime (*Pinus pinaster*) et à pins parasols (*Pinus pinea*) que l'on trouve aujourd'hui sur ce secteur, ces auteurs ont répertorié des végétations de dunes grises ; ils mentionnent à propos du Pin pignon (*Pinus pinea*), qu'on « pourrait certainement l'introduire en Grande Camargue sur des dunes fixées comme les Rièges et même à Beauduc », ce qui suggère qu'il était effectivement absent à Beauduc. Des associations à Genévriers de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) et à Filaire à feuilles étroites sont cartographiées aux Montilles du Platelet.






**Carte 12** : Carte phyto-sociologique de la Camargue au 1/50.000 (Molinier & Devaux, 1978).  
Levés de 1958 à 1966.




-  plages
-  salins
- VEGETATION PSAMMOPHILE**
- dunes marines**
-  *Arthrocnemum glaucum* initial pionnier
-  associations à *Agropyrum mediterraneum*, à *Ammophila arenaria* et à *Crucianella maritima*
- dunes intérieures fluviales non boisées**
-  groupements à petites Papilionacées
-  association à *Brachypodium phoenicoides* en bas de dunes, digues et talus
-  associations à *Artemisia glutinosa* et *Teucrium maritimum* et à *Imperata cylindrica* et *Erianthus Ravennae* en haut de dunes
- dunes anciennes boisées**
-  associations à *Quercus ilex* et à *Phillyrea angustifolia*
-  associations à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et à *Phillyrea angustifolia*
- VEGETATION HALOPHILE**
- étangs salés**
-  groupement submergé à *Ruppia* pl. sp.
-  groupement submergé à *Zostera nana*
- « sansouïres »**
-  association à *Suaeda maritima* et *Kochia hirsuta*
-  association à *Salicornia herbacea* s. l.
-  association à *Salicornia fruticosa* (a. *typicum*, b. sous-association à *Aeluropus litoralis*, c. sous-association à *Juncus subulatus*)
-  association à *Salicornia radicans*
-  association à *Artemisia gallica* et *Limonium virgatum*
-  association à *Arthrocnemum glaucum* (*Arthrocnemetum*)
-  biocénose à *Arthrocnemum glaucum* érigé
-  peuplement à *Suaeda fruticosa*
- prés salés**
-  groupement à *Juncus maritimus* (*Juncion maritimi*)
-  association à *Schoenus nigricans* et *Plantago crassifolia* (1)
-  pelouse salée du *Trifolium maritimi*
-  peuplement à *Spartina patens*
-  groupement à *Agropyrum pycnanthum*




#### VEGETATION HYGROPHILE

##### forêts riveraines du Rhône






-  a. ripisylve à Peuplier (*Populetum albae typicum*), b. faciès à *Amorpha fruticosa*
- prairies

-  prairie de fauche de type camarguais à *Festuca arundinacea*











##### marais et étangs d'eau douce ou peu saumâtre

-  roselière (*Scirpeto-Phragmitetum*)
-  scirpaie à *Scirpus maritimus*
-  peuplement submergé et peu salé à *Potamogeton pectinatus*

#### VEGETATION ANTHROPO-ZOOPHILE

-  rizière (*Typheto-Scirpetum*)
-  culture non sarclée (*Secalinion*)
-  groupement nitrophile des cultures sarclées (*Diplotaxidion*)
-  culture humide des « ségonaux » entre Rhône et digues
-  groupement nitrophile des décombres et reposoirs de troupeaux (*Chenopodion mural*)

Les groupements dégradés sont hachurés de blanc.

-  Pin pignon (*Pinus pinea*)
  -  Pin maritime (*Pinus pinaster*)
  -  Pin d'Alep (*Pinus halepensis*)
  -  Tamaris (*Tamarix gallica*)
  -  Phillaire (*Phillyrea angustifolia*)
  -  Chêne vert (*Quercus ilex*)
  -  Chênes blancs (*Quercus pubescens* ou *Quercus pedunculata*)
  -  Orme (*Ulmus campestris*)
  -  Genévrier rouge (*Juniperus phoenicea*)
  -  verger de Pommiers ou Poiriers
- N.B. Les arbres plantés en ligne au bord des clos cultivés (Tamaris, Saules, Peupliers...) ne sont pas figurés. Parmi les arbres isolés sont figurés ceux dont la présence peut présenter une signification écologique précise (Tamaris = sel, Peuplier = eau, etc.).

(1) Un liseré de cette couleur figure, pour les dunes de Beauduc, l'ensemble des ceintures de végétation : *Suaedo-Kochietum*, *Salicornietum fruticosae*, *Artemisia-Limonietum virgatae*, *Schoeneto-Plantaginetum*, l'échelle ne permettant pas de représenter individuellement ces ceintures souvent très étroites.



## 2.2.4. Les oiseaux

### 2.2.4.1. Avifaune nicheuse

#### Flamant rose

Les premières mentions de la nidification des flamants en Camargue remontent à Quiqueran de Beaujeu (1551). Suivent des mentions par Darluc (1782-1786) et Crespon (1844). Les premiers comptes-rendus détaillés de la nidification ont été rédigés par Gallet (1949). Cet auteur, qui a circulé en Camargue à une époque où les endroits les plus reculés n'étaient pas aussi accessibles que de nos jours, a établi que les flamants avaient tenté de se reproduire seize fois de 1917 à 1947. Pendant cette période de 34 ans, 18 000 jeunes ont pris leur envol, soit 1200 par année de reproduction effective. Les tentatives de reproduction ont ainsi été suivies annuellement depuis près d'un siècle maintenant (résumé dans Johnson & Cézilly (2007) ; figure en annexe 13).

Une tentative de reproduction est signalée sur le Fangassier par Bourdelle en mai 1930 (Actes de la Réserve N°3, octobre 1930) : « *Sur les îlots du Fangassier, la destruction des nids par les vagues y est très grande. Les Flamants auraient été bien inspirés, croyons-nous, de choisir certains d'entre eux pour y élever les cônes boueux où ils placent leurs pontes. (...). Le 6 juin, nous constatons la présence de trois petits groupes de nids de Flamants, dans la partie de l'étang du Fangassier qui touche à la digue. Les tempêtes successives ont endommagé les nids et les Flamants se sont réfugiés sur l'étang du Tampan où nous les voyons pêcher en ligne.* »

En avril 1939, Lomont signale une tentative de reproduction sur l'étang du Vaisseau (Actes de la Réserve de Camargue N°23, 1939) : « *je découvris une importante colonie de Flamants sur une île qui se trouve malheureusement loin, en dehors de la Réserve. Hélas ! ces nids ne persistèrent pas longtemps. Le ravage qui se produisit en 1936 sur la colonie de l'étang de l'Impérial a été renouvelé. Il a atteint même un degré plus considérable de gravité, puisque tous les œufs consommables ont été enlevés sans traces, en plusieurs fois.* »

Le 13 juin 1940, Lomont note à nouveau sur l'île du Vaisseau « *un millier de Flamants en train de tenter de reconstruire les vieux nids. On voit très bien sur les brèches et les érosions des anciens édifices les retouches fraîches faites de vase mêlée de sable et de coquilles.* » (Actes de la Réserve de Camargue N°24, 1941). Aucune tentative de nidification ne fut relevée les années suivantes.

A partir de 1947 et durant les années 50, des reproductions furent notées sur l'étang de l'Arameau dans les salins d'Aigues-Mortes (de 1947 à 1952 et en 1954 et 1955) et sur la Baisse du Paviat en 1952, puis en continu de 1954 à 1961, une période pendant laquelle cet îlot a été submergé par grands vents et a subi une forte érosion. Il s'en est suivi une interruption de la reproduction de cette espèce en Camargue jusqu'en 1969 (Hoffmann 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1962, 1963).

#### Anatidés

En 1938, la nidification des nettes rousses, canards chipeaux et colverts est relevée mais sans localisation précise entre les Impériaux, la Réserve et le secteur considéré ici (Lomont *in* Actes de la Réserve N°22, 1938).

Le **Tadorne de Belon** était jusqu'en 1950 un nicheur rare. En 1956, l'estimation était d'une cinquantaine d'individus nicheurs sur la Camargue, dont probablement au moins quelques couples sur la zone d'étude, bien que la localisation à l'intérieur des salins ne soit pas précise. En 1959, des couples avec des jeunes sont notés « sur les Salines », sans plus de précision.

Le **Canard chipeau** nichait régulièrement et en « assez grand nombre » sur les îlots des lagunes jusqu'en 1955, puis leurs effectifs ont diminué et l'espèce a disparu en tant que nicheur.

La **Nette rousse** nichait auparavant sur les îlots des lagunes avec peut-être plusieurs dizaines de couples présents en 1955-1956.



## Limicoles et Laridés

Historiquement le secteur a régulièrement accueilli des colonies de limicoles et de laridés, mais il ne constituait pas le secteur principal de nidification en Camargue, sauf pour la Sterne pierregarin dont les effectifs ont parfois dépassé le millier de couples.

Dès les années 30, des colonies de sternes naines et pierregarins, de mouettes rieuses et d'avocettes sont signalées. En 1955-56, les laro-limicoles coloniaux étaient situés préférentiellement sur la Dame, le Fournelet et Famaran (Pavias, Galère...). Les étangs du Vaisseau, du Rascaillan et du Fangassier étaient considérés par Lévêque comme « délaissés ».

**Huitrier-pie** : trois nids sont notés en 1936 au Vaisseau et à Sainte-Anne. En 1951, quelques individus sont notés sur l'étang du Fangassier au mois de mai. Lévêque note en 1956 une quinzaine de couples entre le Grand Rhône et le Nord-Ouest du Fangassier, ce qui semble supérieur aux effectifs actuels.

**Echasse blanche** : une colonie d'environ 25 couples est signalée en 1951 au sud-est de l'étang du Fangassier (Hinloopen *et al.*, 1954).

**Avocette élégante** : à la fin des années 30 et dans les années 40, les avocettes ont niché régulièrement sur le Fangassier (8 à 150 nids) et sur le Galabert (80 à 200 nids), alors qu'en 1955 et 1956 aucune reproduction n'est détectée dans le secteur étudié (Lomont 1938 ; 1939 ; 1841).

**Gravelot à collier interrompu** : un nid est trouvé en 1948 sur le Fangassier. En 1959, cette mention est faite : « Très nombreux nicheurs, dans le sud et surtout sur les Salines où la densité semble à son maximum ». Les effectifs actuels dans l'ensemble des salins ne sont que de quelques dizaines de couples, ce qui pourrait laisser supposer une diminution depuis cette période.

**Chevalier gambette** : en 1955, Lévêque note 45 couples sur le Vieux Rhône et les étangs de Famaran, sans faire la distinction entre les deux zones. En 1956, quelques couples nicheurs sont trouvés sur le secteur étudié (pour une cinquantaine estimée sur l'ensemble de la Camargue).

**Mouette rieuse** : une colonie importante est signalée sur les îlots du Vaisseau en 1936, quelques couples sont présents en 1937 sur le Galabert, 125 à 200 nids sur le Vaisseau en 1937 et 1938, 26 nids en 1940 et 50 à 60 en 1947 sur le Galabert et un couple en 1956 sur le Galabert (Lomont, 1937 ; 1938 ; 1939 ; 1941).

**Goéland leucophée** : quelques couples se reproduisaient dans le secteur dès les années 1930 (un nid sur le Vaisseau et un nid sur le Fangassier sont relevés) (Lomont, 1939). En 1956, les effectifs étaient en augmentation avec 12 à 13 couples sur le secteur considéré (pour un total de 130 couples sur la Camargue).

**Goéland railleur** : le premier cas de reproduction sur la zone d'étude est découvert en mai 1948 sur l'étang du Fangassier avec un seul couple (obs. L. Hoffmann *in* Actes de la Réserve, 1950).

**Sterne naine** : quelques couples sont notés en 1937 sur le Galabert (Lomont, 1938) et 20 à 25 nids en 1948 sur le Fangassier.

**Sterne hansel** : 1 nid sur le Fangassier en 1948.

**Sterne caugek** : 15 nids en 1956, 30 en 1957 et 33 en 1958 sont rapportés à la « colonie de Basse-Camargue », sans savoir si elle était située dans la zone d'étude.

**Sterne pierregarin** : la zone considérée était d'une importance majeure pour la reproduction de cette espèce, bien que les effectifs reproducteurs aient été très variables.

En 1937, 300 nids étaient dénombrés sur les îlots du Rascaillan, 300 sur le Vaisseau et 30 sur le Galabert. En 1938, de nouveau 300 nids étaient recensés sur le Vaisseau, seulement 30 en 1940 mais un millier en 1941 (sur le grand îlot nord) (Lomont, 1941). En 1940, seuls quelques couples étaient présents sur le Rascaillan et aucun n'était signalé sur le Galabert. En 1948, le grand îlot central du Fangassier abritait une colonie mixte avec huit espèces dont 40 à 50 nids de sternes pierregarins. En 1956, 2100 à 2400 couples (soit 70% des effectifs camarguais) étaient dénombrés entre Beauduc et le Grand Rhône sans que la distinction entre les différents sites ne soit faite par les observateurs.





## Autres espèces

**Héron pourpré** : Une colonie de 30 couples est dénombrée en 1960 au Pèbre.

**Faucon hobereau** : Un nid fut découvert en 1959 dans une pinède à Beauduc. Deux poussins ont été élevés.

**Fauvette à lunettes** : la reproduction dans la zone d'étude était signalée dans les années 30.

### 2.2.4.2. Avifaune migratrice et hivernante

#### Canards et foulques hivernants

Il existe des données en octobre 1929 d'une remise de sarcelles d'hiver ayant atteint 8000 individus sur le Fangassier (Lomont *in* Actes de la Réserve de Camargue N°1, mars 1930), mais ce n'est que durant l'hiver 1954-1956 que le premier recensement des Anatidés de Camargue fut réalisé. Quatre comptages furent effectués entre le 25 janvier et le 21 février 1955 sur les étangs du Fangassier et de Galabert. On ne sait pas si les autres secteurs n'ont pas été couverts car il n'y avait pas de remise, ou faute de temps. L'étang du Galabert n'hébergeait pas de remise de canards, cependant des remises étaient observées sur le Fangassier :

- sarcelles d'hiver (800 à 1500 individus ; soit environ 2% de l'effectif camarguais),
- canards colverts (500 à 2500 individus ; soit entre 2 et 15% de l'effectif camarguais),
- canards chipeaux (1000 à 2000 individus soit environ 10% de l'effectif camarguais),
- canards siffleurs (2500 à 3500 individus ; soit entre 15 et 20% de l'effectif camarguais),
- fuligules milouins (250 à 300 individus, soit la totalité des effectifs dénombrés en Camargue).

Quelques canards pilets et souchets étaient également présents.

Durant la période 1955 – 1959, Müller (*Tour du Valat*) effectua des comptages de canards et foulques sur un parcours fixe sur la zone d'étude, comprenant Vieux Rhône, Vaisseau, Beauduc, Rascaillan, Fangassier et Galabert (Tab. 3).

**Tableau 3** : Résultats de recensements de canards et foulques hivernants sur la zone d'étude – période 1955 – 1959 (données Müller / *Tour du Valat*)

	Canard colvert	Sarcelle d'Hiver	Canard chipeau	Canard siffleur	Canard pilet	Canard souchet	Nette rousse	Fuligule milouin	Fuligule morillon	Foulque macroule
28/02/55	300	2500	700	3000	50	200	300	500	500	100
05/09/55	5									
25/02/56	150			400			20			
28/11/57	160			1000						
15/01/58	50			420	30					
05/02/58	200			2000						
19/03/58	500			300	240					
25/08/58		30			5	40				
15/10/58										
06/11/58	10			900						
25/01/59	460	100		1150	50					

Blondel & Isenmann (1981) indiquent que Beauduc et le Fangassier étaient réputés pour leurs concentrations de canards pilets avant les transformations subies depuis 1967, mais il n'y a pas de données chiffrées pour le confirmer.

## 3. Etat écologique durant la période d'exploitation salicole

### 3.1. Matériel et méthodes

#### Les milieux et la faune aquatiques

Au total, 18 références bibliographiques contenant des informations sur la faune et la flore aquatiques de la zone d'étude en période d'exploitation salicole ont été analysées (cf. *Bibliographie* en fin de document) ; cinq publications susceptibles de contenir des informations sur la zone d'étude n'ont pu être exploitées (voir liste en *Annexe 2*).

La saisie et l'exploitation des données et la vérification de la validité des taxons mentionnés ont été effectuées selon les mêmes modalités que celles décrites dans le chapitre 2.1. Les données ont été exploitées par localités (étang ou lagune). Pour chaque plan d'eau, la date d'aménagement salicole se réfère aux historiques des aménagements décrits notamment par Gourret (1897), Britton & Johnson (1987) et Sadoul (1996). Il convient toutefois de noter que l'aménagement de la zone d'étude et sa conversion pour la saliculture sont intervenus par étapes et de façon progressive dans l'espace et dans le temps. C'est par exemple le cas de plusieurs étangs « extérieurs » (situés entre la mer et la digue à la mer), qui avant d'être endigués totalement, avaient déjà servi pour la pré-concentration de l'eau de mer. Enfin les dates des travaux ne sont pas toujours connues de façon précise.

Les indications d'abondance données dans le présent document sont celles mentionnées par le ou les auteurs des observations.

La flore aquatique fait référence à la flore submergée.

#### Les peuplements de vertébrés

**Amphibiens et reptiles** : Les seules informations bibliographiques sont apportées par Guillaume (1975), dans le cadre de sa thèse sur les amphibiens et reptiles de Camargue. Deux bases de données herpéthologiques apportant des données complémentaires ont été consultées (*Tour du Valat et Ecole Pratique des Hautes Etudes*).

**Avifaune** : Les données suivantes ont été exploitées :

- Actes de la Réserve de Camargue / Compte-rendus ornithologiques Camarguais.
- Données de suivi des flamants roses (données *Tour du Valat*).
- Recensements des anatidés hivernants effectués par la *Tour du Valat* (Walmsley de 1964 à 1994 et en 2007-2009).
- Recensements des limicoles migrateurs et hivernants effectués par la *Tour du Valat* (1965 à 1975 et après 2007).
- Recensements des laro-limicoles nicheurs (données *Tour du Valat / Amis des Marais du Vigueirat*).
- Log de la *Tour du Valat*.

**Mammifères** : Les données portant sur la zone d'étude, rassemblées dans *Mammifères de Camargue* (Poitevin *et al.*, 2010), ont été synthétisées.

## 3.2. Résultats

### 3.2.1. Historique de l'aménagement salicole

L'évolution du paysage du salin à partir de 1944 a été retracée par Sadoul (1996) à partir de différentes photographies aériennes (couverture 1944 par l'armée américaine, puis photographies de l'I.G.N.) et la consultation d'archives mises à disposition par Salins.



Les premiers grands travaux d'aménagement d'après guerre débutent en 1953, avec l'établissement d'une communication entre la nouvelle zone de pompage à la mer par Beauduc et le reste du salin (carte 14). Ces travaux consistent à bâtir une digue autour des dépressions préexistantes en utilisant les montilles comme points hauts. Le plus souvent, le fond de ces dépressions a été nivelé afin de garantir un niveau d'eau constant sur l'ensemble de l'étang.

Les grands étangs qui n'ont pas encore subi d'aménagement, sont également utilisés comme surface préparatoire quand leur salinité n'a pas diminué durant les apports d'eau en hiver. Dans le cas contraire, comme en 1954, sont « évacuées à la mer les eaux au dessous de la concentration de 3°5 Baumé<sup>51</sup> se trouvant au démarrage de la campagne, dans les étangs du Vieux Rhône Nord et Sud, du Vaisseau et du Rascaillan » (Archives Salins du Midi, reprises par Sadoul (1996)).

Au nord du Fangassier et du Galabert, les premiers aménagements sont réalisés « de telle sorte que la majeure partie des eaux du Vaccarès qui s'écoulent par le pertuis de la Comtesse ... ne viennent plus dans le Galabert ».

En 1965, les aménagements se poursuivent dans la zone du Fangassier-Galabert et celle du Rascaillan. Ils se terminent en 1973-1974 par la partie littorale du salin (carte 16). Une digue vient fermer au sud les étangs du Vieux Rhône, de Sainte Anne et de Beauduc et à l'Ouest, le partènement des Sablons.

De petits aménagements en 1980, 1985 et 1993, sont complétés respectivement sur le Galabert, Sainte Anne et Vieux Rhône Sud (carte 17).

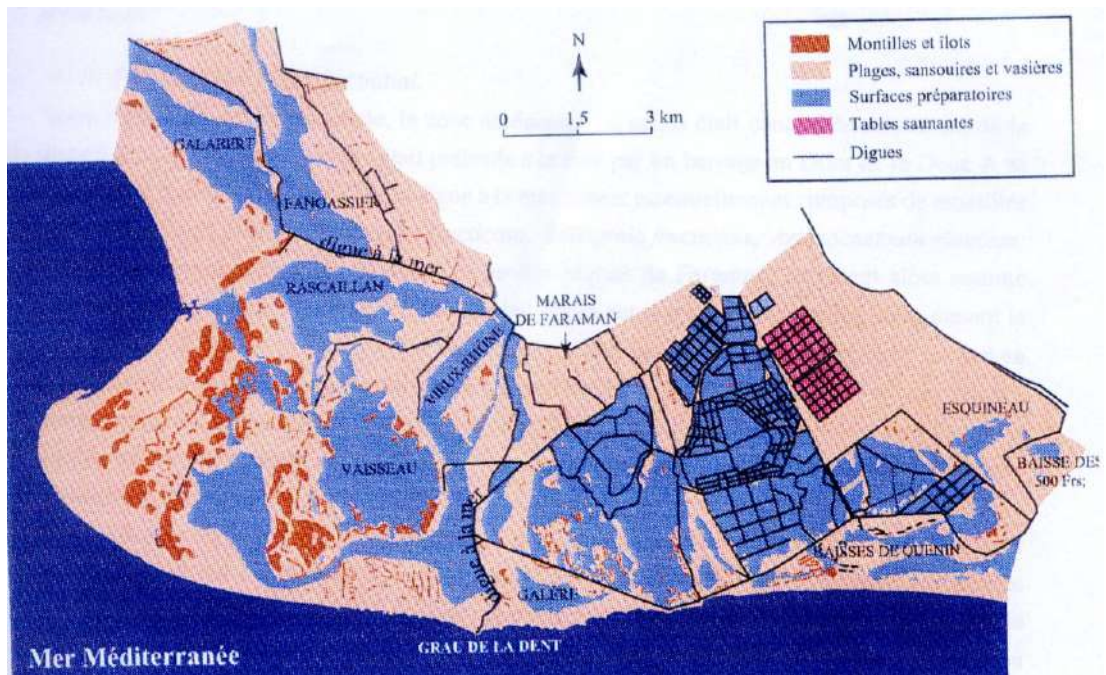
Ces aménagements s'accompagnent d'une nouvelle gestion, qui inverse le cycle naturel de mise en eau et d'assèchement des étangs en climat méditerranéen : toutes les surfaces sont inondées au printemps et en été tandis que de nombreuses surfaces sont exondées durant les périodes humides d'automne et d'hiver.

---

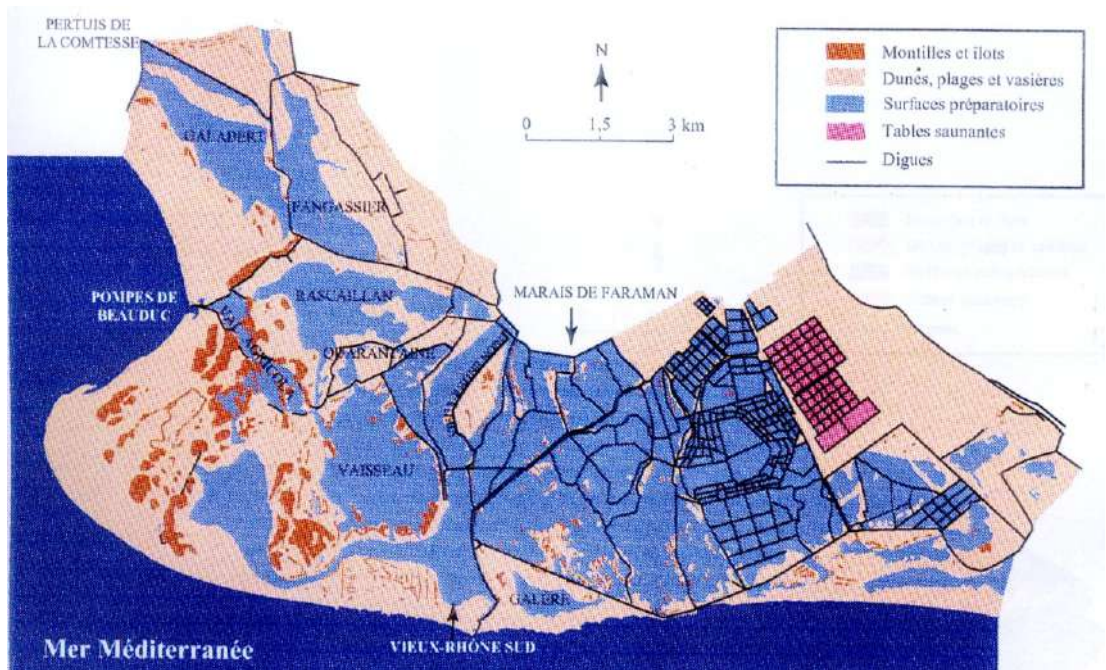
<sup>51</sup> Soit 39 ‰ de sels totaux dissous.





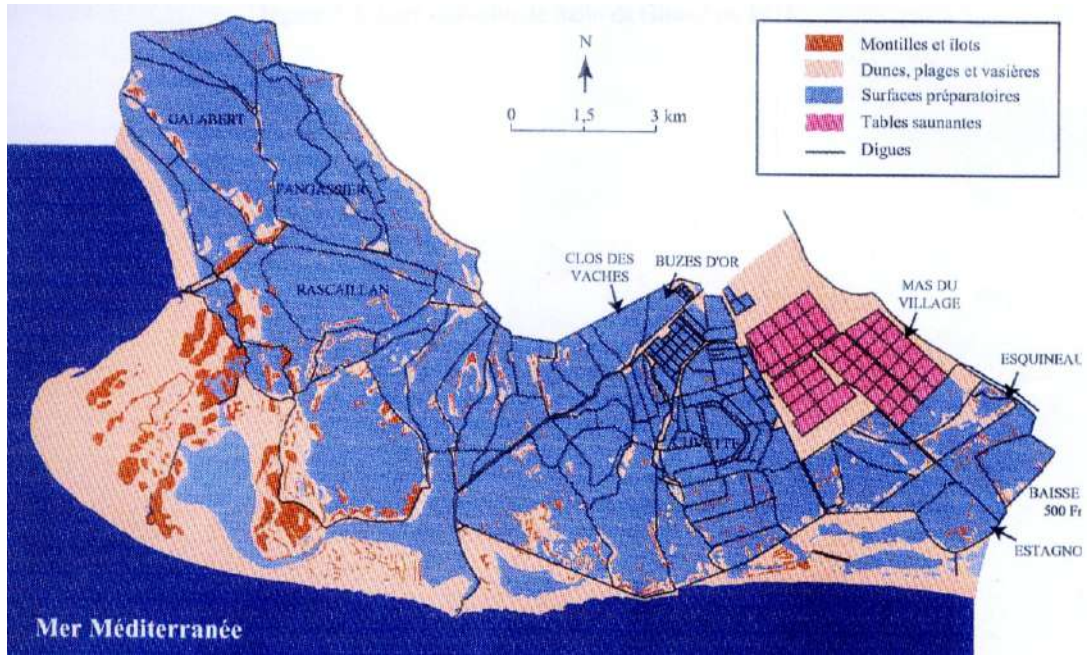


Carte 13 : Le salin de Giraud avec les aménagements en 1944 (Sadoul, 1996).

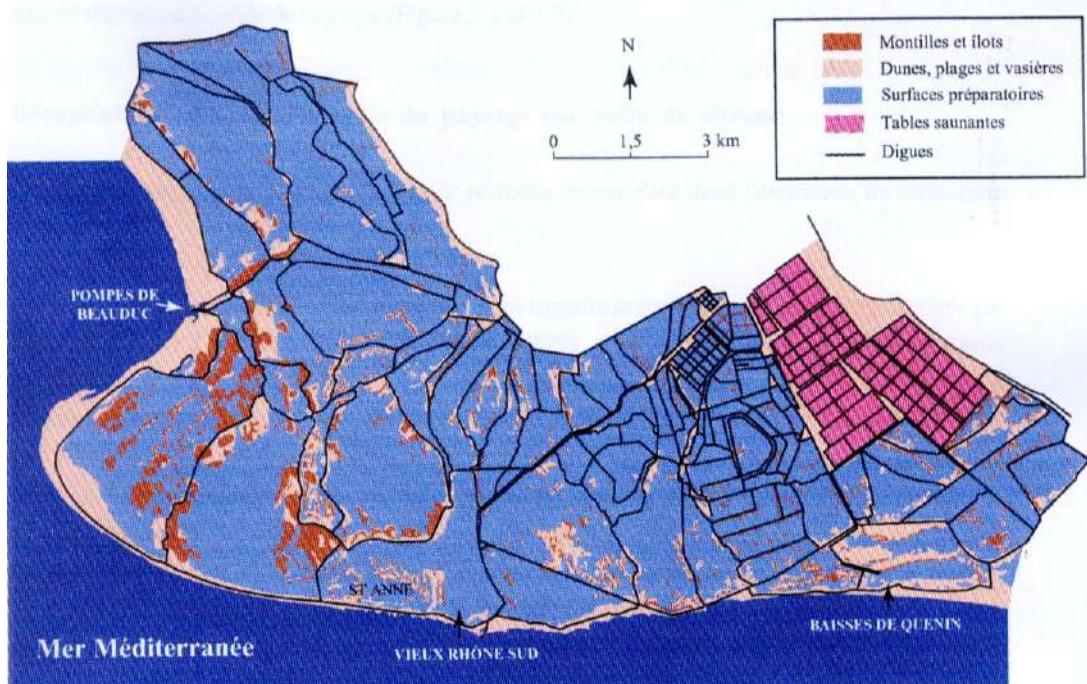


Carte 14 : Le salin de Giraud avec les aménagements en 1956 (Sadoul, 1996).

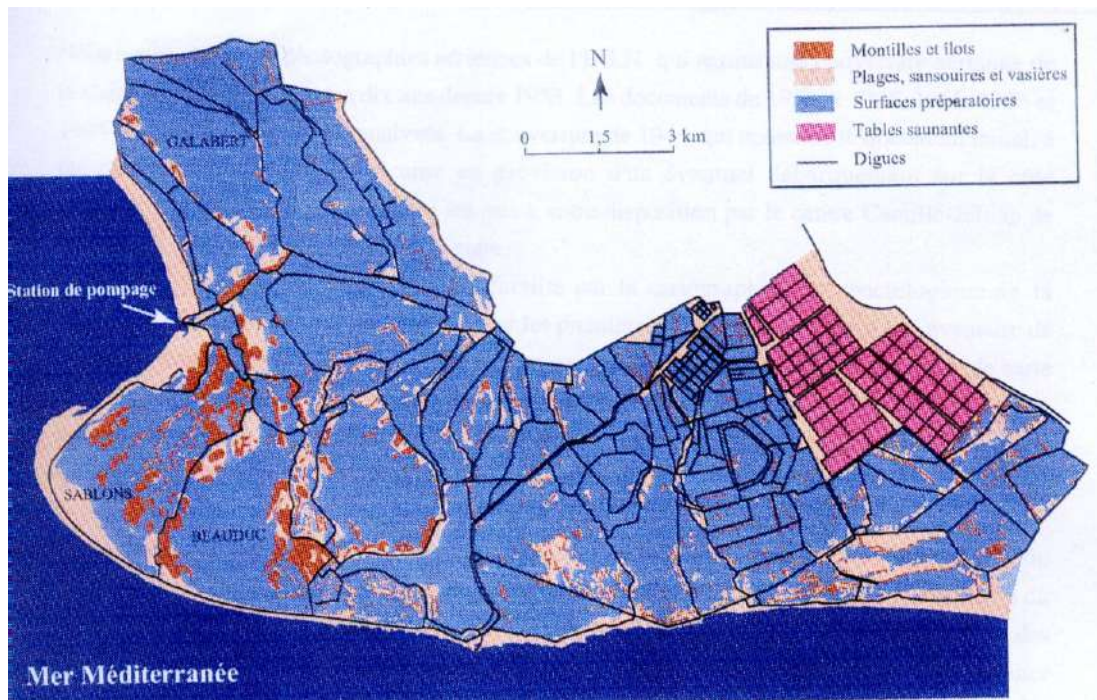




Carte 15 : Carte du salin de Giraud avec les aménagements en 1965 (Sadoul, 1996).



Carte 16 : Carte du salin de Giraud avec les aménagements en 1976 (Sadoul, 1996).



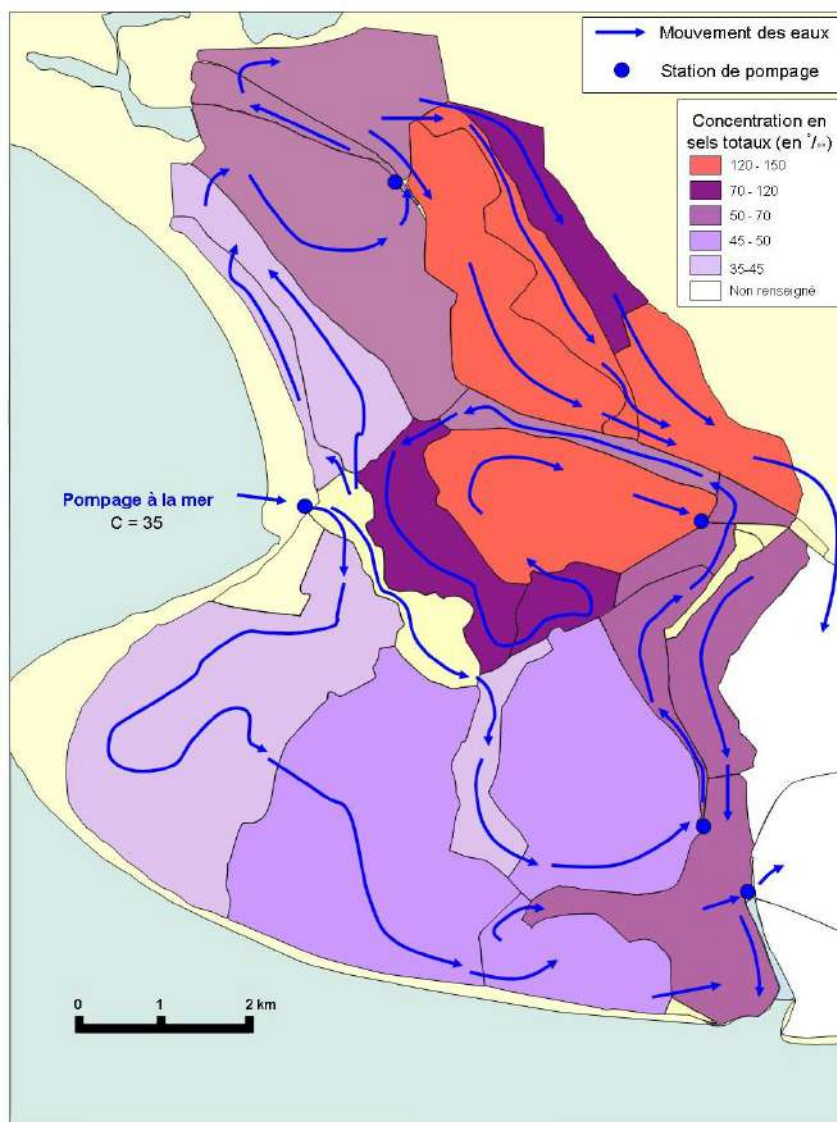
**Carte 17** : Carte du salin de Giraud avec les aménagements en 1994 (Sadoul, 1996).



### 3.2.2. Caractéristiques écologiques et évolution globale de la zone d'étude

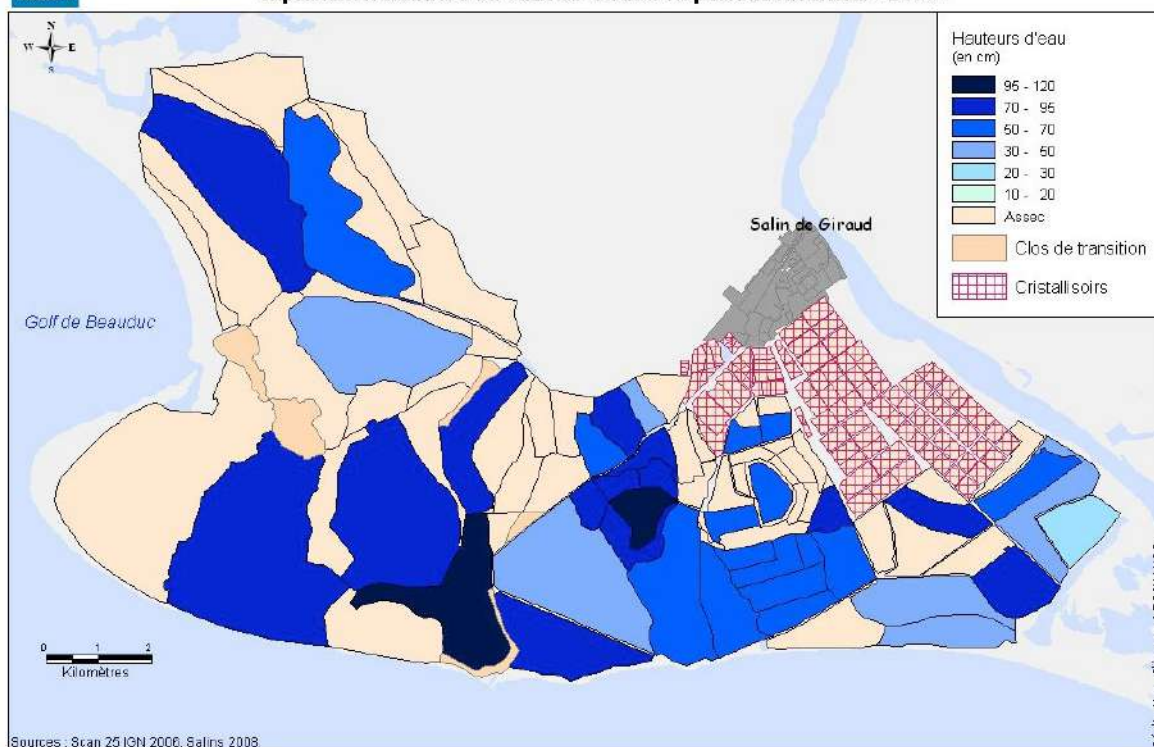
#### 3.2.2.1. Conditions physiques du milieu

La gestion hydraulique salicole a été progressivement étendue au cours des années 60 et 70, pour atteindre une extension maximale à partir du début des années 80. Le schéma de circulation des eaux et la gestion des salinités mis en œuvre en 2008, sont synthétisés sur la carte 18.



**Carte 18** : Mouvement des eaux et salinités théoriques des lagunes en période d'exploitation salinière - année 2008 (d'après Salins (2008) in Loquet (2008), modifié).

Dans la zone d'étude, seuls les étangs les plus profonds étaient maintenus en eau en période hivernale (cf. carte 19). Les autres partènements étaient vidangés à la fin septembre et n'étaient remis en eau qu'en avril.



**Carte 19** : Les hauteurs d'eau théoriques sur les étangs de l'ancienne exploitation salinière de Salin de Giraud en période hivernale – 2008.

### 3.2.2.2. Caractéristiques écologiques générales des écosystèmes salins

Britton & Johnson (1987) et Sadoul *et al.* (1998) ont décrit les caractéristiques écologiques générales des écosystèmes salins. Ces descriptions sont synthétisées dans ce chapitre.

Les écosystèmes salins présentent d'une manière générale une forte valeur biologique, qui est due non seulement à leurs caractéristiques de zones humides, mais aussi aux interventions humaines qui y assurent une circulation de l'eau ainsi qu'une relative tranquillité. Situés sur la zone côtière, ils constituent un milieu peu profond, stable et prévisible malgré un climat méditerranéen souvent très variable d'une année à l'autre.

Parmi les peuplements faunistiques et floristiques qui caractérisent cet écosystème et s'adaptent aux gradients de salinité et d'humidité, deux groupes sont prépondérants de par leur productivité : les organismes unicellulaires et les invertébrés aquatiques. Ces deux groupes constituent dans les salins les éléments incontournables de la chaîne trophique.

### Les facteurs déterminants la richesse biologique

Trois facteurs écologiques principaux déterminent la distribution de la richesse biologique des écosystèmes salins : le confinement, le régime hydrique et la salinité.

- Le **confinement** se traduit par un appauvrissement progressif des peuplements d'organismes marins depuis les secteurs les plus proches de l'entrée d'eau de mer jusqu'aux secteurs les plus éloignés. Cette variation relève de différents paramètres : provenance de l'eau, mode de pompage, mais aussi variations journalières de la température de l'eau, du pH et de l'oxygène, qui sont d'une amplitude beaucoup plus importante qu'en mer.

- Le **régime hydrique** se traduit par exemple par des conditions d'exondation variables de certaines parties des salins. Les secteurs exondés de manière prolongée sont défavorables aux organismes ne présentant pas de forme de résistance à la dessiccation.
- La **salinité** est le facteur prépondérant de la diversité des espèces. A partir d'une salinité totale de 70 ‰ se produisent des précipitations de carbonates, borates de calcium et composés ferriques. Présents en faible quantité, ils ne laissent aucun dépôt significatif au fond des étangs. La modification la plus spectaculaire survient à partir de concentrations voisines de 150 ‰ de sels totaux dissous : la précipitation du gypse (sulfate de calcium) forme une croûte qui recouvre le sédiment sur une épaisseur pouvant dépasser 10 cm en quelques années ; cette barrière physique entre l'eau et le substrat ajoute ses effets aux changements de la composition ionique de l'eau, entravant le développement de nombreux organismes.

## La richesse biologique des écosystèmes salins

### Les organismes unicellulaires

Dans les écosystèmes salins, le groupe des organismes unicellulaires planctoniques et benthiques est le plus représentatif. Sa composition est similaire à celle rencontrée dans les eaux salées d'origine marine ou continentale (lacs salés...) et varie cependant en fonction des caractéristiques physico-chimiques de l'eau et du substrat.

Jusqu'à 130 ‰ de salinité totale, les diatomées et les cyanobactéries dominent. Les cyanobactéries, bien qu'atteignant plusieurs centimètres d'épaisseur sur toutes les gammes de profondeur d'eau et de régime hydrique, connaissent un développement optimal entre 55 et 150 ‰.

A partir de 150 ‰ la précipitation du gypse modifie le peuplement. La structure lamellaire caractéristique des habitats hypersalés est due à un gradient vertical de la teneur en oxygène et de la lumière qui diminue avec la profondeur. Se succèdent, de haut en bas : une couche brune de cyanobactéries du groupe *Aphanothece* développant une forte activité photosynthétique ; la croûte de gypse dont la perforation dégage une forte odeur d'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S) et sous laquelle l'appauvrissement en oxygène et en lumière diminue l'activité photosynthétique ; une couche verte de cyanobactéries filamenteuses à *Phormidium* ; une couche de sulfobactéries pourpres à *Chromatium* et à *Thiocapsa* contribuant à la réduction des sulfates à l'état de sulfures, grâce à l'activité des bactéries sulfato-réductrices du genre *Desulfovibrio*, présentes dans le sédiment.

Au-delà de 180 ‰, la production de l'algue chlorophycée unicellulaire *Dunaliella salina* et de bactéries comme *Halobacterium* est normalement importante. Elles sont à l'origine de la coloration rouge de l'eau dans les bassins plus concentrés (Sadoul et al., 1998).

### Les plantes aquatiques et amphibies

Les plantes aquatiques émergentes sont absentes des salins en activité, la salinité du milieu dépassant leur seuil de tolérance. Immergées sous l'effet du vent, les bordures d'étangs à pente douce peuvent cependant être colonisées par les espèces annuelles des marais littoraux : salicorne annuelle et soudes.

Les macrophytes immergées, peu nombreuses (genres *Ruppia*, *Althenia*, *Zostera*), sont cantonnées aux étangs de plus faible salinité. Lorsque la salinité avoisine 70 ‰, les algues chlorophycées peuvent être abondantes. Les *Chaetomorpha* spp. et *Cladophora* sp. sont connues pour former des tapis sur les sédiments en zones peu profondes. Les *Enteromorpha* apprécient les biotopes riches en azote et construisent en été de grands tapis flottants. La décomposition de masses importantes d'algues peut provoquer une désoxygénation de la colonne d'eau et, par conséquent, une élimination locale de la faune aquatique. Elle favorise en revanche le développement de certains invertébrés, tels que les chironomes (*Halocladus varians*).

### Les invertébrés aquatiques

Si les invertébrés aquatiques occupent l'ensemble des salins, aucun n'est présent partout : leur répartition dépend de la salinité de l'eau. Bien qu'une réduction du nombre d'espèces corrélativement à l'augmentation de la salinité soit observée, elle n'est pas linéaire et une chute importante de la biodiversité, accompagnée d'une augmentation de la biomasse, est enregistrée lors de deux événements physico-chimiques majeurs : la précipitation des carbonates, puis celle du gypse.





Dans les lagunes les moins salées, la richesse en invertébrés est restreinte aux espèces euryhalines ; la présence des crustacés *Crangon crangon* et *Carcinus mediterraneus* ou du vers polychète *Nereis diversicolor* dépend de l'immigration de larves depuis le milieu marin.

Lorsque la salinité atteint 70 ‰, le copépode *Eurytemora velox*, le gammare *Gammarus inaequicaudata* et le diptère *Chironomus salinarius* ont disparu. Il en est de même des mollusques et des décapodes, dont le squelette et la coquille ne peuvent plus être fabriqués suite à la précipitation des carbonates (Britton & Johnson, 1987).

Entre 70 et 150 ‰, le nombre d'espèces reste relativement stable. Au delà, la précipitation des sulfates de calcium entraîne la disparition des cyanophycées *Microcoleus chthonoplastes* et, par conséquent, de leurs consommateurs comme le diptère *Halocladus varians* ou le copépode *Cletocamptus retrogressus*.

La densité de la mouche du sel (*Ephydra bivittata*) et des artémias est maximale à des concentrations supérieures à 150 ‰, en raison du petit nombre de prédateurs alors présents ; en revanche, à des salinités inférieures à 70 ‰, elle est habituellement minimale à cause de la prédation par les poissons et les coléoptères aquatiques.

### **Les peuplements piscicoles**

Les peuplements piscicoles présents dans les écosystèmes salins sont caractérisés par une faible richesse spécifique reflétant les contraintes du milieu : les salinités rencontrées dans la plupart des étangs sont supérieures au seuil de tolérance de bon nombre d'espèces, qui sont malgré tout susceptibles de pénétrer dans les salins sans pouvoir survivre aux conditions estivales (température, salinité et niveau d'oxygénation de l'eau). L'absence d'échanges permanents entre la mer et les étangs constitue une autre contrainte importante.

### **3.2.3. Les étangs**

Plusieurs documents se sont révélés déterminants pour cette étude. De nombreuses observations portant sur la flore aquatique de la quasi-totalité de la zone d'étude furent réalisées en 1974, 1975 et 1977 par Verhoeven (1975 ; 1979 ; 1980). Ce dernier fournit également des observations de la faune aquatique. De nombreuses captures d'invertébrés furent effectuées dans les années 70 par Britton & Johnson (1987), cependant la plupart de leurs données n'ont pu être exploitées dans la présente étude car une partie seulement de leurs prélèvements sont localisés dans leur publication et parmi celles-ci, les localisations indiquées sont parfois contradictoires<sup>52</sup>.

---

<sup>52</sup> En légende de la figure 1 de Britton & Johnson (1987), les localités nommées « Montille d'Arnaud » et « Etang du Vaisseau, clos 1 », sont respectivement localisées sur la figure 1, au « Vieux Rhône Nord » et à « Vaisseau, clos 2 », selon le découpage des partènements et la terminologie établie par la *Compagnie des Salins du Midi*.



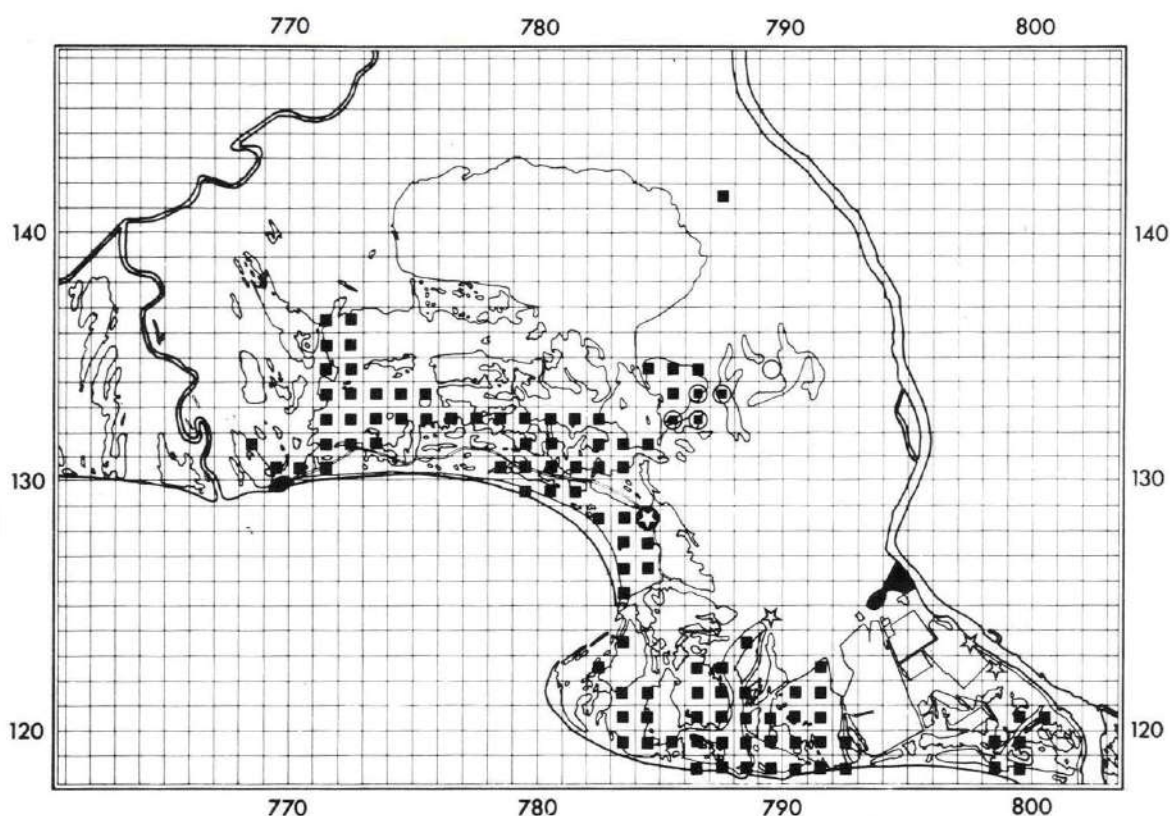


Fig. 3. Occurrence of *Ruppia* taxa in km squares in the Camargue as established during this study. ■, *Ruppia cirrhosa*; ♦, *R. maritima* var. *maritima*; ○, *R. maritima* var. *brevirostris*; ☆, *R. cirrhosa* as well as *R. maritima* var. *maritima*; ⊛, all three taxa.

Carte 20 : Répartition des ruppiaquées en Camargue (Verhoeven, 1979).

### 3.2.3.1. Le Galabert

Selon Aguesse & Marazanoff (1965), le Galabert fut incorporé aux surfaces d'évaporation en 1961-62. L'aménagement du Galabert était presque terminé en 1965, avec l'endiguement complet de l'étang et sa division en trois étangs de pré-concentration du sel (Galabert 1, 2 et 3). L'endiguement du Galabert « 0 » sera réalisé en 1980 (Sadoul, 1996). Ces aménagements permirent d'augmenter considérablement les surfaces en eau.

En août 1977, Verhoeven (1979, 1980) releva la présence d'herbiers de Ruppie spiralée (*Ruppia cirrhosa*) et d'algues *Cladophora* spp. et *Chatomorpha linum*. Il nota que la végétation à *R. cirrhosa* mourut presque complètement en septembre, la cause principale étant probablement l'augmentation importante de la salinité en août, en raison du pompage de l'eau de mer pour l'industrie salinière. Les parties souterraines survécurent cependant et repoussèrent en octobre.

Verhoeven (1980) inventoria dans les herbiers de *Ruppia* du Galabert la faune aquatique suivante :

- l'Athérine,
- plusieurs mollusques : Coque *Cerastoderma glaucum*, *Abra ovata* (Phil.), *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805), *Peringia ulvae* (Pennat, 1777)<sup>53</sup>,
- le Crabe vert (*Carcinus maenas*), le gammare *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931) et l'isopode *Idotea chelipes* (Pallas, 1766),

<sup>53</sup> *Hydrobia ulvae* (Pennant), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

- des larves des chironomes *Chironomus salinarius* (Kieffer, 1915) et *Halocladus millenarius* (Santos Abreu, 1918)<sup>54</sup>,
- le polychète *Nereis diversicolor* (Müller, 1776) et des oligochètes *Oligochaeta*.

### 3.2.3.2. Le Clos Desclaux et les Enfores de la Vignolle

Le Clos Desclaux fut aménagé en 1965 (Sadoul, 1996). Dans les années 70, Verhoeven (1975, 1979 et 1980) mena plusieurs études au cours desquelles il répertoria la faune et la flore d'une mare située dans ce secteur. D'après les cartes publiées dans ses articles de 1975 et 1979, le plan d'eau se situerait près de l'emplacement de la pompe du Galabert. Il s'étendait sur 15 m de long et 5-8 m de large, avec une profondeur maximale de 1,50 m. L'eau était très claire et l'étang n'était pas connecté au Fangassier. La salinité (4,0 ‰ Cl<sup>-</sup> soit environ 7,2 ‰ de sels totaux) était beaucoup plus faible que dans les étangs voisins.

Dans ce plan d'eau, Verhoeven indique la présence d'algues *Cladophora* spp. et trois taxons de *Ruppia* répartis en ceintures : *R. cirrhosa*, *R. maritima* var. *maritima* et *R. maritima* var. *brevirostris*. Verhoeven (1975) captura le 3 juin 1974 le gastéropode *Peringia ulvae*<sup>55</sup>, des larves de zygoptère *Ischnura elegans* (Vander Linden, 1820), l'hétéroptère *Sigara stagnalis* (Leach, 1817), plusieurs coléoptères dont *Nebrioporus cerisyi* (Aubé 1938)<sup>56</sup>, *Berosus* sp., *Enochrus melanocephalus* (Olivier), *E. bicolor* (Fabricius, 1792) et *E. testaceus* (Fabricius, 1801).

En juillet 1975, Verhoeven (1980) fit de nouvelles observations sur cette station, dont la salinité permanente moyenne était de 3 à 10 ‰ Cl<sup>-</sup> (soit environ 5,4 à 18 ‰ de sels totaux). Il regroupa les taxons inventoriés en différents cortèges, avec :

- des espèces d'eau douce euhaline telles que les deux hétéroptères *Naucoris maculatus* (Fabricius, 1798), et *Sigara lateralis* (Leach, 1817), le coléoptère *Berosus spinosus* (Steven, 1808), le branchiopode *Daphnia pulex* (Leydig, 1860), le zygoptère *Ischnura elegans*, des larves du nématocère *Microchironomus deribae* (Freeman, 1957)<sup>57</sup> et des larves de brachycère *Stratiomys* (Geoffroy, 1762)<sup>58</sup>,
- des espèces d'eau saumâtre caractéristiques des eaux stagnantes dont le coléoptère *Enochrus bicolor* et l'amphipode *Gammarus aequicauda*,
- des espèces d'eau saumâtre, générales tel que des larves de nématocère *Chironomus aprilius* (Meigen, 1818)<sup>59</sup> et le gastéropode *Hydrobia ventrosa* (Montagu 1803).

Il observa également des *Ostracoda* et le coléoptère *Nebrioporus cerisyi*<sup>60</sup>.

### 3.2.3.3. Le Fangassier

Une digue fut progressivement construite à partir de 1953 pour séparer le Fangassier des Enfores de la Vignolle (Sadoul, 1996). L'examen des photos aériennes montre que cet endiguement était achevé en 1956. D'autres digues furent ensuite construites afin de diviser le Fangassier en deux partènements (Fangassier 1 et 2). Selon Aguesse & Marazanoff (1965), le Fangassier était incorporé aux surfaces d'évaporation en 1961-62. Tous ces travaux d'endiguement étaient terminés en 1965, comme le montre la photo aérienne prise cette année là. L. Hoffmann rapporta à Verhoeven (1975), que le fond du Fangassier fut gratté et nivelé en 1965.

<sup>54</sup> *Halocladus stagnorum*, dans le texte ; référentiel taxonomique : Fauna Europaea

<sup>55</sup> *Hydrobia ulvae*, Pennant, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>56</sup> *Potamonectes cerisyi* (Aubé), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>57</sup> *Leptochironomus paraderibae* (Laville et Tourenq, 1967), dans le texte; référentiel taxonomique : Fauna Europaea

<sup>58</sup> *Stratomyia* sp., dans le texte ; référentiel taxonomique : Fauna Europaea

<sup>59</sup> *Chironomus halophilus*, dans le texte ; référentiel taxonomique : Fauna Europaea

<sup>60</sup> *Potamonectes cerisyi*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS





Avec l'annexion au circuit des salins, de profondes modifications biologiques furent observées. Aguesse & Marazanoff (1965) relevèrent que la salinité atteignait 120 ‰ avec un niveau d'eau assez élevé en août et septembre 1962 et en moyenne 70 à 80 ‰ en hiver, ce qui provoqua la disparition des herbiers de *Ruppia*. La faune d'eau saumâtre fut remplacée par une faune d'eau sursalée, comprenant le copépode *Cletocamptus retrogressus*, le crustacé Branchiopode *Artemia salina* (Linnaeus, 1758), une ou deux espèces de Chironomides *Orthocladius sp.*, des larves d'*Ephydra* et une espèce de coléoptère *Nebrioporus cerisyi*<sup>61</sup>. Ces auteurs indiquent que seules les espèces les plus euryhalines et eurythermes des milieux extrêmes formés par les salins y persistaient et leurs populations s'y développaient alors en très fortes densités.

Après les années 60, de nombreux observateurs relevèrent la présence d'*Artemia sp.* en abondance. Thiéry et Gasc (1991) signalèrent dans les années 80 la présence du rare crustacé branchiopode *Branchinella spinosa* (Milne-Edwards, 1840).

#### 3.2.3.4. Le Petit et le Grand Rascaillan

L'étang du Rascaillan fut aménagé progressivement au cours des années 50 et au début des années 60 (Sadoul, 1996). A partir de 1953, les grands étangs qui n'étaient pas encore aménagés étaient utilisés comme surface préparatoire quand leur salinité n'avait pas diminué durant les apports en hiver (Sadoul, 1996). Les archives du groupe *Salins* rapportent que dans le cas contraire, comme en 1954, étaient « évacuées à la mer les eaux au dessous de la concentration de 3°5 Baumé<sup>62</sup> se trouvant au démarrage de la campagne », notamment celles du Rascaillan (Sadoul, 1996).

Molinier & Tallon (1974) rapportent que *Ruppia cirrhosa* était très commune dans le Rascaillan (ainsi que dans d'autres « surfaces préparatoires » dont la salinité atteignait 60 à 80 ‰) ; la date de cette observation n'est pas précisée mais celle-ci a probablement été effectuée en 1954, car l'un des deux auteurs étudia particulièrement le genre *Ruppia* cette année là (Tallon, 1957).

#### 3.2.3.5. Le Vieux Rhône

Gourret (1897) rapporte que le Vieux Rhône devint un bras mort en 1711 lorsqu'à la suite d'une crue et par négligence de l'écluse, les eaux du Grand Rhône se précipitèrent dans le canal des Lônes. Il décrit qu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, le Vieux Rhône était déjà propriété des Salins de Giraud. Le grau de Saint-Bequin (ou grau de la dent) avait été ouvert par la compagnie Péchiney en 1868 et il était dragué en 1896 pour lui donner une profondeur inférieure à celle des basses mers. Les témoignages que Gourret recueillit auprès des pêcheurs indiquent qu'avant que le Vieux Rhône ne soit utilisé pour alimenter les salins en eau salée, les pêcheries y étaient florissantes et la faune était variée. En 1896, une machine y prélevait l'eau pour la refouler en partie dans l'étang de la Galère et en partie dans le canal des Emprunts pour alimenter les basses de Saint-Genest situées plus à l'Est dans les salins. Ainsi, lorsque le grau était fermé et que les eaux du Vieux Rhône étaient partiellement pompées, les eaux qui restaient devenaient rapidement fortes et atteignaient en été jusqu'à 6° Baumé (soit une salinité totale d'environ 68 ‰). La profondeur de l'eau était de 50 cm et les fonds étaient occupés par du sable au voisinage du grau et par une vase molle partout ailleurs, atteignant au milieu une épaisseur de 3 mètres environ.

Gourret (1897) signale la présence d'herbiers de zostères, qui abritaient en grands nombres des gammars *Gammarus locusta*, les deux isopodes *Sphaeroma serratum* (Fabricius, 1787)<sup>63</sup> et *Idotea balthica* (Pallas, 1772)<sup>64</sup>, ainsi que les crevettes *Palaemon adspersus*<sup>65</sup> et *Crangon vulgaris* (Linnaeus, 1758) et le Crabe vert (*Carcinus maenas*)<sup>66</sup>, toutes ces espèces étant bien moins abondantes en été. Les fonds vaseux étaient

<sup>61</sup> *Potamonectes cerisyi*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS, GBIF

<sup>62</sup> Soit 39 ‰ de sels totaux dissous.

<sup>63</sup> *Sphaeroma serratum*, dans le texte ; référentiel taxonomique : ITIS

<sup>64</sup> *Idotea tricuspidata*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>65</sup> *Palaemon rectirostris*, dans le texte ; référentiel taxonomique : ITIS

<sup>66</sup> *Carcinus maenas*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS



colonisés par une abondance de bivalves *Cerastoderma edule*<sup>67</sup> et *Parvicardium exiguum*<sup>68</sup> et par deux polychètes, *Platynereis dumerilii* (Andouin et Milne Edwards, 1834)<sup>69</sup> et *Perinereis cultrifera* (Grube, 1840)<sup>70</sup>. La Moule méditerranéenne (*Mytilus galloprovincialis*) était notée sur les piquets plantés dans l'étang.

Toujours selon Gourret, les muges formaient le principal contingent de poissons, le Mulet à grosse tête<sup>71</sup> étant le plus abondant. Il signale aussi la présence du Mulet porc<sup>72</sup> « en quantité notable » et du Mulet doré<sup>73</sup>. L'Anguille était abondante. Les flets<sup>74</sup> étaient très communs en automne et en hiver mais ne survivaient pas en été lorsque la salinité dépassait 5° Baumé (soit 55 ‰ de salinité totale), contrairement aux soles (*Solea vulgaris*) qui continuaient de survivre à 6° Baumé (soit environ 68 ‰). Gourret signale aussi le Barbeau<sup>75</sup>, le Turbot, l'Athérine (plus fréquente en hiver) et le Loup, avec pour ce dernier « *des individus de belle taille* ». Des poissons comme le Sar et la Dorade royale<sup>76</sup> pénétraient en faible quantité au printemps. Trois pêcheurs exploitaient toute l'année le Vieux Rhône du temps de Gourret, ce qui témoigne de la richesse piscicole de l'étang, mais selon l'auteur cette richesse était limitée par la salinité des eaux et de nombreux poissons mourraient lorsque celles-ci atteignaient 5 à 6° Baumé.

Les photographies aériennes montrent qu'en 1944, le Vieux Rhône était déjà divisé en deux plans d'eau (Vieux Rhône Nord et Vieux Rhône Sud). La digue séparant au nord le Vieux Rhône Sud du Vaisseau était achevée en 1965, celles en front de mer et entre le Vieux Rhône et l'étang de Beauduc étaient achevées en 1976. La digue de séparation entre le Vieux Rhône sud et Sainte Anne fut construite ultérieurement. Levêque (1957) indique que dans les années 50, le Vieux Rhône « *est maintenant transformé en étang et séparé de la mer par une martellière que l'on ouvre lorsque certaines conditions optimales de la salinité de la mer sont remplies ; on assiste donc périodiquement à une pénétration massive de la mer dans cet étang, dont profitent alors les muges, orphies, pleuronectes, anguilles et même les congres, maquereaux et les sardines – dont on fait parfois des pêches miraculeuses.* »

Lévêque (1957, 1963) nota ainsi la présence de loups<sup>77</sup> dans le Vieux Rhône le 12 septembre 1955. Il observa la Sardine (*Sardina pilchardus*)<sup>78</sup> en juin 1956 et à nouveau en juillet 1957. En juillet 1957 il rapporta également la présence du Turbot, de daurades royales<sup>79</sup>, du Gobie lote (*Zosterisessor ophiocephalus*)<sup>80</sup> et de l'Orphie (*Belone belone*), cette dernière étant selon l'auteur régulièrement présente voire abondante dans l'étang d'avril jusqu'à la fin septembre. Il releva aussi la présence d'anchois (*Engraulis encrasicolus*)<sup>81</sup> le 23 avril 1957 et récolta des syngnathes (*Syngnathus acus*) en avril-mai 1957. En septembre 1957, il trouva des rougets (*Mullus barbatus*), le Sar<sup>82</sup> et la Baveuse (*Parablennius sanguinolentus*)<sup>83</sup>.

Aguesse (1960) captura deux espèces d'amphipodes, *Microdeutopus gryllotalpa* (Costa, 1853) en mai et juin 1958 et en 1959 et *Caprella mitis* (Mayer, 1890) en juin et juillet 1959, dans des eaux dont la salinité était voisine de 40 ‰. L'auteur rapporte pour ces espèces, qu'elles ont la caractéristique de vivre dans les algues vertes filamenteuses de l'étang. *Ruppia cirrhosa*<sup>84</sup> fut également observée.

<sup>67</sup> *Cardium edule*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>68</sup> *Cardium siculum*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>69</sup> *Nereis dumerilii*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>70</sup> *Nereis cultrifera*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>71</sup> « Testu » dans le texte.

<sup>72</sup> « Pouchudo » dans le texte.

<sup>73</sup> « Gaouto-rouso » (*M. auratus*), dans le texte.

<sup>74</sup> « Larbe » (*Flesus passer*), dans le texte.

<sup>75</sup> « pansars » (*Rhombus laevis*), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>76</sup> « Aourado », dans le texte.

<sup>77</sup> *Morone labrax*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>78</sup> *Clupea pilchardus* (Walbaum), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>79</sup> *Chrysophrys aurata* (L.), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>80</sup> *Gobius lota* (Cuvier et Valenciennes), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>81</sup> *Engraulis encrasicolus* (L.), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>82</sup> *Sargus rondeleti* (Cuvier et Valenciennes), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>83</sup> *Blennius sanguinolentus* (Pallas), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>84</sup> *Ruppia maritima spiralis*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN



Aguesse et Bigot (1962) relevèrent la présence de *Cyclope neritea*<sup>85</sup>, de *Hydrobia acuta*<sup>86</sup> et de la Moule méditerranéenne (*Mytilus galloprovincialis*). Entre 1965 et 1976, Marazanof (1974) observa *Leuconia bidentata* (Mont.).

Britton & Johnson (1987) effectuèrent des prélèvements dans le Vieux Rhône sud. Ils trouvèrent en abondance des Tubificidae, le polychète *Nereis diversicolor*, la Coque *Cerastoderma glaucum*<sup>87</sup>, l'hydrobie *Hydrobia acuta* et le bivalve *Abra ovata*. La liste des espèces capturées comprend également les chironomes *Chironomus salinarius* et *Halocladus varians* (Staeger, 1839) et le bivalve *Abra ovata*.

Verhoeven (1975, 1980) observa la phanérogame *Ruppia cirrhosa* le 8 juin 1974 dans le Vieux Rhône Nord et le Vieux Rhône Sud ; il la trouva à nouveau en juillet 1975 dans le Vieux Rhône sud, avec des algues *Cladophora* sp.

### 3.2.3.6. Le Vaisseau

En 1953, le Vaisseau faisait partie des grands étangs qui n'étaient pas encore aménagés, mais que le groupe *Salins* utilisait comme surface préparatoire quand leur salinité n'avait pas diminué durant les apports en hiver (Sadoul, 1996). Les archives de la compagnie rapportent que dans le cas contraire, comme en 1954, étaient « évacuées à la mer les eaux au dessous de la concentration de 3°5 Baumé<sup>88</sup> se trouvant au démarrage de la campagne », notamment celles du Vaisseau (Sadoul, 1996). Les photos aériennes montrent qu'en 1956, les digues séparant au nord et à l'est le Vaisseau des partènements de Quarantaine et du Vieux Rhône Nord étaient construites. En 1965, l'endiguement de l'étang était achevé au sud et à l'ouest. En 1976, une nouvelle digue était érigée en bordure ouest de l'étang pour mettre en eau la surface de pré-concentration « Vaisseau 1 » (Sadoul, 1996).

Curieusement Verhoeven (1979) ne releva pas la présence de la Ruppie spiralée (*Ruppia cirrhosa*) sur cet étang en juin 1974 (salinité de 21 ‰ Cl, soit environ 39 ‰ en sels totaux), mais il l'observa en 1977. Guerlesquin & Podlejski (1980) rapportèrent l'observation le 25 juillet 1976 de *Ruppia cirrhosa*, d'algues filamenteuses et d'un tapis continu et dominant de *Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) J.Gr., dans des eaux permanentes, avec une chlorinité (Cl-) de 59 ‰ (soit 106 ‰ en sels totaux).

S'agissant de la faune, Lévêque (1957) observa en août 1956, de nombreuses sardines<sup>89</sup> aspirées à la pompe de Beauduc, « d'où elles se répandent jusqu'au Vaisseau ». Dans les années 50, Aguesse et Bigot (1962) observèrent l'hydrobie *Hydrobia procerula* (Paladilhe) dans une roubine communiquant avec l'étang du Vaisseau<sup>90</sup>.

### 3.2.3.7. Les Sablons et le Grau des Figues

Les Sablons furent aménagés en 1973-1974 (Sadoul, 1996). A partir de cette période, très peu de données sont récoltées. Les cartes de Verhoeven (1975, 1979) montrent la présence ponctuelle d'herbiers de Ruppie spiralée dans les années 70. En juillet 1978, Britton & Johnson (1987) observèrent *Nereis diversicolor*, des *Tubificidae*, *Hydrobia acuta* et *Halocladus varians* en situation temporaire, dans des eaux dont la salinité était de 44 ‰.

<sup>85</sup> *Cyclonassa nerita*, dans le texte; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>86</sup> *Hydrobia tetropsoides* (Paladilhe, 1870), dans le texte; référentiel taxonomique : Fauna Europaea

<sup>87</sup> *Cardium glaucum*, dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>88</sup> soit une salinité totale de 39 ‰.

<sup>89</sup> *Clupea pilchardus* (Walbaum), dans le texte ; référentiel taxonomique : WoRMS

<sup>90</sup> En juillet 1978, Britton & Johnson (1987) effectuèrent également des prélèvements d'invertébrés, cependant les informations sur la localisation précise des captures sont confuses. La station est décrite comme étant temporaire, ce qui pourrait indiquer qu'il s'agissait de Vaisseau 1 (le partènement situé à l'ouest de l'étang principal), avec une salinité de 44 ‰. Les auteurs relevèrent de fortes densités de polychètes (*Nereis diversicolor*) et d'hydrobies *Hydrobia acuta* avec respectivement 2307 et 780 individus / m<sup>2</sup>. Ils observèrent également des *Tubificidae* (31,2 individus par mètre carré), des coques (*Cerastoderma glaucum*) et des chironomes *Chironomus salinarius*.



### 3.2.3.8. L'étang de Beauduc

L'endiguement complet de l'étang de Beauduc intervint au début des années 70. Cependant, cet étang était déjà utilisé auparavant pour la pré-concentration de l'eau de mer. Ainsi, Marazanof (1965) captura l'Ostracode *Paradoxostoma intermedium* (Mueller, 1894) en octobre 1963, dans des eaux dont la salinité était de 29 ‰ NaCl (soit une salinité totale de 32 ‰) et selon lui, la présence de cette espèce était liée aux apports d'eau de mer permanents pendant la période estivale afin d'alimenter les salins.

Verhoeven (1975) observa la *Ruppia spiralee*<sup>91</sup> en juin 1974.

### 3.2.3.9. L'étang de Sainte Anne

Au début des années 70, Sainte Anne est séparé de la mer par une digue, puis en 1985 une autre digue est construite pour séparer cet étang du Vieux Rhône Sud (Sadoul, 1996).

La seule observation durant cette période est rapportée par Verhoeven (1979), avec la présence de la *Ruppia spiralee* dans les années 1974-1977.

### 3.2.3.10. Autres étangs

Très peu de données sont disponibles pour Val agricole. Les seules concernent la pompe de Beauduc et son canal. En août 1956, Lévêque (1957, 1963) observa la Sardine<sup>92</sup> à la pompe de Beauduc et *Dicentrarchus punctata*<sup>93</sup>, la Barbu<sup>94</sup> (abondante), la Sole (*Solea sp.*) et le Pagre (*Pagrus pagrus*) dans le canal de la pompe. Lévêque (1963) remarqua la présence de l'Alose feinte (*Alosa fallax rhodanensis*)<sup>95</sup> le 15 juillet 1957 dans le canal de la pompe, du Sar<sup>96</sup> le 28 octobre 1958 et de la Vive (*Trachinus vipera*) le 26 juillet 1957 et le 28 octobre 1958.

### 3.2.3.11. Conclusion

Pour très peu de plans d'eau il est possible de faire une comparaison précise entre les espèces présentes avant et après les aménagements. Cela n'est réellement possible que pour l'étang du Fangassier. Pour certains plan d'eau, suffisamment de données sont disponibles pour décrire la biodiversité aquatique présente avant les aménagements. C'est notamment le cas du Galabert, de Sainte Anne, de l'étang de Beauduc et des Sablons.

D'une façon générale, on notera que les contraintes de salinités présentes sur la zone d'étude durant la période d'exploitation salicole ont limité les possibilités d'utilisation des lagunes par les poissons entrant dans le système par la station de pompage de Beauduc.

<sup>91</sup> *Ruppia maritima spiralis*, dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>92</sup> *Clupea pilchardus* (Walbaum), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>93</sup> *Morone punctata* (Bloch), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>94</sup> *Scophthalmus rhombus* (L.), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>95</sup> *Alosa ficta rhodanensis* (Roule), dans le texte ; référentiel taxonomique : INPN

<sup>96</sup> *Sargus annularis* (L.), dans le texte ; référentiel taxonomique : *Marine species identification portal*

### 3.2.4. Les peuplements de vertébrés

#### 3.2.4.1. Les amphibiens

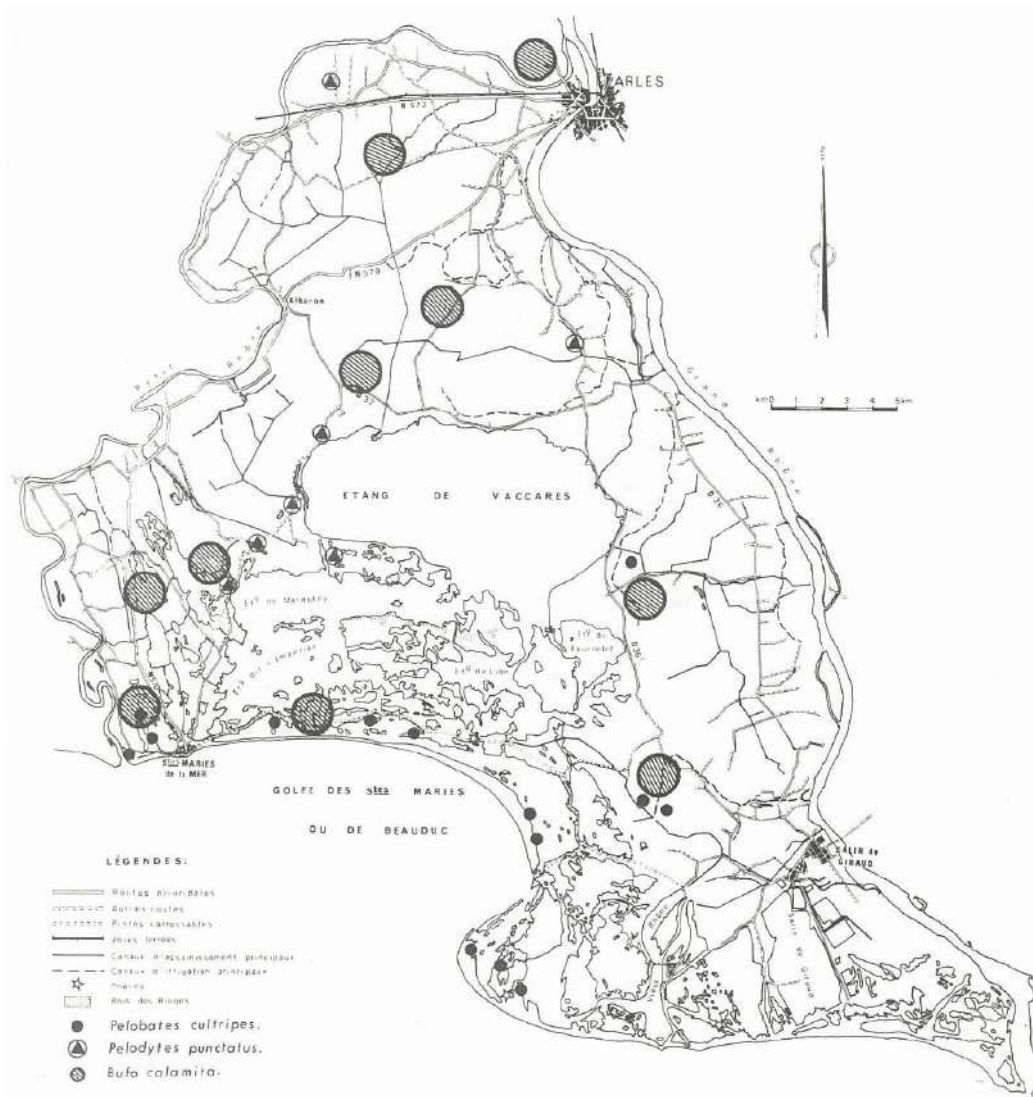
Seules trois espèces de batraciens étaient connues sur la zone d'étude pendant la période d'exploitation salicole : le Crapaud calamite (*Bufo calamita*), le Pélobate cultripède (*Pelobates cultripipes*) et la Rainette méridionale (*Hyla meridionalis*). Il est toutefois fort probable que des Grenouilles « vertes » du genre *Pelophylax* étaient également présentes en marge des salins (ex : canal du Versadou, triangle du Pèbre, Poutraque).

Le Crapaud calamite était au cours de cette période le seul amphibien abondant et largement réparti dans les salins. Les premières observations de calamites ont été réalisées par L. Bigot et P. Aguesse (*com. pers.*) entre 1954 et 1962 dans les dunes de Beauduc, puis l'espèce est revue en 1974 dans les dunes du Platelet par M. Cheylan. *Bufo calamita* a ensuite été ponctuellement observé au cours des années 1980 et 1990 en phase de reproduction ou au gré de l'activité terrestre des individus.

Le Crapaud calamite semble avoir fortement régressé en Grande Camargue car en 1975, Guillaume écrivait pour cette espèce « *qu'il n'existe pas de marais d'eau douce d'où elle soit absente* » et qu'« *elle est présente partout en Camargue* ». Étonnamment, l'espèce n'était pas mentionnée par cet auteur dans les anciens salins, au contraire du Pélobate cultripède !

Au début des années 1970, Guillaume (1975) faisait ainsi mention de la présence du Pélobate cultripède en cinq localités de la zone d'étude : dunes des Sablons, montilles de la lagune des Sablons, montille de Beauduc et deux stations dans les dunes du Galabert (carte 21). Aucun site de reproduction propre à cette espèce n'est malheureusement mentionné par cet auteur. Deux individus furent également observés par Blondel au début des années 1970 dans les dunes à proximité des Cabanes des Sablons. La présence de cet amphibien est donc connue avec certitude jusqu'en 1973-1974, date de la fin des travaux d'endiguement de la lagune des Sablons (Sadoul, 1996).

A la fin des années 1990, P.-A. Crochet découvre la Rainette méridionale dans la zone d'étude : un adulte est observé en 1997 près du transformateur de Beauduc et un chanteur est entendu l'année suivante dans une mare proche du phare de Beauduc.



**Carte 21** : Points d'observation de *Pelobates cultripès* et de *Pelodytes punctatus* (Amphibiens ; Pelobatidae) ; principales zones de rencontre de *Bufo calamita* (Amphibien ; Bufonidae) en Camargue. Guillaume (1975).

### 3.2.4.2. Les reptiles

Les seules informations bibliographiques portant sur les reptiles de la zone d'étude sont apportées par Guillaume (1975). Depuis, aucune prospection spécifique n'a été menée sur ce groupe. Les données présentées ci-dessous proviennent d'observations réalisées au gré de divers suivis et visites naturalistes et ont été compilées dans deux bases de données (*Tour du Valat* et *Ecole Pratique des Hautes Etudes*).

La nature des habitats présents sur la zone d'étude limite fortement la richesse spécifique du peuplement de reptiles. Au total et depuis 1963, huit espèces de reptiles ont été contactées dans le périmètre des anciens salins. Trois peuvent être considérées comme globalement bien répandues sur ce site : le Psammodrome d'Edwards (*Psammodromus hispanicus*), la Couleuvre à échelons (*Rhinechis scalaris*) et la Couleuvre de Montpellier (*Malpolon monspessulanus*). Toutes ces espèces ont la particularité d'être des méditerranéennes strictes, adaptées à la vie dans des milieux xériques.

Plusieurs autres espèces ont été contactées par le passé aux marges du site ou alors de manière très localisées :

- le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*) est présent dans le village de Beauduc et sur la digue du Fangassier ;



- les deux espèces semi aquatiques de couleuvre - la Couleuvre à collier (*Natrix natrix*) et la Couleuvre vipérine (*Natrix maura*), ont été contactées à l'extrémité nord du site à proximité des milieux aquatiques doux que sont le marais du triangle du Pèbre et le canal du Versadou ;
- le Lézard vert occidental (*Lacerta bilineata*) a également été observé ponctuellement dans plusieurs localités : digue du Fangassier, Grau de la Comtesse, Briscon.

Parmi les tortues marines, seule la Tortue caouanne (*Caretta caretta*) peut être considérée comme régulière sur les côtes de Camargue et de méditerranée française (Oliver, 2011). Des mentions d'échouages sur les plages adjacentes à la zone d'étude et de captures accidentelles par les pêcheurs dans le golfe de Beauduc sont ainsi rapportées. Quelques spécimens de Tortue luth (*Dermochelys coriacea*) sont plus rarement observés dans les eaux côtières de Camargue. Il n'a jamais été mentionné de cas de reproduction de Tortue caouanne, ou d'autres espèces de tortues marines en Camargue. Bien que la reproduction de tortues marines dans l'ouest du bassin méditerranéen soit marginale, la découverte récente de deux pontes de *C. caretta* en France (en 2002 en Corse et en 2006 dans le Var) incite à la vigilance.

Enfin, cinq espèces de reptiles sont potentiellement présentes sur la zone d'étude au vu des habitats rencontrés, mais n'ont à notre connaissance jamais été observées :

- Le Seps strié (*Chalcides striatus*), lézard particulièrement difficile à observer, est ainsi connu pour fréquenter les habitats à Statice et à Soude en bord de mer (Geniez et Cheylan, à paraître).
- Le Lézard ocellé (*Timon lepidus*), espèce rare en Camargue, pourrait être présent dans les dunes grises fixées. Il est présent dans ce type de milieux en particulier en présence de fortes densités de Lapin de garenne (ex : île d'Oléron).
- La Coronelle girondine (*Coronella girondica*) ; celle-ci peuple les dunes littorales et avait été contactée à proximité de la zone d'étude (phare de Faraman) en 1975.
- La Tarente de Maurétanie (*Tarentola mauritanica*) pourrait être très localement présente sur certains bâtiments de la zone d'étude (phare de Beauduc, village des Sablons).
- La Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*), pourrait être présente occasionnellement dans le canal du Versadou.

### 3.2.4.3. Les oiseaux

#### 3.2.4.3.1. Description des peuplements

##### Les peuplements des plages

En limite de la zone d'étude (plages de la Comtesse et de Beauduc), seules quelques espèces nicheuses spécialistes ont été signalées durant la période 1960-2007 (Gravelot à collier interrompu, Huîtrier-pie, Sterne naine), toutefois le peuplement est représentatif de ce type de milieu. Les plages accueillent aussi de nombreux oiseaux en transit : sternes, mouettes et goélands, bécasseaux, gravelots...

##### Les peuplements des lagunes et îlots

Les peuplements d'espèces nicheuses rencontrés sur la zone d'étude en période d'exploitation salicole étaient principalement constitués par un important cortège de laro-limicoles, le Flamant rose et quelques anatidés. Ces peuplements étaient parmi les plus riches de Camargue. On notera que plusieurs espèces nichant sur les Impériaux (Spatule blanche, Grand Cormoran) ne se reproduisent pas sur la zone d'étude. Le peuplement comprend le Tadorne de Belon, les Canard colvert et C. chipeau, la Nette rousse (ces deux derniers ayant disparu ou quasi-disparu en tant que nicheur durant la période d'exploitation salicole), l'Huîtrier-pie, le Gravelot à collier interrompu, le Chevalier gambette, auxquels s'ajoutent plusieurs espèces de laro-limicoles coloniaux : Avocette élégante, goélands leucophée et railleur, mouettes rieuse et mélanocéphale, sternes hansel, pierregarin, naine et caujek. Quelques unes de ces espèces se reproduisent et se nourrissent dans ce milieu, mais la plupart nichent sur les îlots et radeaux et s'alimentent ailleurs, soit en mer, soit dans d'autres biotopes de Camargue (Blondel & Isenmann, 1981).



En période d'exploitation salicole, les étangs de la zone d'étude ont d'autre part constitué un milieu d'alimentation important pour le Flamant rose. Ils ont accueilli un grand nombre d'espèces en périodes de migrations et d'hivernage : grèbes, cormorans, Spatule blanche, canards (en particulier le Canard siffleur), cygnes, Foulque macroule, Flamant rose, faucons pèlerin et émerillon, limicoles (bécasseaux, chevaliers, pluviers, gravelots, barges) et laridés (mouettes, guifettes, sternes, goélands).

### **Les peuplements des sansouires**

Le Chevalier gambette, l'Alouette des champs, le Pipit rousseline, la Bergeronnette printanière, la Linotte mélodieuse et la Fauvette à lunettes s'y reproduisent. Le Bruant proyer était signalé irrégulièrement en période de reproduction. Lorsqu'elles sont inondées en hiver, elles peuvent être des lieux d'alimentation pour les anatidés. Les pipits, la Fauvette pitchou et le Troglodyte y étaient observés en hivernage.

### **Les peuplements des dunes blanches et pelouses sur dunes fixées**

Le Cochevis huppé, le Pipit rousseline et la Cisticole des joncs nichaient dans ces milieux en période d'exploitation salicole. L'Alouette calandrelle s'y reproduisait probablement au moins occasionnellement.

### **Les peuplements des dunes boisées**

Très peu d'informations sont disponibles sur l'avifaune reproductrice présente dans les dunes boisées. Le Pigeon ramier, la Fauvette mélanocéphale et le Rossignol philomèle nichaient probablement régulièrement en période d'exploitation salicole. La reproduction du Faucon hobereau (occasionnel) et du Hibou moyen-duc a été signalée. Ce milieu est un lieu de halte pour de très nombreux passereaux arrivant de la mer lors de la migration printanière et des stationnements importants sont également observés à l'automne.

### **Zones artificialisées (digues, stations de pompage...)**

La reproduction du Gravelot à collier interrompu, de l'Avocette élégante, de la Fauvette à lunettes et du Guêpier d'Europe a été notée sur les digues. Le Moineau domestique et l'Etourneau sansonnet nichaient dans certains bâtiments des stations de pompage.

## **3.2.4.3.2. Les flamants roses**

### **Reproduction**

Après plusieurs années sans reproduction en Camargue, la nidification reprit naturellement en 1969 avec 7300 couples installés en quatre groupes sur l'étang du Fangassier : un premier groupe était sur un îlot du clos I, un second colonisa le lit peu profond du clos II et deux groupes occupèrent la digue centrale séparant les deux clos. La reproduction permit l'envol de 5 500 poussins. Cette même année, 630 couples nichèrent à la baisse du Pavias. Les vieux nids abimés ne furent pas utilisés et la colonie s'installa sur le sommet de la digue contournant le site fréquenté auparavant. Ce fut cependant la dernière année de reproduction sur ce site.

En 1970 et 1971, les flamants ont niché à deux reprises sur un îlot du nord ouest de l'étang du Vaisseau (connu jadis sous le nom d'étang A). En 1970, ce sont 320 couples qui élevèrent 280 jeunes et en 1971, 1900 couples parvinrent à élever 1500 jeunes (Johnson, 1973).

L'étang du Fangassier fut intégré dans l'exploitation de Salin-de-Giraud en 1964, quand une digue fut construite pour séparer la lagune en deux clos (clos I à l'ouest : 390ha, clos II moins profond à l'est : 145 ha).

Le succès de la reproduction observé en 1969 sur l'étang du Fangassier incita la *Tour du Valat* en collaboration avec le groupe *Salins* à faire construire dans le clos II un îlot d'une superficie de 6200 m<sup>2</sup> durant l'hiver 1969-1970. Les flamants ne s'y installèrent qu'en 1974, attirés par les faux nids construits l'hiver précédent (Rendon-Martos & Johnson, 1996). Occupé comme annexe de la colonie du clos I en 1974 et 1975, l'îlot devint le principal site de reproduction à partir de 1976 avec ~10-12 000 couples nicheurs chaque année. De 1974 à 2006, plus de 150 000 poussins de flamants ont pris leur envol de ce site. Le nombre de couples nicheurs dépend des niveaux d'eau dans les étangs de Camargue et les premières



pontes ont eu lieu en moyenne 20 jours après la mise en eau de l'étang du Fangassier pour l'activité salicole (Béchet & Johnson, 2007).

Il convient de souligner que l'étang du Fangassier est depuis longtemps l'un des sites favoris des flamants dans le delta. Glegg y avait trouvé vingt nids en 1930 et il y a de fortes chances pour que les photos de Carle Naudot y aient été prises au cours de la première moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle. Hughes (1932) y avait dénombré 10 000 individus en octobre 1931 et Yeates (1947) y signalait des effectifs importants au printemps 1938. D'autres mentions suggèrent également une reproduction ancienne sur cet étang (Marc *et al.*, 1948).

### Alimentation

Les flamants utilisent les salins pour s'y alimenter aussi bien en hiver qu'en été. Ils y recherchent principalement des larves de chironomes (*Halocladus sp.* et *Chironomus salinarius*), des larves et chrysalides d'*Ephydra bivittata*, des *Nereis diversicolor* et des œufs et des adultes d'*Artemia sp* (voir également Johnson, 1983 pour plus de détails). Ces branchiopodes sont probablement aujourd'hui présents sous deux formes, *Artemia parthenogenetica* et *Artemia franciscana*, cette dernière étant une espèce introduite d'Amérique du nord.

Durant les années sèches, les salins peuvent accueillir jusqu'à 50 % des flamants nicheurs en alimentation (Béchet *et al.*, 2009), tamponnant l'effet des variations hydrologiques.

En hiver, les étangs les plus utilisés sont plutôt ceux du bord de mer, étangs de Beauduc, de Sainte Anne, du Vieux Rhône et du Galabert (Tableau 4). Durant la saison de reproduction, ce sont le secteur du Fangassier et les étangs périphériques, Rascaillan, Briscon et Enfores de la Vignolle qui étaient principalement utilisés (Tableau 5). La répartition des flamants entre les étangs de différentes gammes de salinité ne laisse pas apparaître de tendance claire. La préférence pour les étangs de salinité plus élevée (70-140 ‰) pourrait n'être due qu'à la proximité de l'étang du Fangassier.

**Tableau 4** : Effectifs moyens de flamants dans les différents secteurs des étangs et marais du Vieux Rhône à la mi-janvier (1995, 1999, 2005-2008).

Etangs	Moyenne ± SE
Etang de Beauduc	408 ± 116
Sainte Anne	235 ± 52
Vaisseau	222 ± 66
Galabert	167 ± 62
Vieux Rhône	144 ± 52
Pourtour Rascaillan	128 ± 68
Quarantaine	86 ± 26
Sablons	47 ± 31
Fangassier	33 ± 16
Pèbre	27 ± 27
Briscon	26 ± 19
Enfores de la Vignolle	24 ± 10
Cabanes de Beauduc	24 ± 10
Rascaillan	23 ± 10
Val Agricola	2 ± 2
Montilles d'Arnauds	1 ± 1



**Tableau 5** : Effectifs moyens de Flamants dans les différents secteurs des étangs et marais du Vieux Rhône en mai (1995, 1999, 2004,2005, 2006 et 2008).

Etangs	Salinité ‰	Moyenne ± SE
Rascaillan	70-140	685 ± 251
Fangassier	70-140	498 ± 189
Vieux Rhône	35-70	206 ± 86
Vaisseau	35-70	168 ± 105
Enfores de la Vignolle	35-70	158 ± 119
Briscon	70-140	133 ± 78
Etang de Beauduc	35-70	124 ± 65
Quarantaine	70-140	110 ± 37
Sainte Anne	35-70	111
Galabert	35-70	101 ± 45
Pourtour Rascaillan	35-140	38 ± 22
Pèbre	70-140	34 ± 34
Montilles d'Arnauds	35-70	22
Sablons	35-70	10 ± 9
Val Agricola	35-70	8 ± 3

### 3.2.4.3.3. Les laro-limicoles nicheurs

#### 3.2.4.3.3.1. Les laro-limicoles coloniaux nicheurs

Les laridés et limicoles coloniaux nicheurs ont été suivis par la *Tour du Valat* depuis 1956, puis par les *Amis des Marais du Vigueirat* à partir de 2005.

Le secteur étudié a été un site majeur pour la nidification des laro-limicoles coloniaux en Camargue dans les années 1980, en accueillant parfois la totalité des effectifs camarguais de Sterne hansel, de Sterne caugek et de Mouette mélanocéphale. En 1982, le site accueillait la moitié des effectifs reproducteurs camarguais de laridés et limicoles coloniaux, toutes espèces confondues. Ce rôle stratégique s'est atténué et les colonies se sont déplacées d'abord sur les salins plus à l'Est jusqu'au début des années 2000, puis à l'ouest de la Camargue et dans l'Hérault.

Plus spécifiquement, le Fangassier a régulièrement été occupé ces quarante dernières années, mais en général sans dépasser 200 couples de laridés et de limicoles coloniaux, sauf en 1976, 1979, 2000 et 2001. L'année 2001 a été exceptionnelle avec 1088 couples de sternes caugeks, 384 couples de goélands railleurs, 185 couples de sternes hansels et 140 couples d'avocettes suite à l'aménagement de l'îlot aux Sternes. Le Fangassier est un site très régulièrement occupé par des effectifs significatifs de sternes naines (jusqu'à 120 couples en 1979 et 100 en 1997). Les tableaux restituant les résultats détaillés des recensements figurent en annexe 14.

#### Mouette rieuse

En 1982, l'étang de Beauduc a accueilli plus de 50% de la population nicheuse de Camargue. Dans les années 1960 et 1970, le Galabert a accueilli à trois reprises plus de 100 couples, et les Montilles d'Arnaud également entre 1979 et 1988. 1050 couples se sont reproduits sur le Pèbre en 1979. Les Sablons était le site le plus utilisé notamment entre 1976 et 1994 (jusqu'à 2700 couples). Le Vaisseau a accueilli plus de 200 couples à 5 reprises entre 1969 et 1982, et les Enfores de la Vignolle en 1976 et 1979 (1000 couples).

Briscon, Pèbre, les Sablons et les Enfores de la Vignolle ont été occupés plus récemment entre 1997 et 2007 (maximum de 355 couples en 2000 sur le Pèbre).



### **Mouette mélanocéphale**

Avant 2000, le site est resté relativement marginal pour cette espèce alors que les secteurs adjacents des salins à l'Est ont parfois accueilli la totalité de la population camarguaise au début des années 2000. Seuls les Sablons ont accueilli régulièrement des oiseaux nicheurs (à 6 reprises) mais avec un maximum de 22 couples.

En 2000, Briscon et le Pèbre ont accueilli respectivement 173 et 1721 couples. Le Pèbre a accueilli de nouveau plus de 1800 couples en 2001 suite à l'aménagement de l'îlot aux Sternes avant que le secteur ne redevienne marginal avec un report principalement sur l'étang des Launes près des Saintes-Maries de la Mer et Lansargues dans l'Hérault.

### **Goéland leucophée**

Les effectifs du goéland leucophée n'ont cessé d'augmenter à partir des années 1960 jusqu'au milieu des années 1990. L'espèce a profité de l'activité salinière par la stabilisation du milieu pour s'installer sur nombre d'îlots, dont certains étaient favorables aux autres laridés et limicoles coloniaux. Entre 1985 et 1994, les effectifs ont augmenté de 108 à 834 couples, avant de diminuer.

### **Goéland rائلeur**

Le secteur est resté très marginal pour la reproduction de l'espèce jusqu'en l'an 2000 où 267 et 183 couples ont niché respectivement sur Briscon et l'étang du Fangassier. L'espèce s'est de nouveau reproduite en nombre en 2001 avec 47 couples sur le Pèbre et 455 sur l'étang du Fangassier. En 2004, 98 couples se sont installés sur l'étang de Sainte Anne.

### **Sterne pierregarin**

Le secteur a accueilli l'espèce de façon importante depuis les années 1950. Le maximum était de 367 couples en 1985 sur les Sablons. Le secteur a accueilli jusqu'à plus d'un quart des effectifs camarguais, mais les effectifs ont fortement diminué dans les années 2000 comme ailleurs en Camargue. Les Sablons et le Pèbre ont continué à accueillir des effectifs significatifs (73 couples au Pèbre en 2000, 148 aux Sablons en 2003). En 2004, 98 couples se sont installés sur l'étang St Anne.

### **Sterne naine**

La zone est d'importance majeure pour l'espèce, ayant accueilli plus de 50% des effectifs camarguais. De nombreux sites ont été occupés. L'étang du Fangassier l'a été très régulièrement (jusqu'à 120 couples en 1979), ainsi que le Vieux Rhône Nord (jusqu'à 123 couples en 1973).

Le Fangassier a été plus irrégulièrement occupé entre 1997 et 2007 avec de petits effectifs. Plus récemment, la Sterne naine s'est reproduite deux fois avec succès en 1999 (60 couples) et 2000 (117 couples) sur l'étang de Beauduc. L'étang de Sainte Anne et les Sablons ont été régulièrement occupés (respectivement jusqu'à 54 couples en 2004 et 41 couples en 1997). Durant la période 1960-2007, des colonies importantes se sont également établies sur les plages de la pointe de Beauduc et de la Comtesse situées à proximité immédiate de la zone d'étude.

### **Sterne caugek**

Seuls les Sablons et le Vaisseau ont été des sites très réguliers jusqu'en 1997, avec respectivement jusqu'à 1250 et 450 couples. A noter également 134 couples en 1973 sur Galabert et 128 couples sur le Pourtour du Rascaillan en 1967.

Après 1997, seuls le Fangassier en 2000 et 2001 (1088 couples), les Sablons en 1999, 2002 et 2003, et l'étang de Sainte Anne en 2004 (61 couples) ont été occupés.

### **Sterne hansel**

Elle a niché irrégulièrement dans les années 1960 et 1970 sur le Grand Rascaillan et le Fangassier, avec des colonies rassemblant parfois la quasi-totalité des nicheurs de Camargue. L'espèce a ensuite cessé de nicher sur la zone d'étude mais s'y est installée à nouveau de 1999 à 2001 (23 couples sur Briscon et 232 sur le Fangassier en 2000).



## **Sterne caspienne**

L'espèce s'est reproduite une fois avec succès en 2004 (ponte estimée en août) sur le Grand Rascaillan (Vincent-Martin, 2005). Il s'agit du seul cas de reproduction connu en France. Il n'est pas impossible que d'autres reproductions se produisent à l'avenir dans le secteur.

## **Avocette élégante**

Le secteur est important pour l'espèce, avec des effectifs ayant parfois dépassé un quart des effectifs camarguais. L'espèce a niché sur de nombreux sites, l'étang du Fangassier et le Grand Rascaillan étant les plus régulièrement occupés (respectivement jusqu'à 250 couples en 1976 et 178 en 1969). Plus récemment, le Fangassier est resté un site majeur (178 couples en 1997, 128 couples en 2001), mais pas le Grand Rascaillan. La Quarantaine a hébergé des couples à 7 reprises entre 1997 et 2007 (maximum de 42 couples en 2000).

L'installation et le maintien des colonies sur plusieurs années sont dépendants de nombreux facteurs : habitat, compétition avec d'autres espèces, dérangements, ressources trophiques, facteurs sociaux (attractivité, traditions...).

Les aménagements d'îlots favorisent l'installation des colonies, mais le plus souvent ces dernières ne se fixent pas sur le long terme, la stratégie des petits charadriiformes induisant des changements fréquents de localisations des colonies. D'autre part, même avec un aménagement adéquat, les colonies ne s'installent pas systématiquement.

L'aménagement de l'îlot des Sternes sur le Fangassier a permis l'installation de colonies importantes, dont le succès de reproduction a été variable selon les espèces. Sur ce secteur, s'ajoute une forte compétition pour l'espace avec les flamants roses.

Durant les années 2000, les colonies les plus importantes de laro-limicoles se sont déplacées plus à l'ouest en Camargue, notamment sur des secteurs qui n'avaient pas fait l'objet d'aménagements spécifiques pour accueillir ces espèces (ex : étang des Launes aux Saintes-Maries de la Mer, puis Lansargues et Carrelet). Sur ces nouveaux secteurs, le succès des installations a varié en fonction notamment des dérangements et de la gestion de l'eau. Actuellement, les colonies les plus importantes restent localisées à l'ouest de la Camargue. La réinstallation de colonies sur la zone d'étude dépendra de ressources trophiques suffisantes et de l'existence d'îlots (et de niveaux d'eau) favorables à la reproduction. C'est principalement sur ce dernier facteur qu'il est possible d'agir en maintenant l'existence de plusieurs îlots favorables. L'Avocette élégante et le Goéland railleur sont les principales espèces de laro-limicoles coloniaux qui exploitent les ressources trophiques des étangs de la zone d'étude, cependant pour les autres espèces, ce sont des milieux périphériques (marais doux, rizières ou en mer) qui sont exploités pour l'alimentation. Leur retour à l'est, en particulier sur la zone de Salin-de-Giraud, pourrait aussi dépendre d'une perte d'attractivité des secteurs à l'ouest (dérangements, échecs, ressources trophiques environnantes) qui permettrait de reconstituer une « tradition » de reproduction pour au moins plusieurs années à l'est.

### **3.2.4.3.3.2. Les laro-limicoles non coloniaux nicheurs**

Quatre espèces de limicoles non coloniaux se sont reproduites sur le secteur : Huîtrier pie, Vanneau huppé, Gravelot à collier interrompu et Chevalier gambette. La nidification de l'Oedicnème criard est possible mais n'a pas été prouvée.

Les effectifs de chacune de ces espèces n'ont pas dépassé les quelques dizaines de couples sur l'ensemble de la zone des salins en exploitation à cette période, mais il n'est pas possible d'avoir une idée des tendances éventuelles. Pour le gravelot à collier interrompu, il était mentionné en 1959 la présence de « très nombreux nicheurs », ce qui peut laisser supposer que les effectifs auraient ensuite diminué.





#### 3.2.4.3.4. Les anatidés nicheurs

**Tadorne de Belon** : il n'existe pas de données précises sur le secteur mais globalement en Camargue les effectifs du Tadorne de Belon ont fortement progressé. Alors qu'il était encore un nicheur rare en Camargue au milieu des années 1950 avec probablement seulement quelques couples dans la zone d'étude, 107 couples ont été recensés sur les salins de Giraud en 1977.

**Canard colvert** : il nichait à l'intérieur de la zone d'étude durant la période 1960-2007 mais aucune estimation n'a été faite du nombre de couples.

**Canard chipeau** : si jusqu'en 1955 l'espèce nichait régulièrement et en « assez grand nombre » dans les lagunes de Camargue, cette distribution a considérablement évolué et la majorité des couples s'installaient dans les marais par la suite. Sur la zone d'étude, seules 3 observations récentes ont été effectuées aux mois d'avril-mai (en 1997, 1998 et 2004), sans aucune preuve de reproduction.

**Nette rousse** : comme pour le chipeau, les îlots des lagunes ne sont plus des sites privilégiés de reproduction de cette espèce qui se cantonne désormais pour nicher dans les roselières. Un couple nicheur a toutefois été noté en avril 2000 aux Enfores de la Vignolle et des observations très ponctuelles ont été réalisées en période de reproduction aux Enfores de la Vignolle (1995), au Galabert (1995) et à l'étang de Beauduc (1999) (base de données *Tour du Valat*).

#### 3.2.4.3.5. Les passereaux nicheurs

Il n'existe pas de données précises permettant de mettre en évidence des modifications par rapport à la période avant 1960 et celle entre 1960 et 2007.

Parmi les espèces à considérer plus particulièrement :

**Alouette calandrelle** : elle est rare et aucune preuve de reproduction n'est obtenue, cependant 17 données (dont 7 sur le secteur Galabert) ont été obtenues entre 1993 et 2004, ce qui laisse envisager sa nidification.

**Bergeronnette grise** : la reproduction de cette espèce est rare en Camargue. La nidification a été découverte en 1998 et 1999 sur l'étang du Fangassier.

Selon dire d'experts, la **fauvette à lunettes** était considérée comme répandue, le **cochevis huppé** rare, l'**alouette des champs** et le **pipit rousseline** peu abondants.

#### 3.2.4.3.6. Les anatidés migrateurs et hivernants

Entre l'hiver 1964-1965 et l'hiver 1993-1994, il n'y a pas de données disponibles précisément sur le secteur étudié mais des totaux sur l'ensemble des salins de Giraud, Il existe des données précises pour l'étang de la Galère jusqu'à l'hiver 1979-80, ce plan d'eau ayant accueilli au cours de la période considérée la remise principale sur les salins de Giraud (mais hors de la zone d'étude).

Le tableau ci-dessous indique les maxima observés sur l'ensemble des salins de Giraud (hors étang de la Galère) (Comptages J. Wamsley / *Tour du Valat*) entre septembre et mars des hivers 1964-1965 à 1993-1994.

	Canard colvert	Canard souchet	Canard siffleur	Canard chipeau	Canard pilet	Sarcelle d'hiver	Sarcelle d'été	Tadorne de Belon
Maxima	2600	60	2480	400	600	950	106	1444

On constate que sur cette période, les salins de Giraud constituaient une zone très marginale pour la migration et l'hivernage des Anatidés, sauf pour le canard siffleur qui présentait parfois des effectifs importants et le Tadorne de Belon pour lequel les salins de Giraud sont d'une importance majeure.



Cependant les données sont agrégées et ne permettent pas de connaître la part des effectifs présents sur la zone d'étude.

Pour la suite, il n'existe que les comptages au sol de la mi-janvier qui ont confirmé le caractère très marginal de la zone d'étude (et plus largement, de l'ensemble des salins de Giraud) pour l'hivernage des Anatidés.

Ci-dessous les deux derniers comptages effectués le 15 janvier 2007 et le 21 janvier 2008 :

	Canard colvert	Canard souchet	Canard siffleur	Tadome de Belon
15/01/2007	2	1	636	685
21/01/2008	43	0	650	565

En 2007, les canards siffleurs étaient en remise sur l'étang Vaisseau 2 et en 2008 sur l'étang de Beauduc et du Vaisseau 2.

En 2007, les tadornes étaient principalement sur l'étang du Fangassier (plus de 450), et sur Briscon, le Pourtour du Rascaillan et le Grand Rascaillan avec des effectifs entre 50 et 100 individus pour ces partènements.

En 2008, les tadornes étaient sur les Enfores de la Vignolle (n=158), sur Quarantaine 1 et 3 (n=181) et sur l'étang de Beauduc, Vaisseau 1 et le Grand Rascaillan avec des effectifs entre 50 et 100 individus.

### 3.2.4.3.7. Les limicoles migrateurs et hivernants

La zone étudiée est une halte importante pour les limicoles en migration lors des deux passages mais d'importance moindre pour l'hivernage.

Des suivis précis par bassins ont été effectués entre 1965 et 1975 avec 113 comptages dont les maxima par espèce sont présentés dans le tableau ci-dessous. La distinction entre certains bassins n'a pas toujours été faite dans les fichiers (par exemple Vaisseau et Beauduc). A partir de 2007, de nouveaux suivis précis ont été relancés. Par ailleurs des observations ponctuelles ont été faites lors d'autres suivis.

La répartition des limicoles dépend de l'abondance de nourriture et de son accessibilité. Elle est donc dépendante de la salinité et des hauteurs d'eau des étangs.

Il ne semble pas y avoir eu de changements majeurs entre les années 1970 et 2000. Seule l'avocette semblait plus abondante (plusieurs centaines d'individus tout au long de l'année).

En migration postnuptiale, le secteur est d'importance pour des centaines de grands gravelots, parfois plus d'un millier de gravelots à collier interrompu. Plusieurs centaines de pluviers argentés sont présents tout au long de l'année.

Le site est d'importance majeure pour la migration et l'hivernage des bécasseaux minutes (plusieurs centaines) et des bécasseaux variables (plusieurs milliers). Le bécasseau cocorli est régulier mais avec de faibles effectifs de quelques dizaines d'individus, avec un maximum à 400 en 2007, toutefois les périodes de recensement (mars et septembre-octobre) ne correspondent pas au pic du passage de cette espèce en Camargue. En 2007, 430 courlis cendrés ont été observés en hivernage.



**Tableau 6** : Limicoles migrateurs : Effectifs maximums dénombrés par secteurs entre 1965 et 1975. Migration prénuptiale : mars. Migration postnuptiale : septembre à novembre.

	Migration prénuptiale					Migration postnuptiale				
	Vieux Rhône	Vaisseau-Beauduc	Rascaillan	Fangassier	Galabert	Vieux Rhône	Vaisseau-Beauduc	Rascaillan	Fangassier	Galabert
Huitrier-Pie		25	10	3	5		16			
Grand gravelot			1	16	9	590	500	564	154	531
Petit gravelot						2	1	3	23	1
Gravelot à collier interrompu	15	25	60	18	170	165	153	1041	620	440
Pluvier argenté	154	317	160	152	50	25	400	89	11	9
Tourneperre à collier	9	2				13		2	3	1
Courlis cendré		56	10		15	1	71		1	1
Courlis corlieu						1	3	1		2
Barge à queue noire		13	6	12	150		11			
Barge rousse	1	2				2	56	2	1	1
Chevalier culblanc		3			1					
Chevalier bargette								1		
Chevalier guignette						20	8	5	10	5
Chevalier gambette	15	33	36	36	50	100	36	24	7	17
Chevalier arlequin		3	1			11	1		5	1
Chevalier aboyeur						3	6	1	5	15
Chevalier stagnatile						1				
Bécasseau minute	2	1	200	30	120	200	500	592	450	731
Bécasseau de Temminck					300	1		6	4	3
Bécasseau variable	100	1550	600	400	1500	1850	1500	958	1250	443
Bécasseau cocorli						6	4	50	9	18
Bécasseau maubèche	12	12						2		
Bécasseau sanderling		1			1	1	1	8	82	1
Combattant varié		165	165	595		5	2	28	5	1
Avocette élégante		141	141	140	90	76	45	42	358	79
Echasse blanche								45	1	
Phalarope à bec étroit								3		
Bécassine des marais						1			64	
Vanneau huppé		1					1		2	
Oedicnème criard		5								
Pluvier guignard							1			



**Tableau 7** : Limicoles hivernants : Effectifs maximums dénombrés par secteurs entre 1965 et 1975 (mois de novembre à février).

	Vieux Rhône	Vaisseau-Beauduc	Rascaillan	Fangassier	Galabert
Huitrier-Pie		14			9
Grand gravelot	13	80		18	2
Petit gravelot					
Gravelot à collier interrompu	48	42	13	29	57
Pluvier argenté	275	550	53	55	45
Tournepieuvre à collier		6			
Courlis cendré	2	90		1	8
Courlis corlieu					
Barge à queue noire		12			
Barge rousse	40	11			
Chevalier culblanc					
Chevalier bargette					
Chevalier guignette	1	1		60	
Chevalier gambette	140	29	42	177	31
Chevalier arlequin	2	2		6	
Chevalier aboyeur		3		2	
Chevalier stagnatile					
Bécasseau minute	700	728	350	154	270
Bécasseau de Temminck					
Bécasseau variable	900	5800	712	4600	1200
Bécasseau cocorli					
Bécasseau maubèche		9			
Bécasseau sanderling	5		15	4	6
Combattant varié	1	11		5	
Avocette élégante	420	150	22	940	18
Echasse blanche		17			
Phalarope à bec étroit					
Bécassine des marais		14			16
Vanneau huppé			2		
Oedicnème criard					
Pluvier guignard					

**Tableau 8** : Limicoles hivernants : effectifs maximums dénombrés lors des recensements de janvier 2007, décembre 2007 et janvier 2008.

	Vieux Rhône Nord	Vieux Rhône Sud	Etang et Cabanes de Beauduc	Sablons	Val Agricola	Galabert	Enfores de la Vignolle	Rascaillan	Pourtour du Rascaillan	Pèbre	Briscon	Fangassier	Saint-Anne	Vaisseau	Quarantaine
Huitrier-Pie			26												
Grand Gravelot			6		23				2				1		
Gravelot à collier interrompu						32									5
Pluvier doré										43		161			
Pluvier argenté		6	338			14		2	3		755		16	3	30
Tourneperre à collier		3	3										2		
Courlis cendré		1	430	6		1			3				1	3	
Barge rousse			4												
Chevalier culblanc	1														
Chevalier guignette														1	
Chevalier gambette	1	16	1			3		1					12		
Bécasseau minute			170			352	20		7			12	9		48
Bécasseau variable			2232	3	11	2151	30	4	6		1		190	11	176
Bécasseau maubèche			6												
Bécasseau sanderling			38		14	7					31				14

**Autres maxima observés entre 1995 et 2007, en dehors des comptages** (comptes-rendus ornithologiques camarguais et base de données *Tour du Valat*).

## **Migrations**

### ***Galabert***

Bécasseau variable : 3000 le 02 septembre 2006.

Bécasseau falcinelle : Les maxima notés sont de 10 individus en août et septembre 2003 et 6 les 13 et 14 mai 2004.

### ***Fangassier***

Barge rousse : 75 le 30 avril 1996.

### ***Grand Rascaillan***

Bécasseau sanderling : 160 le 11 mai 2004 sur le pourtour du Grand Rascaillan.

### **Beauduc et Cabanes de Beauduc**

Bécasseau sanderling : 230 le 25 mars 2004.

Barge rousse : 68 le 7 mai 1998 et 52 le 13 octobre 2003.

## **Hivernage**

### ***Galabert***

Bécasseau minute : 2000 le 9 février 2002.

### ***Fangassier***

Pluvier doré : il existe une tradition d'hivernage d'un groupe pouvant compter plus d'un millier d'individus, qui utilise le nord du Fangassier et le Pèbre en alternance avec Amphise.

Pluvier argenté : jusqu'à 1 350 oiseaux ont été dénombrés, le 24 avril 1996.

### **Beauduc et Cabanes de Beauduc**

Bécasseau sanderling : l'espèce hiverne régulièrement sur ce secteur, avec par exemple 121 oiseaux dénombrés le 31 décembre 1999.

Courlis cendré : maxima de 115 individus le 01 décembre 2002, 256 le 10 janvier 2006 et un effectif record de 475 le 16 janvier 1995.

#### **3.2.4.3.8. Les Laridés migrateurs et hivernants**

Les laridés (mouettes, goélands, sternes) peuvent former des reposoirs importants en période post-nuptiale. C'est le cas notamment de la Sterne caspienne.

**Goéland cendré** : cette espèce était un hivernant régulier jusque dans les années 90 dans le secteur de Beauduc et des Cabanes des Sablons, avec jusqu'à 25 oiseaux dénombrés le 10 février 1996. Elle est devenue occasionnelle au cours des années 2000.



**Goéland railleur** : quelques dizaines d'individus hivernent régulièrement sur le littoral de Beauduc et des Cabanes des Sablons.

**Sterne naine** : la zone d'étude a accueilli des rassemblements post-nuptiaux importants, avec par exemple 200 oiseaux ensemble dénombrés le 16 août 1996 au Fangassier.

**Sterne hansel** : des rassemblements post-nuptiaux étaient observés régulièrement dans le nord du site, avec par exemple 118 oiseaux le 17 août 1998 au Fangassier.

**Sterne caugek** : les effectifs hivernants semblent avoir augmenté, avec par exemple 60 oiseaux le 10 décembre 1995 à Beauduc.

**Sterne caspienne** : la zone d'étude accueille des effectifs très importants au passage post-nuptial. Les oiseaux pêchent dans les étangs, en particulier en septembre-octobre après l'arrêt de la saison de production du sel. Le Galabert constituait l'un des principaux reposoirs en Camargue. La présence (régulière ?) d'un dortoir a été mise en évidence à partir de la fin des années 90 au Grand Rascaillan, avec des maxima de 141 et 136 oiseaux dénombrés respectivement le 30 septembre 1998 et le 4 octobre 2004 sur ce partènement. Ces effectifs sont sans équivalent ailleurs en France.

**Guifette noire** : un rassemblement de plusieurs milliers d'oiseaux était observé au Fangassier en 1964 (Johnson, *comm. pers.*). Par la suite, il n'a pas été signalé d'effectifs aussi importants, les reposoirs estivaux et automnaux (pouvant compter plusieurs milliers d'individus) étant localisés dans l'Est des salins (baisse de Quenin, They de Saint-Ursule, Paviyas). Toutefois, le nord Fangassier et le nord Galabert ont également servi certaines années de reposoirs (ex : dortoir de 680 oiseaux au Fangassier le 11 août 2003)

#### 3.2.4.3.9. Autres espèces

Un très grand nombre d'oiseaux migrateurs transitent par la zone d'étude aux deux passages. En particulier, de nombreux passereaux stationnent au printemps après la traversée de la Méditerranée et des stationnements importants sont également observés ponctuellement à l'automne.

La forte pression d'observation sur la zone d'étude depuis les années 1960 a d'autre part permis de détecter de nombreuses espèces occasionnelles ou accidentelles. Par exemple, le Bécasseau tacheté a été observé sur le Fangassier, les Enfores de Vignolles et le Grand Rascaillan, le Chevalier bargette sur le Fangassier, Quarantaine et les Enfores de la Vignolle, le Bécasseau de Bonaparte sur le Galabert, le Bécasseau de Baird sur le Grand Rascaillan, le Bécasseau à queue pointue sur le Fangassier, la Sterne voyageuse et le Traquet du désert à Beauduc.

#### 3.2.4.4. Les mammifères

Les données recueillies et cartographiées dans *Mammifères de Camargue* (Poitevin *et al.*, 2010) permettent d'établir une liste de 17 espèces répertoriées dans la zone d'étude en période d'exploitation salicole (soit 39% des espèces de mammifères inventoriés en Camargue).

##### Les insectivores

Seulement deux des six espèces d'insectivores présentes en Camargue ont été répertoriées dans la zone d'étude : la Crocidure musette (*Crocidura russula*) et la Crocidure des jardins (*Crocidura suaveolens*). Celles-ci ont été trouvées dans les années 90 dans des pelotes de réjection de rapaces nocturnes dans les bois de Beauduc. Le Pachyure étrusque (*Suncus etruscus*), dont la présence est connue à proximité immédiate (Pèbre, Tourvieille), est certainement présente dans la zone d'étude. La présence de la Crossope aquatique (*Neomys fodiens*) (signalée au Pèbre) semble exclue au vu des exigences écologiques propres à cette espèce.

##### Les chiroptères

Aucune espèce n'est répertoriée dans les anciens salins. Vingt trois espèces de chauves-souris ont été recensées en Camargue, dont 14 sont présentes de façon régulière. Plusieurs d'entre elles sont





susceptibles de fréquenter la zone d'étude régulièrement, en particulier la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) et la Pipistrelle soprane (*Pipistrellus pygmaeus*), qui ont établi une colonie au mas de la Bélugue, ou encore la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) qui a été observée au phare de Faraman. La Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusi*) a également été contactée au phare de la Gacholle.

### **Les carnivores**

Quatre espèces ont été contactées dans la zone d'étude en période d'exploitation salicole :

- Le Renard roux (*Vulpes vulpes*) est assez répandu, avec des données à la Vignolle, au Fangassier, à Briscon, aux Sablons et Beauduc.
- La Belette (*Mustela nivalis*) a été contactée au Galabert, à Briscon, à Sainte Anne et Beauduc.
- La Fouine (*Martes foina*) a été observé à une reprise sur la digue de Véran en 2009.
- La Loutre (*Lutra Lutra*) a été contactée au phare de Beauduc en 1982, avec deux voies photographiées (Cheylan *com. pers. in litt*). Il s'agit de l'une des toutes dernières mentions certaines de l'espèce en Camargue.

La Genette commune (*Genetta genetta*) n'a pas été observée dans la zone d'étude mais elle est présente à proximité immédiate (secteurs du Pèbre et de Tourvieille), comme le Putois (*Mustela putorius*) et le Blaireau (*Meles meles*).

### **Les artiodactyles**

Des observations ou indices de présence de Sanglier (*Sus scrofa*) sont donnés au Galabert, au Platelet et en différents secteurs de Beauduc et des Sablons.

### **Les rongeurs**

Parmi les 13 espèces de rongeurs inventoriés dans l'île de Camargue, 8 ont été contactés de façon certaine sur la zone d'étude en période d'exploitation salicole : Campagnol agreste (*Microtus agrestis*), Campagnol provençal (*Microtus duodecimcostatus*), Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), Rat surmulot (*Rattus norvegicus*), Souris grise (*Mus musculus*), Souris à queue courte (*Mus spretus*), Rat musqué (*Ondatra zibethicus*) et Ragondin (*Myocastor coypus*). Ces deux dernières espèces de rongeurs invasifs ont été contactées uniquement sur le canal du Versadou. La présence du Rat noir (*Rattus rattus*) et du Rat des moissons (*Micromys minutus*) est connue à proximité immédiate de la zone d'étude, sur la propriété de la Bélugue.

### **Les lagomorphes**

La présence du Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*) est rapportée en différentes localités entre 1987 et 2009 : Vignolle, Galabert, Briscon, Sablons et Platelet. Autrefois très abondant dans l'ensemble du delta, ses effectifs ont diminué de façon spectaculaire. Le déclin de cet herbivore sauvage concerne également la zone d'étude et a probablement eu des répercussions écologiques (fermeture de la végétation de certains milieux dunaires, disparition d'une espèce proie, disparition de gîtes pour de nombreuses espèces).

Le Lièvre d'Europe (*Lepus europaeus*) semble avoir disparu de la zone d'étude au début des années 1980. Cette espèce autrefois largement répandue en Grande Camargue semblait bien représentée dans les milieux dunaires autour de Beauduc (Val Agricola, Platelet, pinèdes de Beauduc). Sa présence avait été notée dès les années 30 par Tallon (1933) : "*Ces dunes littorales de Galabert offrent une particularité zoologique : il n'y a point de lapins ou accidentellement, sans doute parce que les sables trop meubles ne leur permettent pas d'y établir leur terrier. Par contre, c'est le seul point de la Réserve où il y ait des Lièvres ; il est possible qu'ils trouvent dans les plantes de la dune une nourriture leur convenant particulièrement, par exemple les jeunes pieds d'Echinophora à goût de carotte prononcé.*" Le groupe de chasse de la *Compagnie des Salins du Midi* a régulièrement pratiqué des lâchers de lièvres sur la zone d'étude dans les années 60 et 70.

### **Les mammifères marins**

Beauduc est l'un des secteurs les plus fréquents d'échouages de Dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*) en Camargue.



## 4. Etat écologique en 2010-2011

### 4.1. Introduction

Au cours des deux années de réalisation de l'étude (2010 & 2011), des changements environnementaux majeurs ont été observés, avec d'une part la **multiplication des brèches** sur les digues situées en front de mer et d'autre part des **modifications générales de la gestion des eaux**. Ces événements ont déjà modifié profondément les rythmes et les durées d'inondation, les niveaux d'eau et donc la force érosive et la salinité des eaux, la salinité des sédiments et le bilan sédimentaire. Ces changements considérables des conditions environnementales ont notamment induit des phénomènes de succession secondaire des écosystèmes perceptibles dès l'été 2010 et un usage probablement différent des terrains par la faune.

### 4.2. Les facteurs d'évolution récente

#### 4.2.1. Les brèches

Les ouvertures de brèches sur les digues situées en front de mer constituent des événements inévitables en raison de l'évolution à long terme du trait de côte sur cette partie du littoral.

Au cours de l'hiver 2009-2010, plusieurs tempêtes ont provoqué l'ouverture de brèches au droit des Sablons et des étangs de Beauduc et de Sainte Anne. Ces brèches ont été mesurées en juillet 2010.



Carte 22 : Localisation des brèches sur les digues littorales, entre début 2010 et juillet 2011.

- **au droit des Sablons** (à l'ouest du phare de Beauduc), 6 brèches s'étendaient d'ouest en est sur 660 mètres en juillet 2010, avec deux brèches de quelques mètres de longueur et quatre plus importantes, couvrant respectivement 130, 70, 80 et 70 m. Depuis la formation de ces brèches, la mer pénètre dans l'ancien partènement des Sablons par fort vent de sud-est.



Grande brèche au droit des Sablons, vue depuis la mer. Photo : L. Willm, juillet 2010.



Affaissements de digues au droit des Sablons, vu depuis la propriété du *Conservatoire du Littoral*. Photo : M. Thibault, juillet 2010.

- **au droit de l'étang de Beauduc**, une première brèche de 100 mètres de long était observée, située à 980 m de la limite ouest de l'étang, suivie 40 mètres plus à l'Est d'une seconde brèche d'une dizaine de mètres de large. Plus à l'est, la digue était en grande partie affaissée. Les petits matériaux (sables, graviers) avaient été en grande partie remobilisés, mettant à jour le revêtement en géotextile initialement enfoui dans la partie supérieure de la digue. Sur la plus grande partie de sa section, la digue au droit de l'étang de Beauduc ne subsistait que sous forme de gros blocs de pierre.



Entrée marine dans l'étang de Beauduc par l'ancienne martelière de Véran. Photo : M. Thibault, mars 2011.

- **au droit de l'étang de Sainte Anne**, une brèche de plusieurs dizaines de mètres de large était située à environ 100 mètres de la digue Ste Anne / Beauduc. Pendant l'été 2010, cette brèche constituait une communication permanente avec la mer.

**Suite aux tempêtes de l'hiver 2010/2011**, les brèches situées au sud des Sablons s'étaient rejointes et formaient en juillet 2011, une seule grande brèche. La martelière de Véran a été arrachée, occasionnant le rétablissement d'une connection permanente entre la mer et l'étang de Beauduc et des variations permanentes du niveau d'eau de l'étang.

En juillet 2011, la brèche située au droit de l'étang de Sainte Anne avait peu évolué par rapport à juillet 2010.



Brèche au droit de l'étang de Ste Anne en juillet 2010 (à gauche) et juillet 2011 (à droite).  
Photos : M. Thibault.

**L'état des digues s'est encore trouvé profondément modifié à la suite des fortes tempêtes de secteur sud-est en novembre 2011** (G. Hemery, Compte-rendu de comité technique de gestion du site, 1/12/2011). La surcôte marine, les vents de sud-est forts et soutenus pendant près d'une dizaine de jours et les fortes précipitations, ont eu des impacts importants. Une nouvelle brèche s'est formée à l'est du phare de Beauduc, sur une longueur de 50 m environ. Une autre brèche s'est formée sur la digue d'hiver qui fermait au nord l'ancien partènement des Sablons, sur une dizaine de mètre de longueur et une profondeur atteignant 1,80 m. Fin novembre 2011, ces deux brèches constituaient des communications permanentes avec la mer.



Brèche sur la digue d'hiver, Cabanes des Sablons. Photos : G. Hemery / PNRC, novembre 2011.

La brèche des Sablons située à l'ouest du phare de Beauduc s'était étendue sur plusieurs dizaines de mètres et le trait de côte sur ce secteur avait reculé sur une vingtaine de mètres, créant une lone entre la mer et les Sablons.

Au cours des tempêtes de novembre 2011, l'étalement des entrées d'eau de mer dans le site a été favorisé par le gestionnaire, afin d'éviter les pressions sur la digue du Vieux Rhône Sud (propriété de *Salins*).



Au sud du site, les aménagements de défense du trait de côte mis en place dans le contexte d'un recul important du littoral, ont conduit à la disparition des plages au cours des dernières décennies. La digue de Véran maintenait artificiellement la ligne du trait de côte. Devant l'ampleur accumulée des changements, cette ligne de défense n'était plus tenable, même avec des investissements considérables. Dès l'arrêt des travaux de confortement et de renforcement des digues, les brèches se sont donc multipliées. Au droit du secteur où la digue de défense a complètement disparu (sud-ouest du phare de Beauduc), le littoral reprend naturellement sa tendance au recul. A court terme, cette tendance devrait également s'observer au droit de l'étang de Beauduc.

#### 4.2.2. Les aménagements et la gestion hydrauliques des étangs

- **Modifications générales de la gestion des eaux :**

**En 2010**, suite à plusieurs cessions au *Conservatoire du Littoral* et au démantèlement de la station de pompage de Beauduc, plusieurs milliers d'hectares étaient soustraits de la gestion hydraulique salicole : étangs de Beauduc et de Sainte Anne, partènements des Sablons, de Val Agricola, Vaisseau 1, Pourtour Rascaillan 2 et Galabert 0 et 1. A l'exception des étangs de Beauduc et de Sainte Anne, ces partènements étaient à sec durant l'été 2010.

Dans les autres partènements encore alimentés en eau pour la production salicole, des modifications importantes de la circulation des eaux étaient effectuées par *Salins*. L'eau de mer était pompée au Grau de la dent, une partie de ces eaux continuait à être envoyée dans Galabert 2, les Enfores, Fangassier, Pèbre et Briscon, afin de répondre de façon transitoire à l'objectif du *Parc Naturel Régional de Camargue* de maintenir des conditions favorables à la reproduction des flamants roses au Fangassier et à celui de *Salins* de récupérer les eaux de ces partènements concentrées en sel.



Ancien partènement de Vaisseau 1 asséché suite à l'interruption de la gestion hydraulique salicole.  
Photo : M. Thibault, juillet 2010.

**En 2011**, le périmètre soustrait de la gestion salicole a été étendu au Galabert 2, aux Enfores de la Vignolle, au Fangassier, à Pèbre et Briscon. Des ouvrages hydrauliques ont été mis en place pour permettre des apports gravitaires dans ces partènements à partir de l'étang du Tampan (eaux saumâtres issues des empleins et du pertuis de la Comtesse) et du canal du Versadou (eaux douces issues du drainage des rizières et des marais alimentés par le canal du Japon). Seuls les partènements situés dans la partie sud-est de la zone d'étude ont à nouveau été utilisés par *Salins* au printemps-été 2011 : Vieux Rhône (Nord et Sud), Montille d'Arnaud, Pourtour Rascaillan 1 et 2, Vaisseau 2, Quarantaines et Grand Rascaillan.

### 4.2.3. Les niveaux d'eau et les salinités

Les niveaux d'eau indiqués dans ce chapitre ont été mesurés aux échelles mises en place par les *Salins du Midi* ou bien sur des repères fixes. Ces mesures de niveaux ne sont pas calées NGF et ne correspondent pas non plus à la hauteur d'eau réelle dans les partènements. Elles indiquent avant tout les variations de niveaux d'eau observées au cours de la période 2010-2011.

#### Galabert

Quatre partènements sont aménagés sur le secteur de Galabert (Galabert 0, 1, 2 et 3 depuis le littoral en remontant vers le nord - cf. carte 3). En période d'exploitation salinière, les salinités estivales dans les partènements de Galabert 0 et 1 étaient comprises entre 35 et 45 ‰, celles de Galabert 2 et celles de Galabert 2 et 3 aux environs de 50 ‰. Galabert 0, 1 et 3 étaient asséchés en hiver, tandis que Galabert 2 restait en eau tout au long de l'année (Loquet, 2008).

Au cours de la période 2010-2011, les **partènements de Galabert 0 et 1** sont restés à sec pendant la plus grande partie de l'année, avec des mises en eau de courte durée essentiellement observées en hiver. Les salinités mesurées dans Galabert 0 pendant les périodes de mise en eau, entre novembre 2010 et mars 2011, étaient comprises entre 48 et 84 ‰.

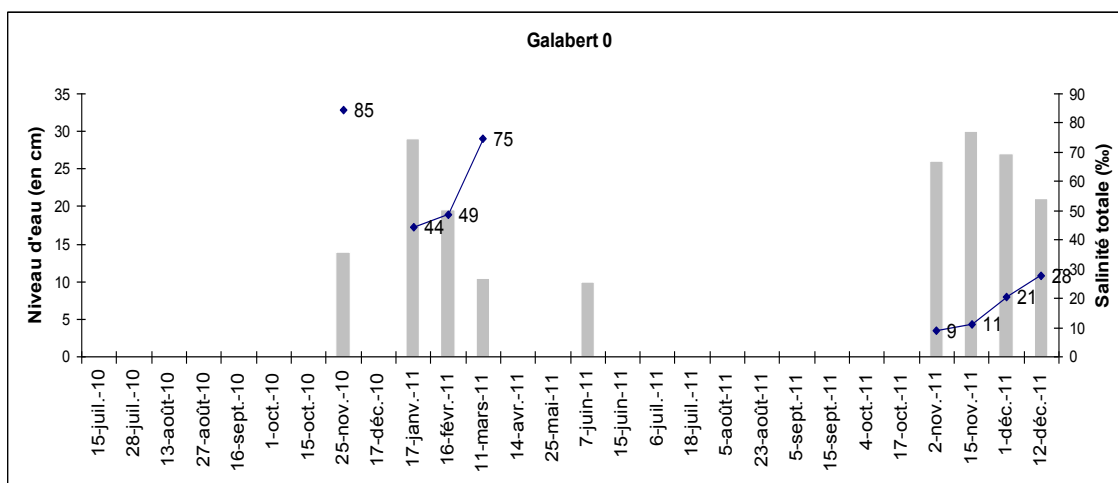


Figure 6 : Galabert 0 : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.

**L'étang de Galabert 2** a conservé des niveaux d'eau relativement élevés et stables durant l'été 2010, en raison d'importants mouvements d'eau effectués par le groupe *Salins* pour l'alimentation du Fangassier. Les eaux provenaient du Pourtour Rascaillan et présentaient une salinité plus forte par rapport à la période antérieure à 2009, lorsqu'elles étaient pompées à Beauduc et arrivaient dans le Galabert 2 par les partènements de Galabert 0 et 1. La salinité de cet étang était surtout comprise entre 55 et 70 ‰ entre juillet 2010 et avril 2011, mais a dépassé au moins localement et ponctuellement 100 ‰ durant l'été 2010.

Durant l'été 2011, les apports d'eau de mer dans le Galabert 2 n'ont pas été renouvelés. Des apports d'eau du canal du Versadou ont été effectués à quelques reprises via les Enfores de la Vignolle, en juin et en août. Le niveau a baissé durant l'été et l'automne 2011. La salinité a atteint ou dépassé 90 ‰ durant l'été 2011.

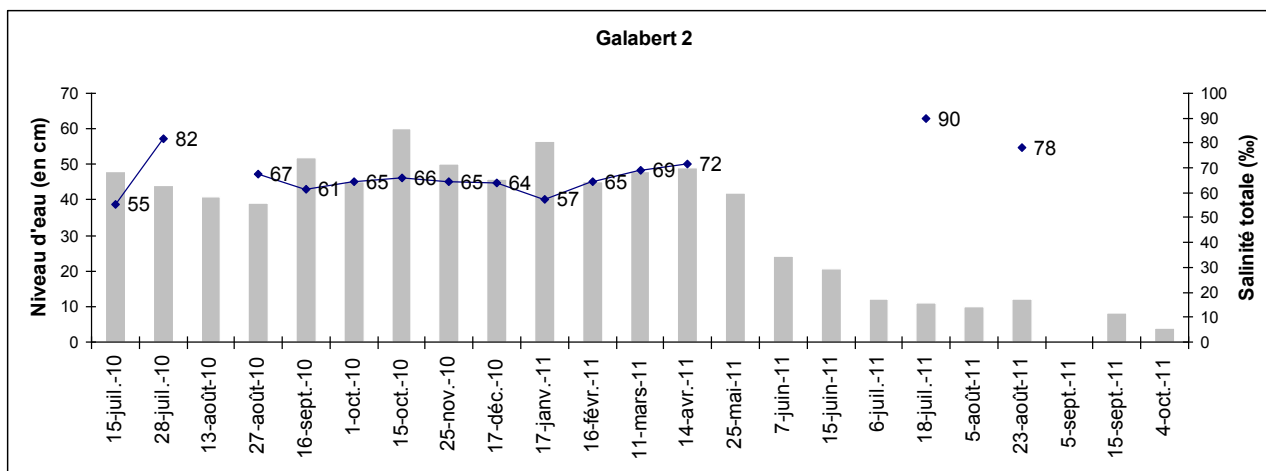


Figure 7 : Galabert 2 : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.

Le partènement de **Galabert 3** était en eau sur plus de 95% de sa surface tant en juin 2010 qu'en juillet 2011, mais il a connu des variations de niveau d'eau d'une grande amplitude entre l'automne 2010 et le printemps 2011, avec des mises à sec partielles ou totales à plusieurs reprises. Au cours de cette période, les taux de salinités mesurés étaient compris entre 45 et 112 ‰, les valeurs les plus élevées étant atteintes à l'automne 2010. Ce partènement était à sec en première partie d'automne 2011 et a été remis en eau avec les fortes précipitations de début novembre.

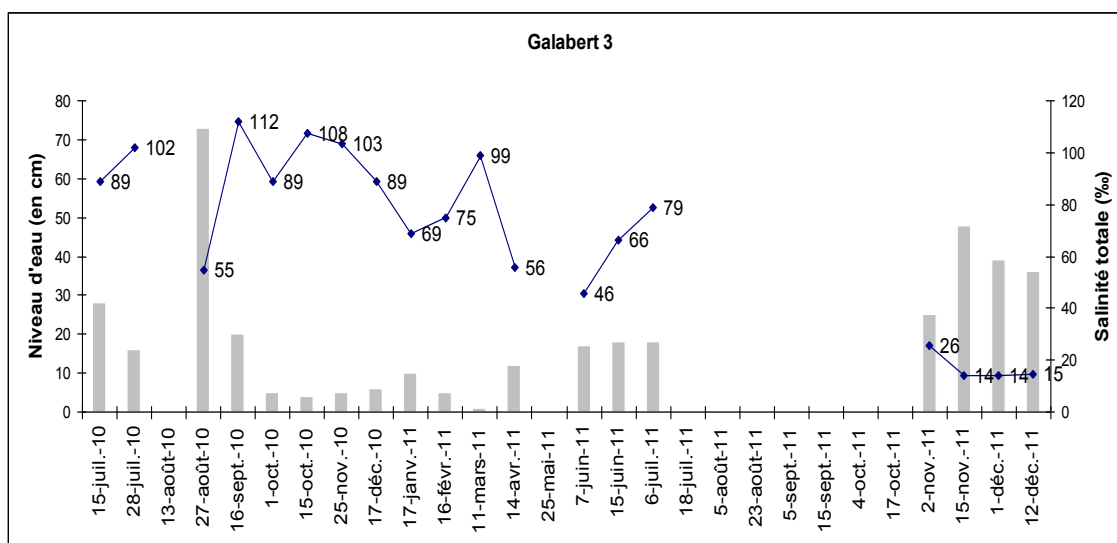


Figure 8 : Galabert 3 : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.

## Enfores de la Vignolle

Pendant la phase d'exploitation salinière, les Enfores de la Vignolle étaient asséchées en hiver et mises en eau en été, leur concentration en sel se situant entre 70 et 120 ‰ (Loquet, 2008).

Ces conditions ont peu changé durant le printemps et l'été 2010, les Enfores continuant à servir de surface de pré-concentration des eaux avant leur envoi dans le Fangassier. Les salinités ont brutalement diminué en 2011, avec l'interruption des apports d'eau salée et l'introduction d'eau douce en provenance du canal du Versadou.

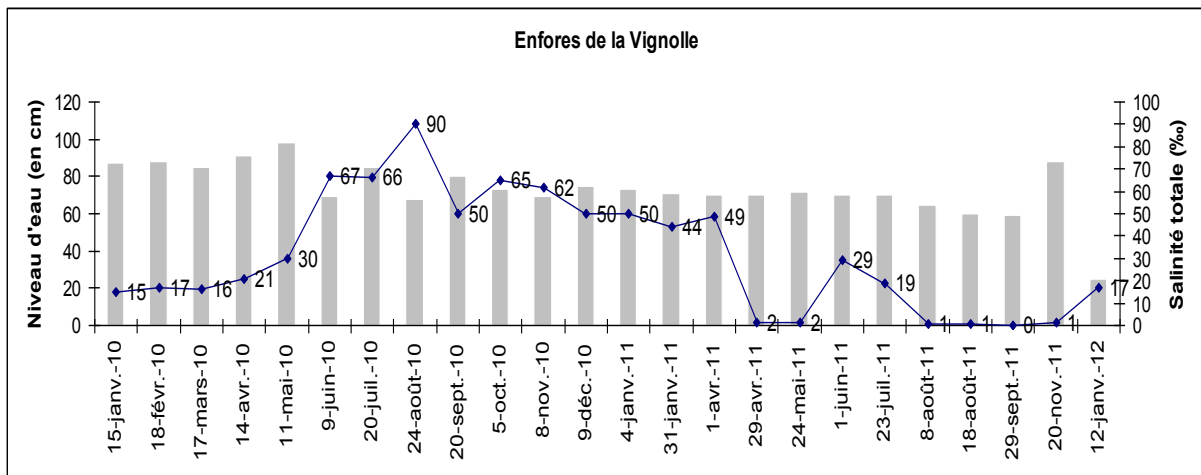


Figure 9 : Enfores de la Vignolle : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.

## Fangassier

En période d'exploitation salinière, le Fangassier 1 fonctionnait en plan d'eau permanent, tandis que le Fangassier 2 était asséché chaque hiver et mis en eau en période estivale. Jusqu'en 2009, leur taux de salinité était compris entre 120 et 150 ‰ en période estivale (Loquet, 2008).

Le Fangassier 1 est, de beaucoup, le partènement le plus salé de la zone d'étude. En 2010, il a été alimenté en eaux salées par le groupe *Salins* et sa salinité a atteint en août 150 ‰. En 2011, il a été alimenté en eaux douces au printemps et au début d'été. Après l'arrêt des apports d'eau douce et en l'absence de précipitation, il a séché et le sel a cristallisé à l'automne 2011 (cf. figure 10).

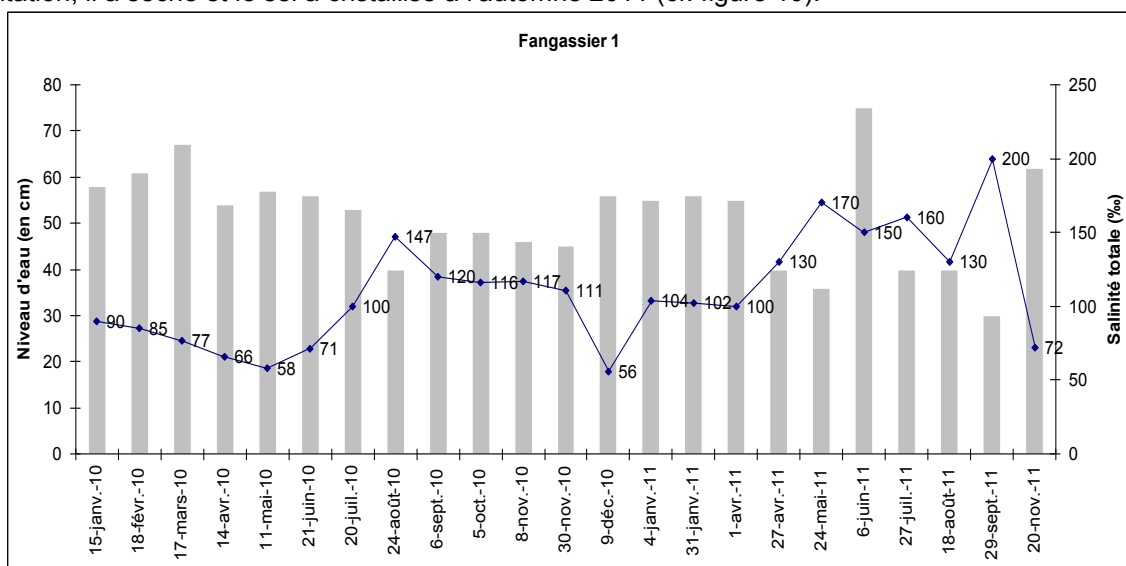


Figure 10 : Fangassier 1 : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.



En 2010 et 2011, le Fangassier 2 est resté en eau jusqu'en début d'été (sauf sur sa partie est), puis s'est asséché. Suite aux précipitations hivernales, il était très peu salé en début d'année 2010, puis sa salinité a monté régulièrement au printemps pour atteindre 150 ‰ durant l'été (figure 11). Au cours de l'année 2011, la salinité a chuté, par suite de l'introduction d'eau douce. Le Fangassier 2 était à sec d'août à octobre 2011.

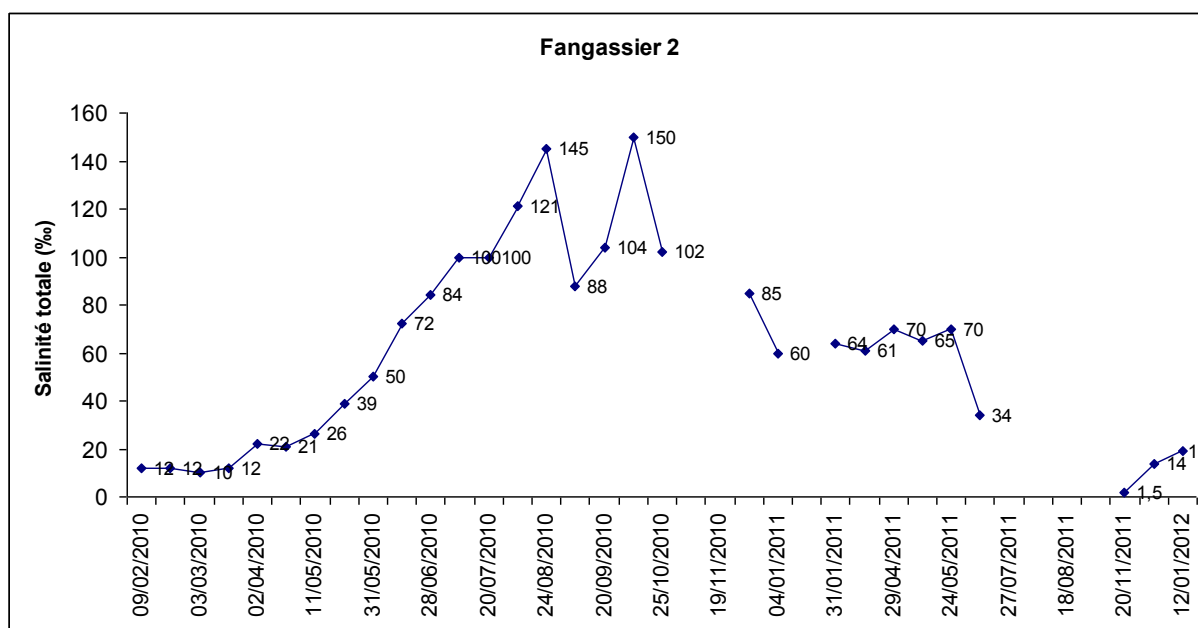


Figure 11 : Fangassier 2 : Evolution des salinités sur la période 2010-2011.

### Le Pèbre

Pendant l'exploitation salinière, le partènement du Pèbre était asséché en hiver ; sa salinité variait de 70 à 120 ‰. Lors de prospections effectuées en juin 2010 et 2011, le Pèbre était à sec, probablement depuis plusieurs semaines, voire plusieurs mois. Une poche d'eau résiduelle titrait 130 ‰ de sels totaux.

### Briscon

Avant son transfert au *Conservatoire du Littoral*, le partènement de Briscon était asséché en hiver et mis en eau en période estivale, avec des salinités de 120-150 ‰.

Ce partènement stocke les précipitations en hiver. Il était en eau sur les deux tiers de sa surface environ en juillet 2010 (par connection avec le Fangassier 2), puis a séché dans le courant de l'été. En 2011, il était à sec au mois d'avril, puis a reçu des apports d'eau douce (en lien avec l'irrigation du Fangassier 2 pour la reproduction des flamants). En juillet 2011, 85% de sa surface était encore en eau. La salinité est passée de 36 ‰ à plus de 70 ‰ entre janvier et mai 2011, pour chuter à 23‰ en juillet. Ces mouvements d'eau ont pu avoir pour effet d'évacuer une partie du stock de sel.

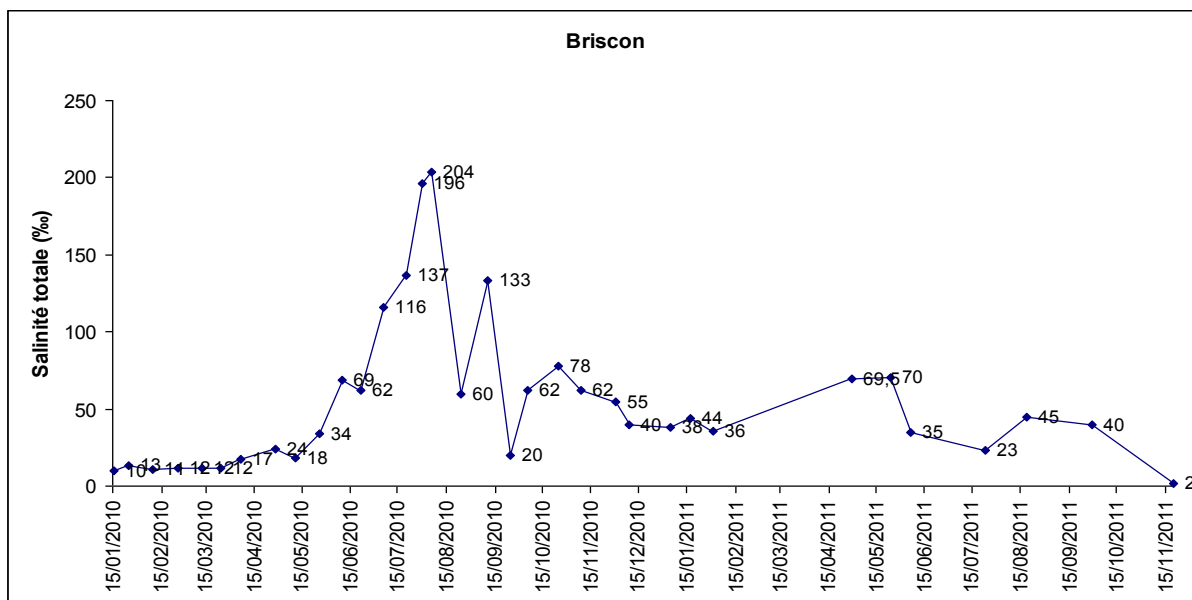


Figure 12 : Briscon : Evolution des salinités sur la période 2010-2011.

### Rascaillan

Le secteur du Rascaillan forme un ensemble de 3 partènements : l'Etang du Rascaillan proprement dit et les deux partènements « Pourtour de Rascaillan » 1 et 2, respectivement au nord-est et au sud-ouest de l'Etang du Rascaillan.

Pendant la période salinière, l'Etang du Rascaillan était en eau toute l'année, sa salinité estivale étant comprise entre 120 et 150 ‰. Les deux partènements de son pourtour étaient asséchés en hiver et mis en eau en été, le premier affichant une salinité estivale de 50 à 70 ‰, le second de 70 à 120 ‰ (Loquet, 2008).

Au printemps 2010, l'étang était en eau, puis il a séché et cristallisé au cours de l'été (figure 13). Il a été remis en eau à l'automne 2010 par le groupe *Salins* et son niveau d'eau et sa salinité étaient relativement stables jusqu'en septembre 2011. Entre octobre 2010 et juillet 2011, la salinité était comprise entre 50 et 80 ‰.

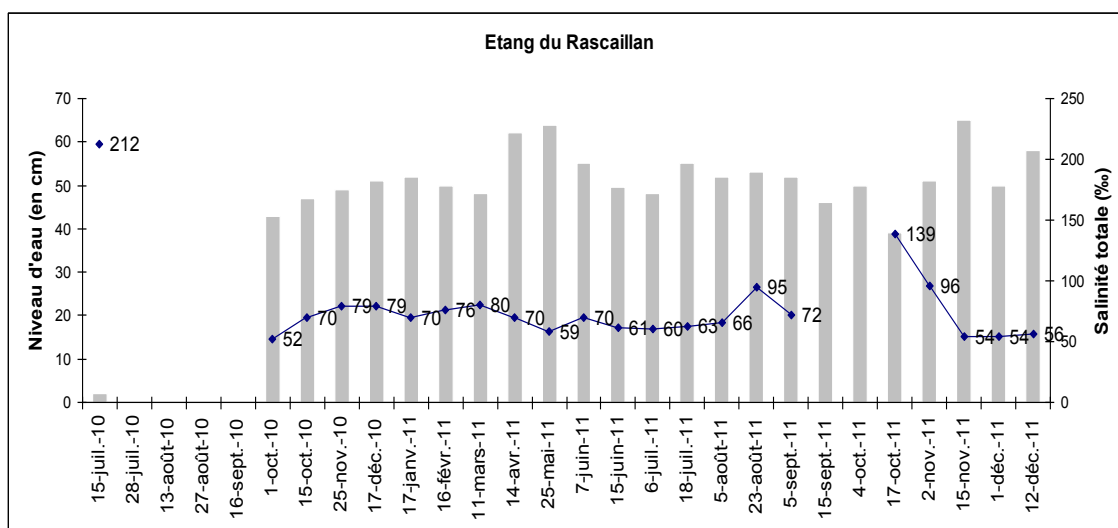


Figure 13 : Etang du Rascaillan : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.



En 2010 et 2011, le pourtour de Rascaillan 1 a continué d'être utilisé par le groupe *Salins*. Au cours du printemps et de l'été 2010, le pourtour de Rascaillan 1 a connu des niveaux d'eau très fluctuants résultant de la circulation d'importants volumes d'eau salée qui étaient envoyés sur les secteurs Galabert et Fangassier (pour la reproduction des flamants roses). Ce partènement a été mis en vidange au cours de l'hiver 2010/2011, puis il a reçu à nouveau des eaux salées au printemps-été 2011. La salinité était essentiellement comprise entre 45 et 70 ‰ entre avril et août, en 2010 et en 2011.

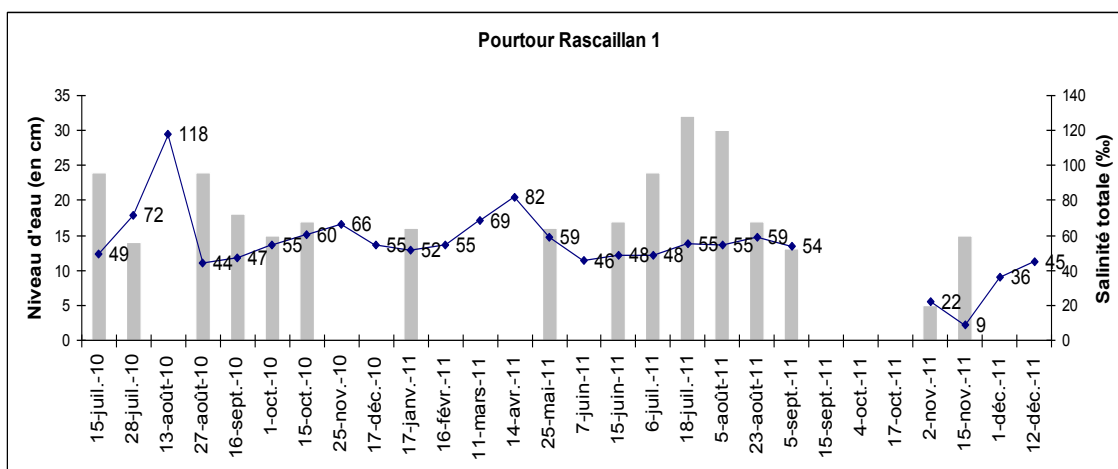


Figure 14 : Pourtour de Rascaillan 1 : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.

Le **pourtour de Rascaillan 2** était entièrement sec en juin et juillet 2010, ainsi qu'à la fin de mai 2011. Ce partènement a également connu de longues périodes d'assèchement en automne et hiver 2010 et 2011. La salinité a varié de 45 à 86 ‰ pendant les périodes de mise en eau de 2010 et 2011.

### Vieux Rhône

Les étangs du Vieux Rhône sont constitués de deux partènements : Vieux Rhône Nord et Vieux Rhône Sud (carte 3).

Avant 2009, ces partènements étaient maintenus en eau de façon permanente, avec une salinité estivale de l'ordre de 50 à 70 ‰ (Loquet, 2008).

En 2011, les étangs étaient toujours permanents. La salinité de Vieux Rhône Nord, mesurée entre septembre 2010 et juillet 2011, était comprise entre 44 et 57‰.

Les taux de salinité de Vieux Rhône Sud comptent parmi les plus bas de toute la zone d'étude : entre 27 et 50 ‰ pour la période s'étalant de juillet 2010 à décembre 2011 (figure 15).

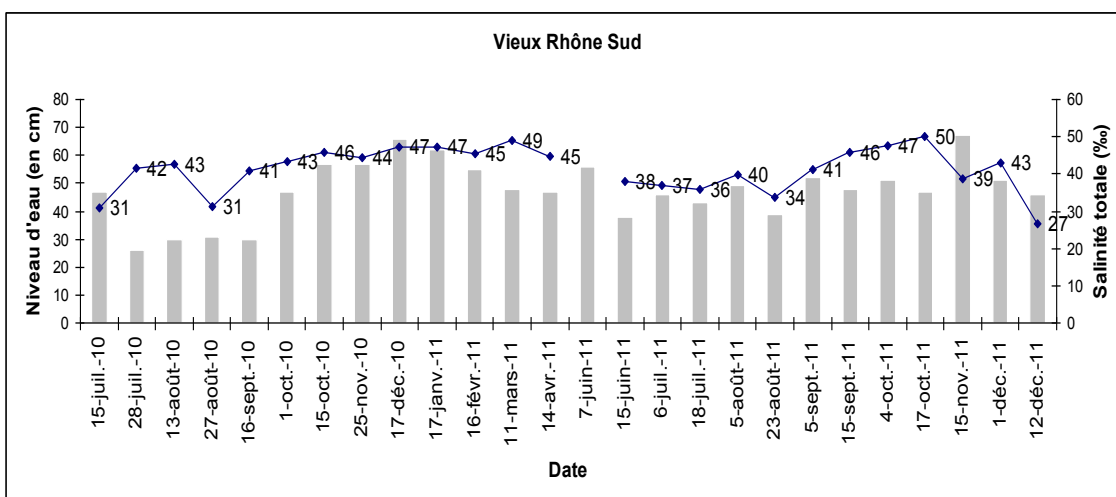


Figure 15 : Vieux Rhône Sud : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.

## Vaisseau

Le Vaisseau est divisé en deux partènements : Vaisseau 1 et 2.

Jusqu'en 2009, le partènement de **Vaisseau 1** était asséché en hiver et mis en eau en été ; la salinité estivale théorique se situait entre 35 et 45 ‰. En 2010 et 2011, le partènement de Vaisseau 1 était presque entièrement sec du printemps à l'automne au moins. La salinité mesurée au cours des rares phases d'inondation était comprise entre 32 et 38 ‰. Dans un fossé d'emprunt restant en eau lorsque le reste du partènement était sec, la salinité a fréquemment dépassé 80 ‰ au cours des deux étés (figure 16).

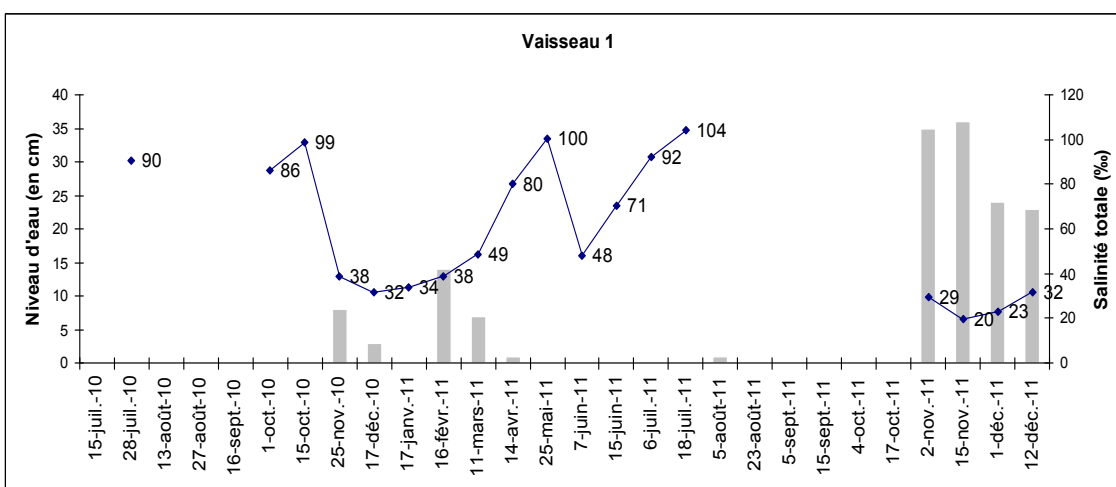


Figure 16 : Vaisseau 1 : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.

Avant 2009, l'étang du **Vaisseau 2** était en eau de manière permanente et sa salinité théorique titrait 45 à 50 ‰ de sel (Loquet, 2008). La salinité moyenne était vraisemblablement plus faible jusqu'en 1974, année où Verhoeven (1979) releva un taux de 21 ‰ en juin. Vaisseau 2 a été maintenu en eau en permanence en 2010 et 2011, mais la partie la plus au nord s'asséchait temporairement en été. Les taux de salinités mesurés dépassaient fréquemment 70 ‰ entre août et octobre 2011.



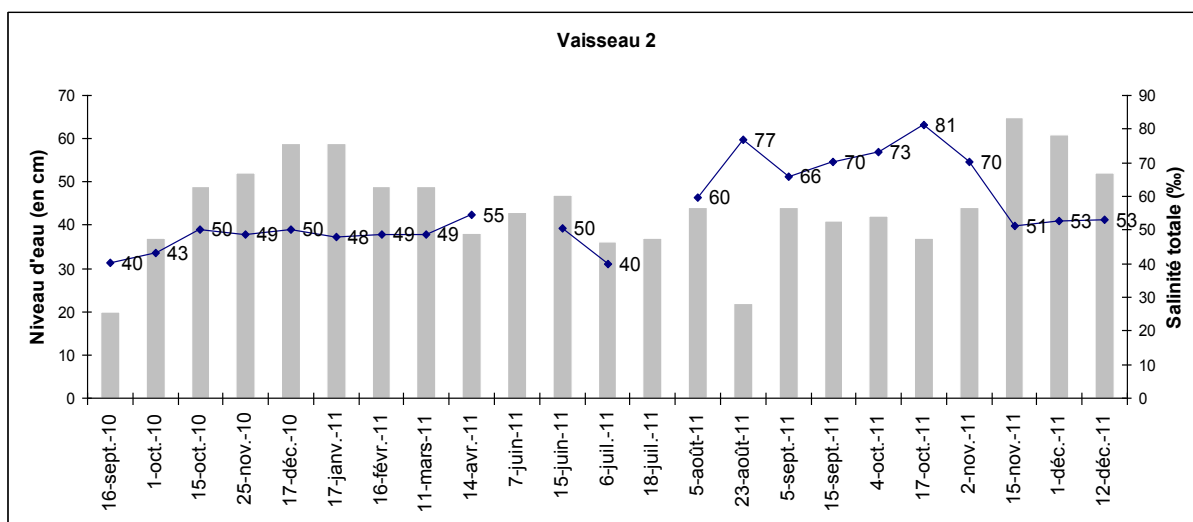


Figure 17 : Vaisseau 2 : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.

### Les Sablons

En période d'exploitation salicole, ce partènement était mis en eau au printemps et en été, puis il s'asséchait en hiver. Sa salinité estivale était alors proche de celle de la mer ou un peu supérieure : entre 35 et 45 ‰ (Loquet, 2008).

Depuis 2010, seules des mises en eau irrégulières sont observées (figure 18). Les apports proviennent des précipitations, des entrées marines via les brèches situées au sud et de l'étang de Beauduc, par l'est. Pendant les courtes périodes de mise en eau, les salinités mesurées variaient de 12 à 70 ‰.

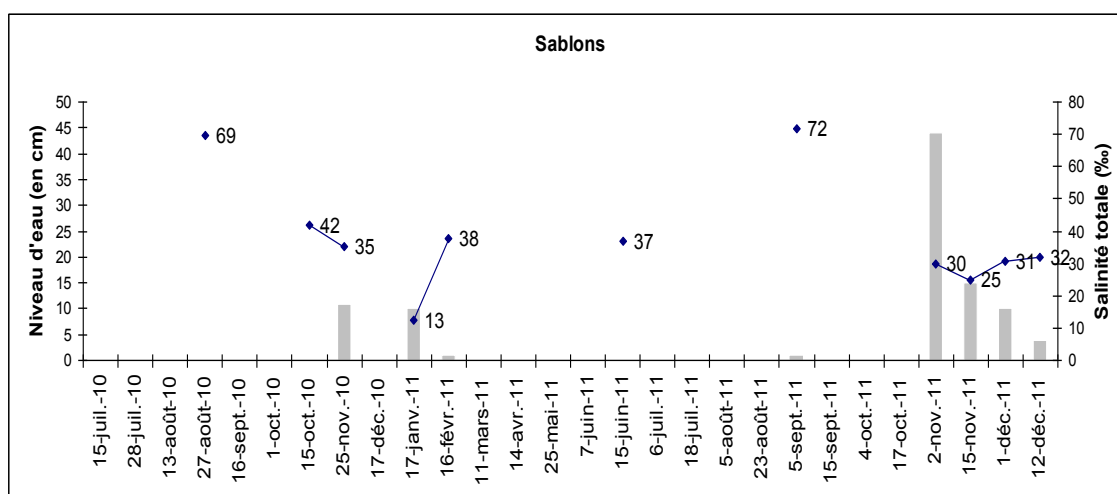


Figure 18 : Sablons : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.

### L'étang de Beauduc

En période d'exploitation salicole, l'étang de Beauduc était un plan d'eau permanent, avec une salinité estivale théorique comprise entre 45 et 50 ‰ (Loquet, 2008).

Entre juillet 2010 et fin 2011, l'étang de Beauduc était en eau, cependant les berges nord se trouvaient fréquemment découvertes. La salinité entre juin 2010 et décembre 2011 était comprise entre 25 et 53 ‰. La martelière sur la digue de Véran a été arrachée durant l'hiver 2010/2011. Depuis lors, l'étang est en communication permanente avec la mer, avec un renouvellement des eaux probablement plus important tout au long de l'année, qui explique sans doute la stabilité des salinités observées durant l'été 2011.

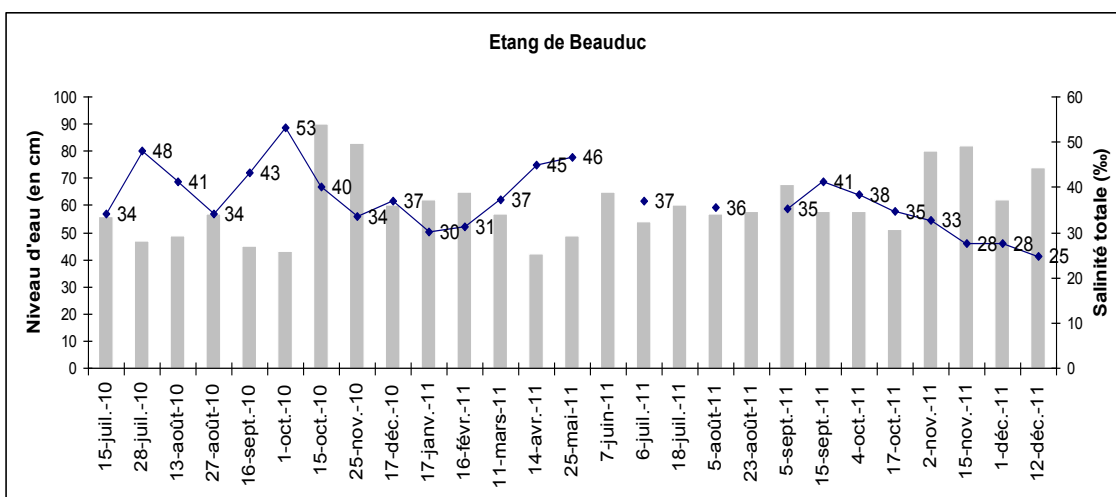


Figure 19 : Etang de Beauduc : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.

### L'étang de Sainte Anne

Pendant l'exploitation salinière, l'étang de Sainte Anne était mis en vidange en hiver et alimenté en eau l'été, la salinité se situant dans la gamme 45-50 ‰ (Loquet, 2008). Après son transfert au *Conservatoire du Littoral*, une partie de cet étang est demeurée en eau de façon permanente. Sa salinité, parmi les plus faibles à l'échelle du salin, a globalement oscillé au cours de cette période entre 30 et 50 ‰, cette dernière valeur semblant n'avoir été atteinte qu'en juillet 2010.

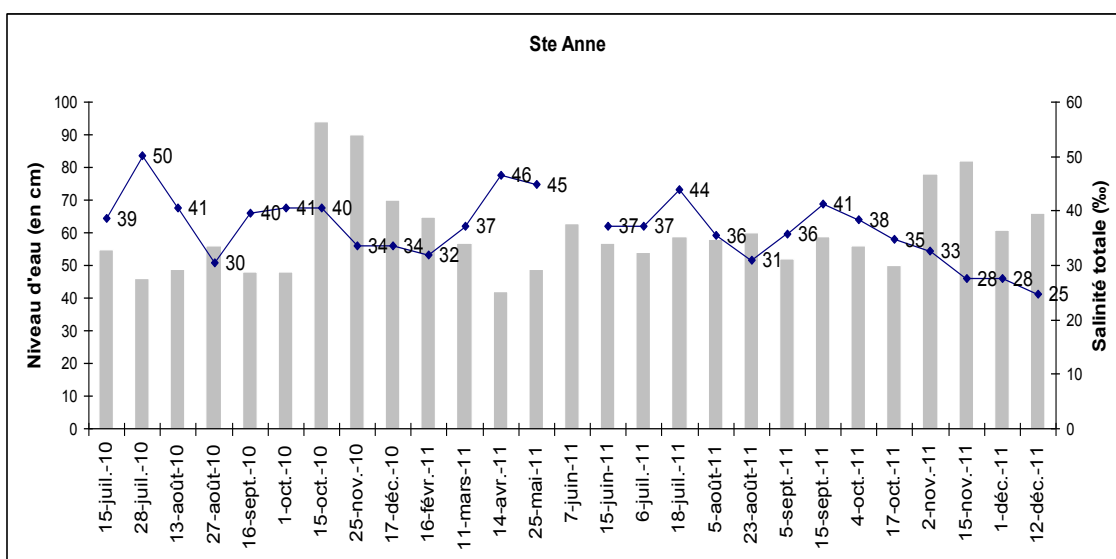


Figure 20 : Etang de Sainte Anne : Evolution des niveaux d'eau et des salinités sur la période 2010-2011.

### Quarantaine

Quarantaine forme un ensemble de quatre partènements : Quarantaine 1, 2, 2a et 3.

Pendant leur exploitation pour le sel, ces partènements étaient asséchés en hiver et mis en eau en été. La salinité estivale des deux premiers était comprise entre 50 et 70 ‰, celle du dernier entre 70 et 120 ‰ (Loquet, 2008).

Entre septembre 2010 et juillet 2011, **Quarantaine 1** a séché à deux reprises : en octobre et en mars. Les salinités mesurées au cours de cette période se situaient dans une fourchette de 40 à 63 ‰, les valeurs supérieures à 50 ‰ étant atteintes en début été.



**Quarantaine 2** a séché 2 fois au cours de l'hiver 2010/2011. Les salinités mesurées étaient comprises entre 45 et 60 ‰ d'octobre 2010 à juillet 2011.

**Quarantaine 2A**, de surface très modeste, est un clos de transition asséché en hiver en période d'exploitation salinière (ce qui est toujours le cas en 2010 et 2011). Les salinités relevées ces deux dernières années en période de mouvement des eaux pour l'exploitation salinière étaient toutes comprises entre 55 et 80 ‰.

**Quarantaine 3** était en eau entre juin 2010 et juillet 2011 au moins. Au cours de cette période, sa salinité était comprise entre 57 et 90 ‰, la valeur de 70 ‰ ayant été atteinte ou dépassée au printemps.

## **Montilles d'Arnaud**

Jusqu'en 2008, ce partènement était asséché en période hivernale ; sa salinité théorique était de 50 à 70 ‰ pendant les mises en eau estivales (Loquet, 2008). Des variations importantes des niveaux d'eau ont été observées sur la période 2010-2011, résultant probablement des mouvements d'eau et des vidanges effectués par le groupe *Salins*. La salinité a varié de 44 à 93 ‰ entre juillet 2010 et octobre 2011. Une chute de salinité était relevée en fin d'année 2011 (18 ‰ au mois de novembre), par suite de fortes précipitations.

## **Val Agricola**

En période d'exploitation salinière, Val Agricola jouait le rôle d'un chenal d'amenée d'eau entre la pompe de Beauduc et les surfaces de pré-concentration. Ce clos ne gardait pas d'eau en hiver. En 2010 et 2011, Val agricole n'a été mis en eau que très sporadiquement, par débordements de l'étang de Beauduc.

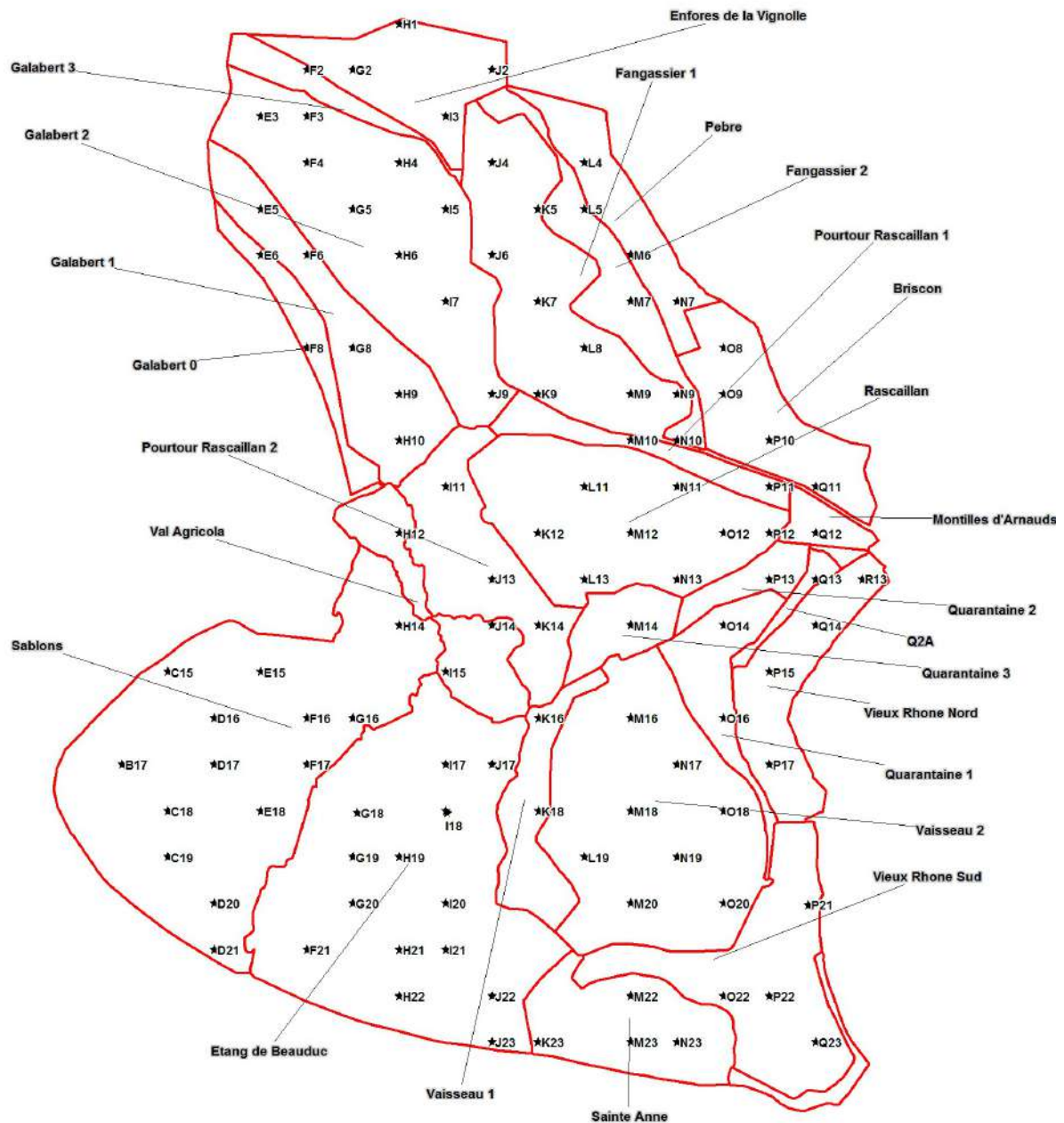
## **4.3. La flore et la végétation macrophytique des étangs**

### **4.3.1. Matériel et méthode**

#### **Echantillonnage**

L'étendue considérable des salins ne permettant pas d'envisager la prospection exhaustive de chacun des partènements, il a été décidé d'en décrire le peuplement macrophytique à partir de relevés botaniques réalisés sur un relativement petit échantillon de stations, considéré comme représentatif de l'ensemble de la zone d'étude.

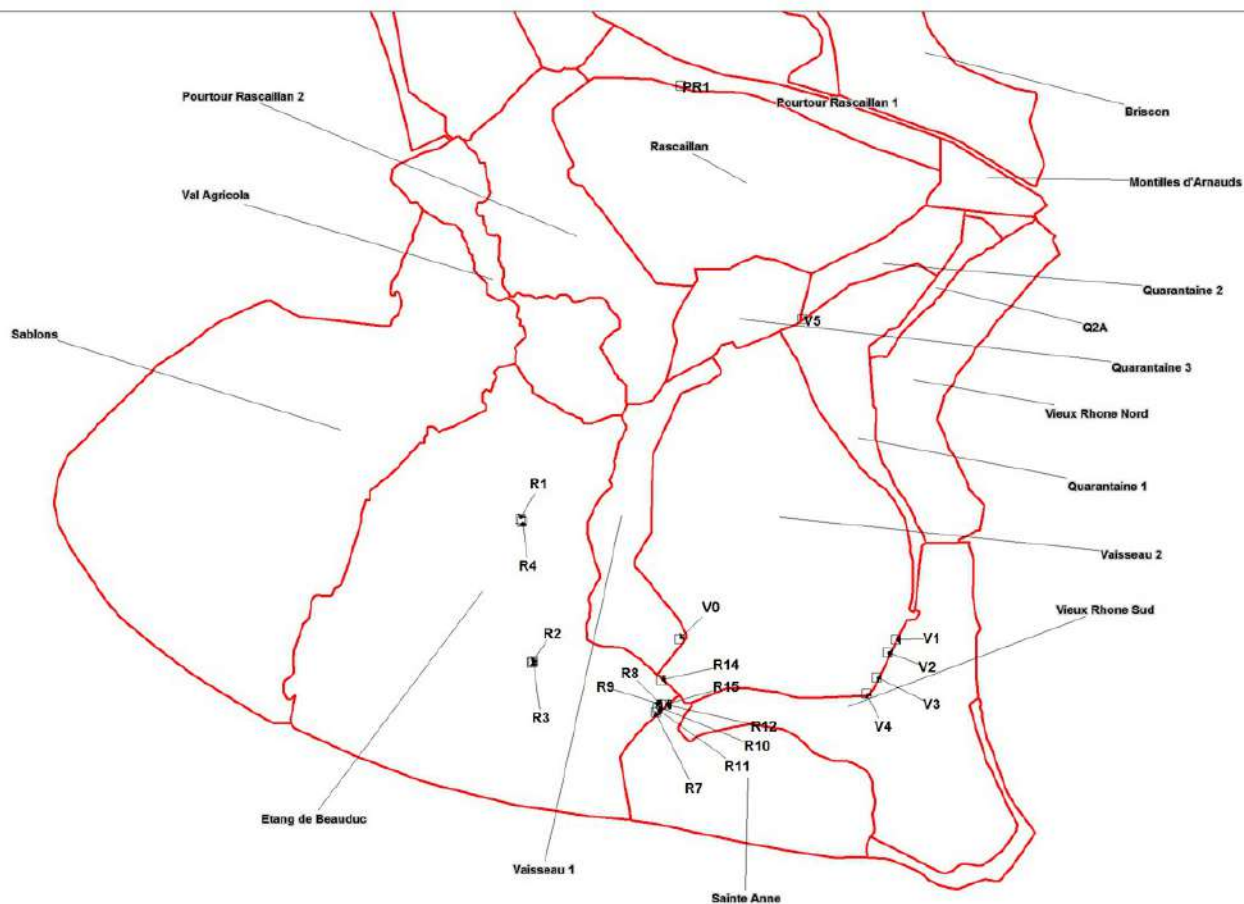
La méthode employée pour déterminer le nombre et l'emplacement des zones échantillonnées s'inspire de celle mise en place par l'IFREMER pour le Réseau de Suivi Lagunaire (RSL, 2011). A partir du carroyage UTM WGS 84 zone 31 Nord, 111 stations géo référencées, régulièrement réparties sur les salins, ont été identifiées. Le nombre de stations, déterminé à l'échelle de chaque partènement, est de 1 pour 50 hectares environ, avec au minimum une station par partènement, quelle que soit sa surface (carte 23). Seules les zones identifiées dans la base de données ortho photographiques comme susceptibles d'être très régulièrement en eau ont été retenues pour l'échantillonnage.



Carte 23 : Localisation des points de relevés.

Des relevés dits « complémentaires » (carte 24) ont été réalisés lorsque des espèces non inventoriées lors des relevés prédéfinis avaient été observées, essentiellement à l'occasion des déplacements permettant de joindre un point de relevé au suivant. Quelques prospections particulières ont d'autre part été réalisées dans des habitats de petite dimension, constituant des annexes hydrauliques aux plans d'eau principaux. Ces prospections ont concerné quelques mares temporaires du complexe dunaire séparant l'étang de Beauduc de celui des Sablons et les dépressions humides du sud-est des étangs de Beauduc, du sud de ceux de Galabert et du Vaisseau. Les points de relevés complémentaires sur lesquels des macrophytes ont été inventoriés ont été géo référencés.





Carte 24 : Localisation des points de relevés complémentaires.

## Relevés de végétation

Les relevés botaniques se sont déroulés lors du pic supposé de développement des macrophytes, c'est à dire en mai et juin pour la flore vivace des milieux permanents et sub-permanents, en avril et mai pour les groupements de plantes annuelles et vernaies. Commencées en avril 2010, les prospections se sont poursuivies entre avril et fin juin 2011. Plusieurs partènements et dépressions humides, secs lors de la prospection printanière de 2010, ont été de nouveau visités au printemps 2011. Les plantes aquatiques ont été déterminées au niveau spécifique pour les phanérogames et les Charophyceae, au niveau générique ou spécifique pour les autres groupes d'algues. Une estimation du taux de recouvrement végétal (en %) de chaque taxon identifié a été établie visuellement, par prospection d'une zone de 6m de rayon environ autour du point géo référencé de chaque station, soit dans un cercle d'une surface d'environ 110 m<sup>2</sup>. Des échantillons d'algues, hors charophytes, ont été prélevés et stockés dans de l'alcool pour identification ultérieure. Ils ont été déterminés gracieusement par Jocelyne Oheix, de l'IFREMER de Sète. A l'occasion des prospections botaniques, la proportion de la surface en eau de chaque partènement a été estimée, ainsi que la hauteur d'eau au niveau des relevés. Le taux de salinité a été mesuré en un point de chaque partènement le 1<sup>er</sup> juillet 2011.

## 4.3.2. Résultats

### 4.3.2.1. Résultats généraux

#### Les espèces

La prospection des anciens salins a permis d'inventorier 12 taxons de la flore macrophytique. Le peuplement des phanérogames se compose de 4 espèces : la Ruppie spiralee (*Ruppia cirrhosa*), la Ruppie maritime (*Ruppia maritima*), l'Althénie filiforme (*Althenia filiformis*) et la Zostère naine (*Zostera noltii*). S'agissant des algues, le peuplement comprend 3 Characées : *Lamprothamnium papulosum*, *Tolypella hispanica* et *Tolypella. sp.*, des algues Chlorophytes des genres *Cladophora*, *Monostroma*, *Ulva* et *Rhizoclonium* et l'algue Rodophyte *Polysiphonia sertularioides*.

La détermination au niveau spécifique de l'un des deux *Tolypella* (monoïque) inventoriés n'a pas été possible, les plantes ayant séché avant de produire les oospores indispensables au diagnostic. Malheureusement, ce taxon n'a pas été revu en 2011, l'exondation très précoce des dépressions humides ne lui ayant pas permis de se développer. Etant données les conditions stationnelles et le caractère monoïque des individus trouvés, il ne pouvait s'agir que de *Tolypella glomerata* ou de *T. salina*, la première étant une espèce commune, la seconde un taxon endémique de distribution méditerranéo-atlantique extrêmement rare.

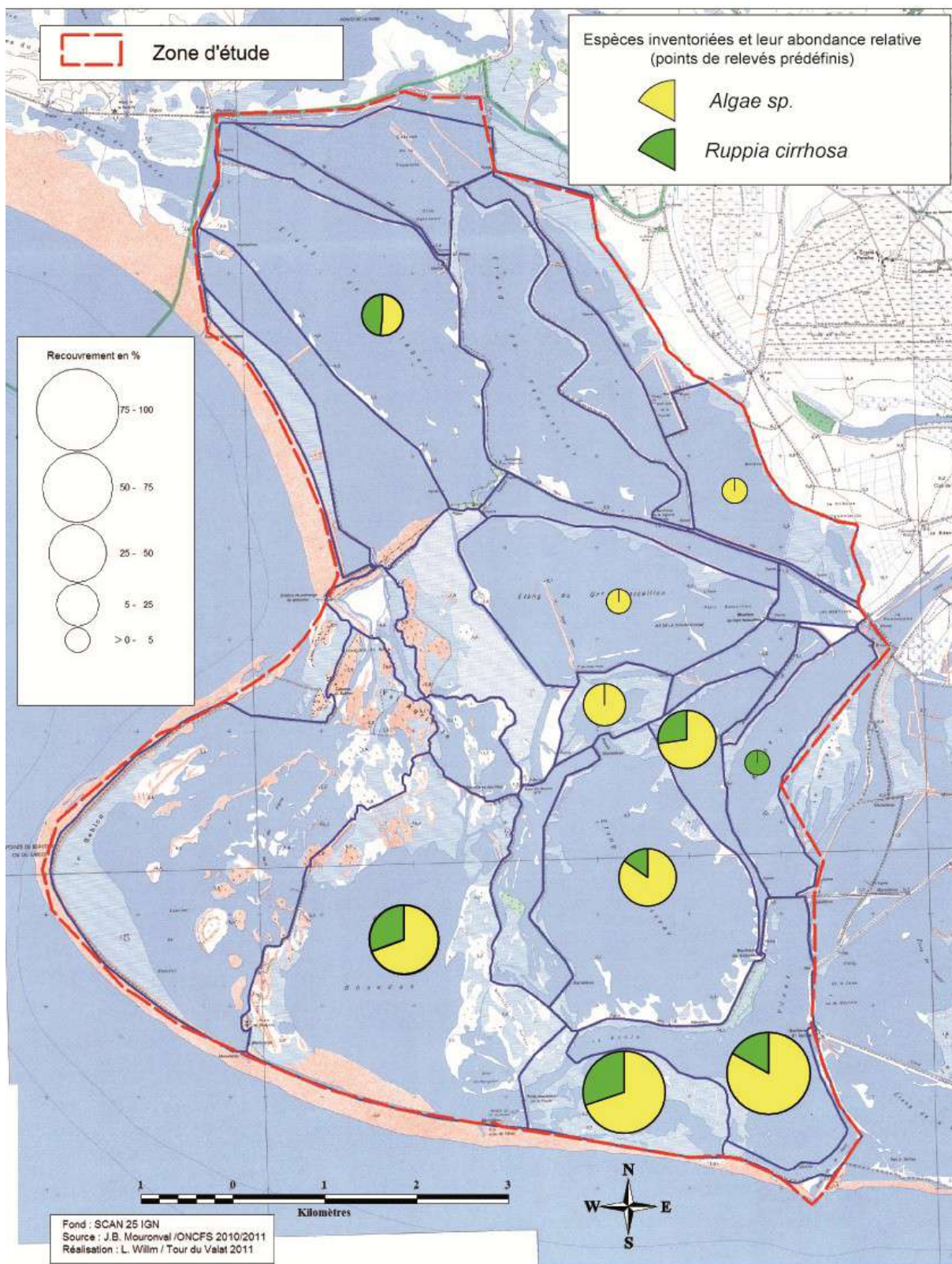
#### La végétation

Dans les anciens salins, les macrophytes se caractérisent par un niveau d'abondance très bas et une distribution spatiale hétérogène : 60% des partènements sont dépourvus de flore aquatique ; ceux qui sont végétalisés sont essentiellement localisés dans la partie sud-est de la zone d'étude (Carte 25).

Les algues filamenteuses cladophores dominent largement ; elles forment en certains endroits des marées vertes d'une surface de plusieurs hectares. Elles ont été inventoriées sur 10 des 25 partènements. Leur taux moyen de recouvrement varie de 0 à plus de 60% à l'échelle des étangs ; il est estimé à 13% à l'échelle de la zone d'étude. Les autres algues chlorophytes ou rodophytes sont très peu répandues et aucune n'est abondante. Les genres *Monostroma*, *Ulva* et *Polysiphonia* n'ont ainsi été observés que dans le partènement du Vieux Rhône Sud et le genre *Rhizoclonium* à Briscon seulement.

Parmi les espèces de plantes phanérogames inventoriées, la Ruppie spiralee est de très loin la seule espèce relativement répandue et localement abondante. Elle a été notée sur 10 des 25 plans d'eau visités, ceux là même où se développent les algues cladophores. Sur 3 de ces 10 étangs, l'espèce n'a toutefois été observée qu'en dehors des points de relevés prédéfinis, et en infime quantité. A l'échelle des partènements, le recouvrement moyen varie, pour la Ruppie spiralee, de 0 à 27,5%. Il est estimé à moins de 3% sur la zone d'étude dans son ensemble.

Les autres taxons signalés sont pour ainsi dire tous anecdotiques, en termes de fréquence d'occurrence et d'abondance. Les Characées, l'Althénie filiforme et la Ruppie maritime ont été inventoriées sur des surfaces totalisant moins d'un hectare, toutes espèces confondues, dans des micro-habitats particuliers, périphériques aux grands étangs du Vaisseau et de Beauduc. Le taux de recouvrement moyen cumulé de ces espèces là où elles sont présentes, apparaît assez faible (moins de 10%) et les plantes sont vivement concurrencées par les algues cladophores. *Lamprothamnium papulosum* a par ailleurs été également rencontré en quatre points de quelques mètres carrés de l'étang de Beauduc lui-même. Quelques rares spécimens de Zostère naine (*Zostera noltii*) ont d'autre part été signalés en juillet 2010 (M. Thibault, *com. pers.*), dans une poche d'eau permanente de Val Agricola.



**Carte 25** : Répartition et abondance relative des macrophytes dans les partènements.



## Les facteurs déterminants

Les taux de salinité et les hydropériodes propres à chaque étang ou zone humide des anciens salins expliquent dans une large mesure la composition, la répartition et l'abondance du peuplement.

Dans la moitié nord ainsi que dans l'ouest de la zone d'étude, une majorité d'étangs (à l'exception de Galabert 2 et Fangassier 1) connaissent d'assez longues périodes d'assèchement printanier, estival ou hivernal, souvent associées à des taux de salinité variables, dépassant passagèrement 70 à 100 ‰ lors des périodes de mise en eau et atteignant localement des valeurs beaucoup plus élevées pendant la phase d'assèchement. Ces conditions écologiques extrêmes ont empêché le développement des macrophytes, qu'il s'agisse d'espèces annuelles vernaies sensibles aux taux de salinités élevés en début de cycle de développement ou d'espèces vivaces, incapables de survivre aux assèchements longs et répétés. Certains partènements de ce secteur, bien que toujours en eau, sont demeurés dépourvus de macrophytes en raison de taux de salinités excédant régulièrement 100 ‰.

A l'inverse, dans le sud-est de la zone d'étude, les étangs sont pratiquement tous permanents et présentent les taux de salinités les plus faibles, régulièrement compris entre 30 et 55-60 ‰. Ces conditions, moins contraignantes, permettent aux algues cladophores et à la *Ruppia spiralee*, phanérogame typique des grands étangs littoraux saumâtres, d'y constituer des peuplements pérennes assez étendus. Il convient pourtant de remarquer que, même à l'échelle de ce secteur du salin, la *Ruppia spiralee* reste globalement peu abondante et ne présente ses meilleurs niveaux d'abondance que dans les étangs dont les taux de salinités sont les plus faibles, entre 30 et 45-50 ‰. Bien qu'elle ait la faculté, plus que toute autre phanérogame, de se maintenir dans les eaux temporairement hyperhalines (jusqu'à 60 ou 80 ‰, selon Molinier & Tallon, 1974) et de supporter de fortes variations de chlorosité, cette espèce voit en effet sa croissance diminuer, voire s'annuler, avec l'augmentation de la salinité, dès lors que celle-ci dépasse 18 à 20 ‰ (Verhoeven, 1979). En plusieurs endroits de la zone d'étude, la physionomie des herbiers de *Ruppia spiralee*, clairsemés, grêles et peu ou pas fructifiés, témoignent probablement de conditions limitantes pour l'espèce. De surcroît, la *Ruppia* est vivement concurrencée par les algues cladophores, également très tolérantes aux variations de la salinité. La prolifération de ces dernières, qui signe vraisemblablement une eutrophisation du milieu, pourrait avoir été favorisée par des apports de nutriments lorsque les eaux du Rhône, même diluées par celles de la mer, parviennent jusqu'aux salins.



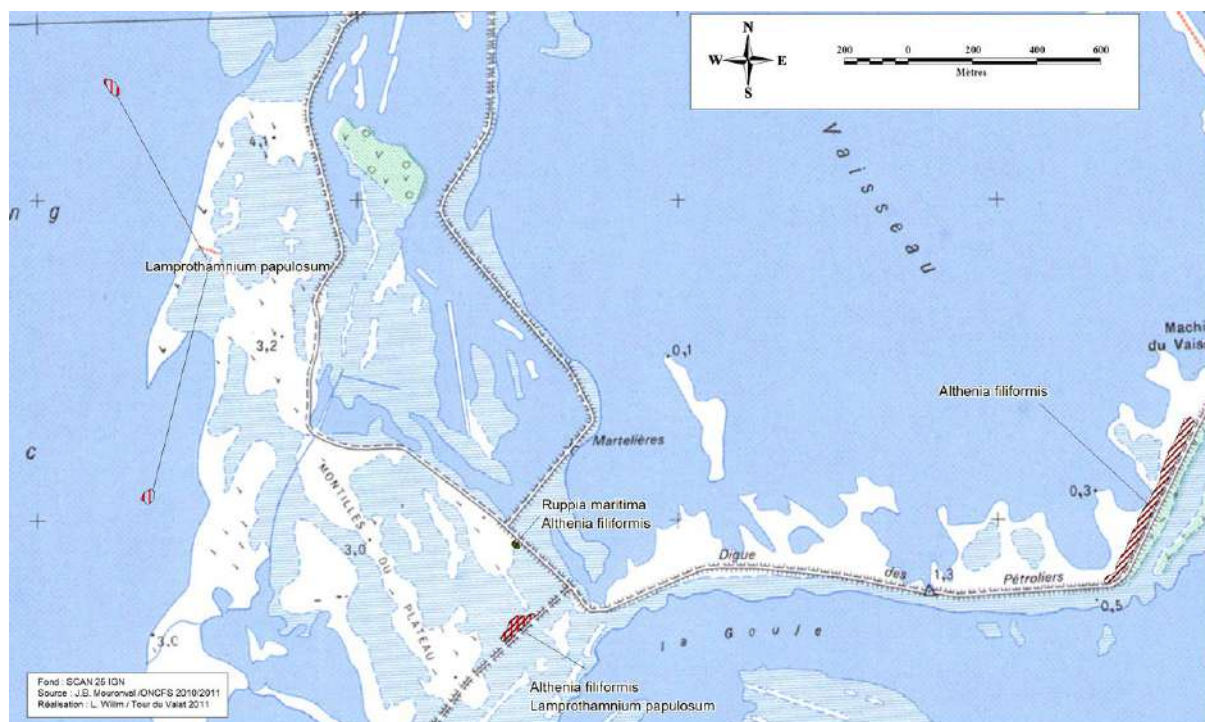
Photo : Développement de macro-algues sur les étangs de Beauduc et de Sainte Anne. Photo : J. Roché, 14 mai 2010.

Outre leur moindre salinité, les partènements où les *Ruppia spiralee* et algues cladophores sont les plus abondantes sont également ceux qui connaissent le plus d'échanges directs avec la mer et donc un temps de renouvellement de l'eau plus court, facteur qui favorise probablement le développement des macrophytes.

L'*Althénie filiforme* et la *Ruppia maritime* d'une part, le *Lamprothamnium papulosum* et *Tolypella hispanica* d'autre part, sont constitutives des associations du *Ruppion maritimae* pour les premières et du *Charion canescentis* pour les secondes. Il s'agit d'associations vernaies, composées d'espèces annuelles, des eaux saumâtres, polysaumâtres à salées, peu profondes (< 1m) et temporaires. Ces deux associations sont fréquemment imbriquées. La principale caractéristique des espèces qui les constituent est de germer à des



niveaux de salinités faibles (2 à 26 ‰ environ, optimum à moins de 10 ‰) mais de se développer et de fructifier à des taux de salinité croissant graduellement au printemps, par concentration, pour dépasser passagèrement la salinité marine (Cook & Guo, 1990 ; Guerlesquin, 1992). Elles se caractérisent encore par leur capacité à entrer en dormance sur de longues périodes, sous forme de graines ou spores, pour ne germer que lorsque les conditions d'inondation du milieu sont favorables.



**Carte 26** : Répartition d'*Althenia filiformis*, *Ruppia maritima* et *Lamprothamnium papulosum* en 2010-2011 (secteur des étangs de Beauduc et du Vaisseau)

Dans la zone d'étude, ces espèces trouvent les conditions les plus favorables à leur développement dans les micro-habitats situés en périphérie des grands partènements et qui, n'ayant pas été soumis à l'exploitation salinière, ont conservé un fonctionnement pratiquement naturel, de type méditerranéen. Ces conditions écologiques locales ne sont toutefois pas optimales : les salinités mesurées en 2011 au moment de la fructification, variaient de 36 à 59 ‰ sur les stations de ces espèces dans l'ancien salin, contre 29 à 39 ‰ pour 5 stations situées en d'autres points du littoral méditerranéen. S'agissant de la durée de l'inondation, elle est apparue très brève en de nombreux endroits, probablement trop pour permettre aux plantes d'accomplir régulièrement l'ensemble de leur cycle de reproduction. Le statut de ces groupements végétaux, qui comportent essentiellement des espèces à forte valeur patrimoniale, est donc assez précaire.

### Etat historique

La compilation des inventaires floristiques anciens (cf. chapitres 2.2.2. et 3.2.3.) permet de retracer très schématiquement les changements intervenus dans la distribution, la composition et l'abondance des herbiers depuis l'aménagement des salins et les modifications qui en ont résulté, en particulier en termes de salinité et d'hydropériode. Les rares herbiers de Zostères (*Zostera marina* et/ou *Z. noltii*) mentionnés dans les secteurs autrefois les plus marinisés par Gourret (1897), ont pratiquement disparu de la zone d'étude, à l'exception de quelques spécimens résiduels de Zostère naine à Val Agricola. A partir des années 1950, les herbiers de Ruppie spiralée ont régressé dans la partie nord, et même disparu de certains partènements de ce secteur, pour ne se maintenir que dans les étangs du sud-est essentiellement. La situation de ces herbiers de Ruppie semble être relativement stable, au moins en termes de répartition, depuis la cartographie réalisée par Verhoeven en 1979. Cette stabilité peut s'expliquer par le maintien d'une gestion de l'eau très stable entre années pour la production de sel. Les algues cladophores ont été mentionnées de longue date et pourraient avoir gagné en abondance, aucune prolifération n'ayant été signalée par le passé, contrairement à ce qui est observé aujourd'hui.

Les espèces vernaies –Althénie filiforme, Ruppie maritime et *Lamprothamnium papulosum*, signalées dans plusieurs partènements du nord et du centre de la zone d'étude dans les années 1950 à 1970 (Tallon, 1957 ; Verhoeven 1975, 1979 ; Guerlesquin & Podlejski, 1980), ont nettement régressé. Elles ont presque complètement disparu des grands plans d'eau pour se retrancher, plus au sud, dans des milieux de petite dimension qui, n'ayant pas été aménagés pour l'activité salicole, ont conservé un fonctionnement plus naturel, notamment avec une alimentation par les eaux pluviales, des salinités donc plus faibles et une mise à sec printanière ou estivale régulière. Globalement, l'activité salicole a eu pour effet de sélectionner les espèces les plus tolérantes à des conditions écologiques extrêmes et de cantonner les peuplements plus sensibles aux zones où cette activité était la moins impactante, c'est à dire à sa périphérie.

#### **4.3.2.2. Résultats par étang**

Les tableaux bruts de relevés botaniques figurent en annexe 4 (page 98). Les résultats sont donnés par partènement, c'est à dire par unité de gestion hydraulique salinière. Les relevés réalisés sur les points d'échantillonnages prédéfinis et dans le cadre d'observations complémentaires font l'objet de tableaux distincts.

##### **4.3.2.2.1. Les étangs de Galabert**

###### **Galabert 0, 1 et 3**

Lors de nos prospections de juin 2010 et juillet 2011, les étangs de Galabert 0 et 1 étaient entièrement secs. Le partènement de Galabert 3 était en eau sur plus de 95% de sa surface tant en juin 2010 qu'en juillet 2011. Les eaux de Galabert 3 étaient très turbides lors des deux passages, en raison de la présence de sédiments fins en suspension dans la colonne d'eau.

Aucune espèce n'a été inventoriée dans ces étangs lors des prospections. La succession d'assèchements et de mises en eau, les fortes salinités tout au long du cycle annuel expliquent dans une large mesure cette situation. La bibliographie disponible ne signale pas d'hydrophytes dans ces partènements au cours de la période d'exploitation salinière.

###### **Galabert 2**

Lors de la prospection de juin 2010, la profondeur du Galabert 2 aux différents points de relevés botaniques variait de 3 à 110 cm, avec une moyenne de 40 cm. La transparence des eaux était bonne ; elle excédait la profondeur moyenne. Le recouvrement par les hydrophytes dans Galabert 2 était de l'ordre de 10% en moyenne en 2010, à peu près également réparti entre la Ruppie spiralee et les algues Cladophores. Le recouvrement en Ruppie spiralee variait ainsi de 0 à 8% au mieux, selon les relevés. Signe probable de conditions écologiques difficiles voire limitantes, les spécimens sont apparus grêles et très peu ou pas fructifiés, alors que les relevés ont eu lieu au début de l'été, c'est à dire lors de la période de fructification. Il est possible que la Ruppie spiralee, vivace, se maintienne ici sous une forme surtout végétative.

La Ruppie spiralee était considérée comme très commune dans le Galabert 2 dans les années 1950, à une époque où la salinité pouvait être inférieure à 30 ‰ au printemps (Molinier & Tallon, 1974 ; Aguesse, 1960). Mais les herbiers ont vraisemblablement régressé avec l'exploitation salinière : en septembre 1977, Verhoeven (1979, 1980) observait la quasi disparition des Ruppies, qu'il attribua à une augmentation importante de la salinité en août. Les parties souterraines survécurent toutefois, l'herbier réapparaissant en octobre de la même année.

##### **4.3.2.2.2. Les Enfores de la Vignolle**

En 2010 et 2011, aucune plante vasculaire n'a été inventoriée dans ce partènement. Seules quelques algues Cladophores ont été notées, en 2011 uniquement, dans sa partie ouest, en dehors des points de relevés.



La bibliographie disponible ne fait état de la présence d'aucun herbier aux Enfores pendant ou avant la période d'exploitation du sel. Dans une mare située dans ce secteur du salin et titrant 3 à 10 ‰ de sel, Verhoeven (1975) signalait en 1974 la présence de *Ruppies* spiralee et maritime. Les fortes salinités et la mise à sec hivernale régulière jusqu'en 2009 au moins, sont sans doute à l'origine de l'absence d'hydrophytes dans les Enfores. Les apports d'eau douce en cours, s'ils se poursuivaient, induiraient vraisemblablement un développement rapide des herbiers.

#### 4.3.2.2.3. Les étangs du Fangassier

Aucune plante aquatique n'a été inventoriée en 2010 ou en 2011 dans ces plans d'eau sursalés, turbides et dont les sédiments semblent de surcroît très réduits. Aucune hydrophyte ne fut signalée dans les partènements pendant l'exploitation salinière, la salinité élevée ne permettant pas le maintien d'herbiers de macrophytes. Avant les grands aménagements de la fin des années 1950, l'Etang du Fangassier abritait des herbiers de *Ruppie* maritime (Aguesse & Marazanoff, 1965) et d'Althénie filiforme (Tallon, 1957), qui disparurent probablement dès 1962.

#### 4.3.2.2.4. Le Pèbre

Lors des prospections de juin 2010 et 2011, le Pèbre était à sec, probablement depuis plusieurs semaines, voire plusieurs mois. Une poche d'eau résiduelle titrait 130 ‰ de sels totaux. En l'absence d'eau pendant leur période de développement, aucune plante aquatique n'a été inventoriée. Il n'existe pas d'information disponible témoignant de la présence d'hydrophytes dans ce partènement, avant ou pendant la phase d'exploitation salinière.

#### 4.3.2.2.5. Briscon

Ce partènement était en eau sur les deux tiers de sa surface environ lors de la prospection de juillet 2010. Il était également en eau à 85% en juillet 2011. Aucune plante vasculaire n'a été inventoriée en 2010 et 2011, en raison de conditions de salinité et d'hydropériode défavorables. Les seules hydrophytes observées sont des algues filamenteuses des genres *Cladophora* et *Rhizoclonium*, qui couvrent moins de 1% des points de relevés. L'éventuelle présence d'hydrophytes dans ce partènement avant ou pendant la phase d'exploitation n'est pas mentionnée dans la bibliographie.

#### 4.3.2.2.6. Les étangs de Rascaillan

Dans l'Etang du Grand Rascaillan, la profondeur moyenne aux points de relevés botaniques visités en 2010 était faible : environ 15 centimètres. Aucune plante hydrophyte vasculaire n'a été observée. Seules quelques rares algues Cladophores ont été notées sur l'un des 8 points échantillonnés.

Le pourtour de Rascaillan 1 était entièrement en eau dans la troisième décade de juin 2010 et 2011. La profondeur aux 2 points de relevés botaniques était de 8 et 30 cm. Aucun macrophyte n'a été inventorié sur les points de relevés prédéfinis et visités en 2010. De rares fragments de *Ruppie* spiralee, amenés par le vent sur les bordures sud du partènement, attestaient de la présence de cette espèce en quelques points de l'étang. En juin 2011, à l'occasion d'un second passage, quelques taches de 1 à 2m<sup>2</sup> de *Ruppie* spiralee et d'algues Cladophores ont en effet été notées sur la bordure sud (relevé PR1).

Le pourtour de Rascaillan 2 était entièrement sec en juin et juillet 2010, ainsi qu'à la fin de mai 2011. Aucune plante hydrophyte vasculaire n'a été observée.

Le maintien de salinités élevées dans le Grand Rascaillan explique vraisemblablement le faible développement actuel de macrophytes. A cette contrainte s'ajoute, pour les partènements de Pourtour Rascaillan 1 et 2, la succession d'assèchements et de mises en eau.



Selon Molinier & Tallon (1974), la Ruppie spiralee était très commune dans le Rascaillan dans les années 1950, alors que la salinité atteignait 60 à 80 ‰. Mais Verhoeven (1975, 1979) ne signale plus l'espèce dans ce secteur dans les années 1970.

#### 4.3.2.2.7. Les étangs du Vieux Rhône

##### Vieux Rhône Nord

Lors des prospections en 2011, les eaux du Vieux Rhône Nord sont apparues assez turbides, phénomène également remarquable sur les orthophotographies de 2003 et sur des photographies aériennes datant de mai 2010.

Les herbiers étaient très peu développés. La Ruppie spiralee y a été inventoriée sur 2 des 4 points de relevés botaniques prédéfinis, avec un recouvrement très faible, de l'ordre de 1%. Des algues Cladophores ont également été notées au sud de l'étang, en dehors des points de relevés. Le manque de transparence signalé plus haut, dont la cause n'est pas clairement identifiée (parmi les causes possibles figurent notamment les bioturbations liées à la présence de flamants roses en grand nombre, l'exposition au vent et la structure du sédiment) peut contribuer à expliquer la faible colonisation des fonds.

##### Vieux Rhône Sud

L'étang de Vieux Rhône Sud se caractérise également par des fonds particulièrement meubles et une profondeur maximale pouvant excéder 120 cm, même en été. Par contraste avec le Vieux Rhône Nord, le partènement de Vieux Rhône Sud est très végétalisé, avec un taux de recouvrement moyen par les hydrophytes dépassant 80%. Les plantes vasculaires n'y sont actuellement représentées que par la Ruppie spiralee, dont le recouvrement est estimé à 20% environ en moyenne. Quoique présente sur l'ensemble du partènement, l'espèce semble surtout abondante dans les zones où la profondeur n'excède pas 60 à 80 cm. Avec un recouvrement de 60% en moyenne, les algues dominent nettement le peuplement qui apparaît, pour ce groupe, plus diversifié que dans les autres partènements. Au côté des Cladophores dominantes, on note en effet la présence d'autres algues vertes des genres *Ulva* et *Monostroma* et de l'algue rouge *Polysiphonia sertularioides*. L'influence du milieu marin se traduit par une sur-salinité modérée et un brassage de la masse d'eau plus important. Il est probablement à l'origine de la plus forte diversité algale observée et du relativement bon état de l'herbier de Ruppie spiralee.

Des peuplements de Zostères indéterminées (*Zostera sp.*) furent signalés dans le Vieux Rhône à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle (Gourret, 1897). Des herbiers de Ruppie spiralee ont également été inventoriés, dans les deux partènements, entre les années 1950 et 1970 (Aguesse, 1960 ; Verhoeven, 1975, 1980).

Les herbiers de Zostères n'ont pas été retrouvés en 2010. La Zostère naine (*Zostera noltii*) est présente à proximité immédiate des partènements du Vieux Rhône, dans le Grau de la dent.

#### 4.3.2.2.8. Les étangs du Vaisseau

##### Vaisseau 1

En 2010 et 2011, le partènement de Vaisseau 1 était presque entièrement sec du printemps à l'automne au moins. La salinité mesurée au cours des rares phases d'inondation était comprise entre 32 et 90 ‰.

En l'absence d'eau lors des relevés, aucune hydrophyte n'a été inventoriée au niveau des points prédéfinis. En revanche, un herbier de Ruppie spiralee de quelques centaines de mètres carrés et présentant un recouvrement moyen de 30% à été noté au début de juillet 2011, au sud de l'étang, au niveau de la communication avec le Vaisseau 2 (relevé V0). Dans cette mare résiduelle, la profondeur était de 3 cm, tandis que la salinité atteignait 130 ‰. Le maintien de la Ruppie spiralee à une salinité aussi élevée est inhabituel. Cet herbier de Ruppie spiralee avait déjà été observé, sur une surface plus étendue, en juillet 2008.





## Vaisseau 2

Contrairement à Vaisseau 1, le partènement de Vaisseau 2 a été maintenu en eau en permanence en 2010 et 2011, la partie la plus au nord s'asséchant temporairement en été. La salinité atteignait 58 ‰ au sud et 62 ‰ au nord lors de la prospection du 22 juin 2011. Au début de juillet 2011, un taux de salinité de 88 ‰ a été enregistré au sud de l'étang. La profondeur au niveau des points de relevés allait de 50 à 90 cm. La transparence excédait 70 cm au sud mais ne dépassait pas 40cm au nord.

Des macrophytes ont été inventoriés sur les 8 points de relevés botaniques prédéfinis. Si le peuplement est apparu assez recouvrant (42% en moyenne), il s'est révélé constitué pour quatre cinquième d'algues Cladophores (35% de recouvrement). La Ruppie spiralée couvrait en moyenne moins de 7% des surfaces prospectées, 15 à 20% très localement au sud, où elle est globalement plus abondante qu'au nord. En maints endroits, les herbiers de Ruppie semblaient être très sévèrement concurrencés par les algues filamenteuses proliférant en leur sein ou formant un épais matelas à la surface de l'eau.

Fin juillet 1976, Guerlesquin & Podlejski (1980) avaient observé au Vaisseau la Ruppie spiralée, associée à des algues filamenteuses et à la Characée *Lamprothamnium papulosum*, laquelle formait alors un tapis continu et dominant sur le fond de l'étang, dans des eaux titrant 59g de sel par litre. La Ruppie spiralée fut également signalée dans l'étang en 1977 (Verhoeven, 1979). Le *Lamprothamnium papulosum*, probablement abondant dans les années 1970, n'a pas été retrouvé. Il est probable que l'augmentation de la salinité dans la deuxième moitié des années 1970 ait progressivement conduit à la disparition de l'espèce, qui requiert, pour germer, une concentration de sels totaux inférieure à 20 ‰ à la fin de l'hiver ou au début du printemps (Guerlesquin, op.cit.). A l'heure actuelle, la salinité doit très régulièrement dépasser 40 ‰ en hiver.

## Annexes hydrauliques au sud du Vaisseau 2

Le Vaisseau 2 comporte, le long de sa digue sud, de petites annexes hydrauliques temporaires, alimentées par les eaux pluviales et celles de l'étang principal, lorsque son niveau est très haut. Ce secteur a fait l'objet de prospections particulières. Lors de celle d'avril 2011, la profondeur au niveau des relevés botaniques était comprise entre 2 et 11 centimètres. Plusieurs dépressions étaient déjà sèches à cette période ; elles l'étaient toutes dès mai. La salinité était comprise entre 41 et 59 ‰. La transparence de l'eau excédait partout la profondeur.

Les prospections réalisées dans les annexes hydrauliques du sud de l'étang de Vaisseau 2, à la mi-avril 2011, ont permis d'y inventorier une station de la très rare Althénie filiforme. L'espèce croît dans un ensemble de petites dépressions situées au milieu de fourrés halophiles à salicorne vivace *Arthrocnemum glaucum*. La station découverte en 2010 (relevés V1 à V4) couvre environ 6000m<sup>2</sup>. Le taux de recouvrement de l'Althénie filiforme était très inférieur à 1% en moyenne, la plupart des zones en eau en étant totalement dépourvues. Les spécimens observés mesuraient de 1 à 6 cm de hauteur ; quelques-uns étaient fructifiés. Des proliférations d'algues Cladophores, largement dominantes, ont été notées sur l'ensemble des dépressions en eau. Il ne fait pas de doute que les baisses se sont asséchées en 2011 bien avant que la plupart des spécimens aient eu le temps de produire des fruits. Au printemps 2010 déjà, l'Althénie filiforme avait été observée dans ce même secteur, avec une Characée monoïque du genre *Tolypella*. La salinité, déjà très élevée en avril, et donc probablement limitante pour la germination, ainsi que la brièveté de la phase inondée, trop courte pour permettre la fructification de la plupart des spécimens d'Althénie filiforme ou des Characées halophiles, suggèrent que le statut de ces communautés en bordure sud de l'étang du Vaisseau est particulièrement précaire.

### 4.3.2.2.9. Les Sablons

Les Sablons étaient secs sur plus de 95% de leur surface lors de la prospection de début juin 2011. Tel était également le cas pendant tout l'été 2010 et la majeure partie du printemps 2011. La salinité, mesurée au 1er juillet 2011 dans une petite dépression proche de la brèche, correspondait naturellement à celle de la mer : 33 ‰. Etant données les conditions hydrologiques, aucune hydrophyte n'a été inventoriée au niveau des points de relevés botaniques prédéfinis. Au pied du phare, dans une mare déjà sèche lors de notre prospection de juin, s'est développé un petit herbier de Ruppie, trop dégradé pour être déterminé au niveau spécifique.



Avant l'endiguement des Sablons, la Zostère marine (*Zostera marina*) a été signalée par Gourret (1897). L'espèce n'a pas été retrouvée en 2011.

#### 4.3.2.2.10. L'étang de Beauduc

Lors des prospections de juin 2010 et juillet 2011, l'étang de Beauduc était en eau sur environ 80% de sa surface, les berges nord se trouvant très largement découvertes. Certaines zones se sont visiblement exondées une ou plusieurs fois au cours du printemps 2010, provoquant la dessiccation des herbiers en place, avant de se remettre naturellement en eau. Ce phénomène résulte du basculement du plan d'eau lors d'épisodes venteux ainsi que des entrées et sorties d'eaux marines par l'ancienne martelière située au sud de l'étang, qui induisent de brusques et importantes variations de niveau. La salinité mesurée de juin 2010 à juillet 2011 était comprise entre 31 et 53 ‰, la moyenne s'établissant autour de 40 ‰. L'étang de Beauduc est relativement profond. La profondeur au niveau des points de relevés botaniques prédéfinis variait de 0-3 cm au nord et au sud de l'étang, à 75 cm en son centre, avec une moyenne de 30 cm. Seul le point de relevé J17 était à sec lors des prospections. La transparence de l'eau était partout élevée, supérieure à la profondeur moyenne.

Des herbiers de Ruppie spiralee sont signalés dans l'étang de Beauduc depuis les années 1950 (Aguesse, 1960) et jusque dans les années 1970 au moins (Verhoeven, 1979). L'espèce y est toujours bien représentée en 2010. Il s'agit d'ailleurs de la seule plante vasculaire observée sur l'étang proprement dit. Présente sur 11 des 13 points de relevés, son taux de recouvrement moyen, à l'échelle du plan d'eau, est de l'ordre de 20% (1 à 70% selon les relevés). Les herbiers de Ruppie spiralee sont les mieux développés dans les zones de profondeur intermédiaire (15-30 cm) où ils sont moins qu'ailleurs soumis aux assèchements temporaires et à la concurrence algale. Les algues filamenteuses Cladophores dominent largement le peuplement, avec un recouvrement moyen atteignant 50% de la surface en eau de l'étang. Partout présentes, elles forment à l'ouest et au sud-est de l'étang des peuplements particulièrement étendus, pratiquement exclusifs, qui occupent tant la colonne d'eau que la surface, sous la forme d'un matelas continu et très épais. Dans ces secteurs de l'étang, le sédiment est de couleur noire, vaseux et très riche en eau, ce qui témoigne de l'accumulation régulière et déjà ancienne de matière organique, en lien avec la dégradation de l'importante biomasse végétale produite. Dans l'étang lui-même, mais en dehors des points de relevés prédéfinis, la rare Characée *Lamprothamnium papulosum* a été découverte sur 4 zones, localisée au centre-est du plan d'eau (relevés R1 à R4). Ces zones couvrent de très petites surfaces : 2 m<sup>2</sup> pour 3 d'entre elles et environ 10 m<sup>2</sup> pour la plus étendue. On dénombre sur chacune d'entre elles de quelques dizaines à un maximum de 150 pieds de Characées, se développant parmi les algues Cladophores. Le milieu colonisé se caractérise par une faible profondeur (25 cm en juin), des eaux très transparentes, un substrat à dominante sableuse, non réduit, assez portant. Il s'agit apparemment de petits hauts-fonds, qui s'assèchent très probablement en période estivale, occasionnellement au moins.

#### 4.3.2.2.11. Les mares temporaires des Montilles du Platelet

Au sud-est de l'étang, dans le secteur du Platelet, se trouvent de petites collections d'eau déconnectées du plan d'eau principal du point de vue hydraulique, une partie de l'année au moins. Elles en sont séparées par des montilles sableuses et, pour certaines, par de petits endiguements artificiels, érigés par les chasseurs pour retenir l'eau pendant la période de chasse. Outre l'érection de digues, les chasseurs ont ponctuellement pompé de l'eau de mer dans l'étang pour alimenter certaines de ces dépressions, lorsque les apports d'eau pluviale étaient jugés insuffisants pour la pratique de la chasse. Ces milieux très peu profonds sont strictement temporaires. Ils s'assèchent ordinairement entre le début du mois d'avril et le courant de celui de mai. Lors de nos prospections de mi-avril 2011, la profondeur au niveau des relevés botaniques que nous avons réalisés était comprise entre 4 et 20 cm. La salinité dans les dépressions en eau était de 36 ‰ (localement 38 ‰), soit près de 10 ‰ de moins que dans l'étang lui-même.

Les prospections spécifiques des printemps 2010 et 2011 ont permis d'inventorier plusieurs espèces vernalles, caractéristiques des associations du *Ruppion maritimae* et du *Charion canescentis* : l'Althénie filiforme, la Ruppie maritime, *Lamprothamnium papulosum* et *Tolypella hispanica*. Ces espèces se développent dans les dépressions peu profondes et également au milieu des fourrés halophiles momentanément inondés d'*Arthrocnemum glaucum* qui entourent les points bas. La station la plus au sud (relevés R7 à R12 et R15), la plus vaste, couvre environ 3000 m<sup>2</sup> le long de la piste séparant l'étang de



Beauduc de celui de Sainte Anne. Elle semble correspondre dans sa partie est à un emprunt creusé à l'occasion de la création de la piste. Seuls l'Althénie filiforme et le *Lamprothamnium papulosum* ont été inventoriés sur cette station. Le taux de recouvrement variait de 1 à 25% pour l'Althénie (13% en moyenne) et de 0 à 80% pour le *Lamprothamnium*. Les algues Cladophores, présentes sur tous les relevés, dominaient globalement le peuplement, avec un recouvrement de 10 à 80% (40% en moyenne). Les spécimens d'Althénie filiforme étaient sensiblement plus grands (jusqu'à 20 cm de hauteur) et bien mieux développés sur cette station que sur celle de l'étang du Vaisseau. Ceux de *Lamprothamnium* étaient également relativement grands (jusqu'à 6 cm) et portaient un grand nombre d'anthéridies et d'oogones. Les conditions de milieu semblent donc permettre aux espèces de maintenir une population viable. Il faut toutefois remarquer que la richesse de ces peuplements vernaux est faible en regard de ce qu'elle pourrait être (potentiellement 8 à 9 espèces d'hydrophytes) si la salinité était un peu plus faible et la durée de mise en eau légèrement plus longue, au printemps.

Un peu plus au nord, dans une mare temporaire de quelques dizaines de mètres carrés (relevé R14), de rares pieds d'Althénie filiforme et de Ruppie maritime ont été inventoriés. Pour cette dernière espèce, il s'agit de la seule station actuellement connue dans la zone d'étude.

En avril 2010, dans une dépression de la partie nord du secteur des montilles, quelques pieds de *Tolypella hispanica*, ainsi qu'une autre Characée, monoïque, du genre *Tolypella* avaient été découverts. Tout comme sur les bordures de l'étang du Vaisseau, l'assèchement très précoce de cette zone n'a pas permis à ces Characées de fructifier. En 2011, ces zones étaient déjà sèches début avril et aucune hydrophyte n'a pu s'y développer. La brièveté de la phase inondée dans ce secteur rend très aléatoire le maintien d'une population viable de ces espèces.

#### 4.3.2.2.12. L'étang de Sainte Anne

Avec son acquisition par le *Conservatoire du Littoral*, cet étang est demeuré en eau de façon permanente entre juillet 2010 et août 2011 au moins. Sa salinité, parmi les plus faibles à l'échelle du salin, a globalement oscillé au cours de cette période entre 30 et 50 ‰, cette dernière valeur semblant n'avoir été atteinte qu'à partir de juillet. La profondeur aux points de relevés botaniques variait de 35 cm au sud à 90 cm au nord. L'eau présentait partout une bonne transparence. Dans la partie nord de l'étang, les sédiments étaient argilo-vaseux, localement très noirs, tandis qu'ils étaient nettement plus sableux dans sa partie sud. Cette hétérogénéité dans la granulométrie des sédiments de Sainte Anne a été mentionnée par Gourret dès 1897.

En 2010, les macrophytes colonisent l'ensemble de ce partènement ; ils couvrent 85 à 100% des zones prospectées. Près des trois quarts du peuplement sont cependant constitués d'algues Cladophores et un peu plus d'un quart seulement de Ruppie spiralee, qui atteint ici ses niveaux d'abondance les plus élevés de la zone d'étude. La Ruppie spiralee est nettement plus couvrante dans les parties sableuses et peu profondes du sud de l'étang, tandis que les Cladophores ont tendance à proliférer sur les fonds vaseux et réduits du nord. Aux abords d'une brèche ouverte provisoirement par la mer au sud-ouest du partènement, on remarque la présence de quelques algues des genres *Ulva* et *Monostroma*. Le peuplement macrophytique de Sainte Anne se rapproche de celui du Vieux Rhône sud, contigu et dont il partage certaines caractéristiques : influence directe du milieu marin et sur-salinité modérée. La présence d'herbiers de Ruppie spiralee à Saint Anne était connue dans les années 1970 (Verhoeven, 1979).

#### 4.3.2.2.13. Etangs de Quarantaine

##### Quarantaine 1

Entre septembre 2010 et juillet 2011, Quarantaine 1 a séché à deux reprises (en octobre et en mars). Les salinités mesurées au cours de cette période se situaient dans une fourchette de 40 à 63 ‰, les valeurs supérieures à 50 ‰ étant atteintes en début été, c'est à dire pendant la période de plein développement de la végétation vivace. Au 1er juillet 2011, la salinité affichait un écart de plus de 20 ‰ entre la partie nord, plus salée (63 ‰ au point O14) et la partie sud du partènement (41 ‰ au point O16), du fait de la présence d'une barre sableuse les séparant du point de vue hydraulique en période de basses eaux. Lors de la prospection de fin mai 2010, la transparence, supérieure à 70 cm, excédait la profondeur maximale, alors qu'elle semblait être particulièrement faible sur les orthophotographies de 2003.



En 2010, des hydrophytes ont été trouvées dans la partie sud du partènement de Quarantaine 1, le tiers nord de l'étang semblant en être totalement dépourvu. Au point de relevé O14, le taux de recouvrement végétal était de l'ordre de 50%, dont 15% de Ruppie spiralee et 35% d'algues Cladophores.

## Quarantaine 2

Ce partènement a séché 2 fois au cours de l'hiver 2010/2011. Sa salinité était comprise entre 45 et 60 ‰ d'octobre 2010 à juillet 2011. Lors de la prospection de juin 2011, le partènement était en eau sur plus de 90% de sa surface, la salinité affichait 50 ‰ et la transparence excédait la profondeur du plan d'eau. Si aucune plante aquatique n'a été observée au point de relevé prédéfini de Quarantaine 2, une tache de Ruppie spiralee, d'environ 1m<sup>2</sup>, a été inventoriée dans la partie sud-ouest de ce partènement (relevé V5).

Quarantaine 2A, de surface très modeste, est un clos de transition asséché en hiver en période d'exploitation salinière (ce qui est toujours le cas en 2010 et 2011). Les salinités relevées ces deux dernières années étaient toutes comprises entre 55 et 70 ‰. Lors de la prospection botanique de juin 2011, l'étang était presque entièrement en eau et la salinité atteignait 69 ‰ ; les eaux étaient très transparentes. Aucune plante aquatique n'a été observée.

## Quarantaine 3

Ce partènement était en eau entre juin 2010 et juillet 2011 au moins. Au cours de cette période, sa salinité était comprise entre 57 et 90 ‰, la valeur de 70 ‰ ayant été atteinte ou dépassée au printemps. Seules quelques algues Cladophores ont été notées au point de relevé, ainsi qu'en quelques autres secteurs de l'étang.

La bibliographie disponible ne fait pas état de l'existence d'herbiers sur ces partènements pendant ou avant l'exploitation salinière. Les cartes publiées par Verhoeven (1979) laissent supposer qu'aucune Ruppia n'a été inventoriée dans ce secteur du salin dans les années 1970.

Les assèchements hivernaux pendant la phase d'exploitation et éventuellement encore après, associés à une salinité globalement élevée expliquent la pauvreté en hydrophytes des partènements de Quarantaine.

### 4.3.2.2.14. Montilles d'Arnaud

Ce partènement se trouvait entièrement en eau lors des prospections printanières de ces 2 années. La salinité a varié de 44 à 93 ‰ entre 2010 et 2011. Elle a atteint 57 ‰ pendant la période possible de développement de la végétation aquatique. L'eau de ce partènement est particulièrement turbide et le sédiment, très noir, est visiblement réduit. Que ce soit en 2010 ou en 2011, aucune plante aquatique n'a été inventoriée aux Montilles d'Arnaud.

### 4.3.2.2.15. Val agricola

En 2010 et 2011, Val agricola n'a été mis en eau que sporadiquement et jamais pendant la période de développement possible de la végétation aquatique. Ce clos était sec tant en juillet 2010 qu'en mai 2011. La salinité mesurée dans une flaqué résiduelle en juillet 2011 était très élevée : 120 ‰.

En raison des conditions de salinité et d'hydropériode, aucune hydrophyte n'a été inventoriée au niveau des points de relevés prédéfinis, en 2010 ou en 2011. Toutefois, au centre de Val Agricola, dans une cuvette située en aval de l'ancien déversoir, quelques spécimens de Zostère naine ont été découverts en 2010 (M. Thibault, *com. pers.*).





## 4.4. La faune benthique

### 4.4.1. Matériel et méthode

#### Echantillonnage

Le protocole d'échantillonnage a été adapté à partir du protocole standardisé de suivi de la macrofaune benthique mis en place sur les réserves naturelles du littoral Manche-Atlantique (RNF, 2009).

Une première session de prélèvements effectués à l'automne 2010 nous a permis d'ajuster l'effort d'échantillonnage au temps disponible pour l'étude. En particulier, nous avons évalué sur deux étangs (Fangassier et Sainte Anne), le nombre de carottes nécessaires par station d'échantillonnage pour parvenir à un plateau du nombre de nouvelles espèces détectées par carotte additionnelle. Cette analyse préliminaire a été effectuée à l'aide de la fonction *specaccum* du paquet *vegan* du logiciel R. Nous en avons conclu qu'un minimum de 10 carottes était nécessaire par station et qu'en combinant deux stations par étang, on obtiendrait une image relativement bonne de la communauté présente dans chaque étang.

Nous avons donc ensuite choisi 9 étangs représentant en 2010 des gammes de salinité et des modes de gestion différents :

- trois étangs atteignant de fortes salinités : Fangassier I, Fangassier II, et Briscon,
- trois étangs atteignant des salinités intermédiaires : Quarantaine II, Quarantaine III et Galabert II,
- trois étangs atteignant de faibles salinités : Sainte Anne, Vaisseau II, et Beauduc.

Les concentrations en salinité relevées en 2010 ne reflètent pas nécessairement les conditions de salinité des années précédentes. C'est le cas notamment de Galabert II, dont la concentration théorique estimée en période d'exploitation en 2008 était nettement inférieure à celles observées en 2010 et inversement pour Quarantaine III.

**Tableau 9** : Salinité en exploitation et après abandon de la production de sel des étangs échantillonnés.

	Salinité (en ‰ de sels totaux)	
	Concentration théorique en exploitation en période estivale – année 2008 (1)	Concentration en 2010 (2, 3)
<i>Etangs à forte salinité</i>		
Fangassier I	120-150	60-150 (janvier – Novembre 2010)
Fangassier II	120-150	10-160 (janvier – Novembre 2010)
Briscon	120-150	10-200 (janvier – Novembre 2010)
<i>Etangs à salinité intermédiaire</i>		
Galabert II	50-70	55 – 127 (juillet – novembre 2010) (2)
Quarantaine II	50-70	48 – 60 (septembre – novembre 2010) (2)
Quarantaine III	70-120	48 – 68 (octobre – novembre 2010) (2)
<i>Etangs à salinité modérée</i>		
Vaisseau II	45-50	43 – 50 (octobre – novembre 2010) (2)
Sainte Anne	45-50	30-50 (juillet – novembre 2010) (2)
Beauduc	45-50	33-53 (juillet – novembre 2010) (2)

(1) d'après Loquet P. (2008). Plan de gestion environnementale de l'Espace de Gestion Environnementale de Salin de Giraud. Première édition, 15/09/2008. Mémoire de fin d'étude d'agronomie, Compagnie des Salins du Midi et de l'Est

(2) Données PNRC

(3) Données Etat écologique initial

Pour chaque étang, deux stations suffisamment éloignées pour refléter la variabilité du plan d'eau (voir Carte 27) ont été choisies (à l'exception de Quarantaine III pour lequel une seule station a été échantillonnée) et localisées au moyen d'un GPS. Sur chaque station 10 carottes de 10 cm de diamètre et 15 cm de profondeur ont été prélevées. Chaque carottage était distant du précédent de 10 m en allant du bord de l'étang vers l'intérieur. Les carottes ont été conservées dans des sachets hermétiques. Les prélèvements sur des échantillons ont été effectués entre le 20/09/10 et le 06/10/10.

Les échantillons ont été tamisés le jour même ou le lendemain au laboratoire de la *Tour du Valat* sur une maille de 0.5 mm. Les éléments retenus par le tamis ont été conservés dans du formol dilué. Le tri et la détermination ont ensuite été réalisés et les spécimens ont été conservés dans l'alcool.

## Déterminations

Les déterminations se sont arrêtées à la classe, l'ordre, la famille, le genre ou l'espèce selon les cas.

La recherche de clés de détermination s'est avérée particulièrement longue et parfois infructueuse. Le spectre de familles couvert par l'étude est très large. Aussi, il nous a été difficile d'aller à l'espèce pour nombre de spécimens. Hector Rodriguez et Samuel Hilaire (*Tour du Valat*) ont validé la détermination des invertébrés, qui a reposé sur les clefs et ouvrages ci-dessous :

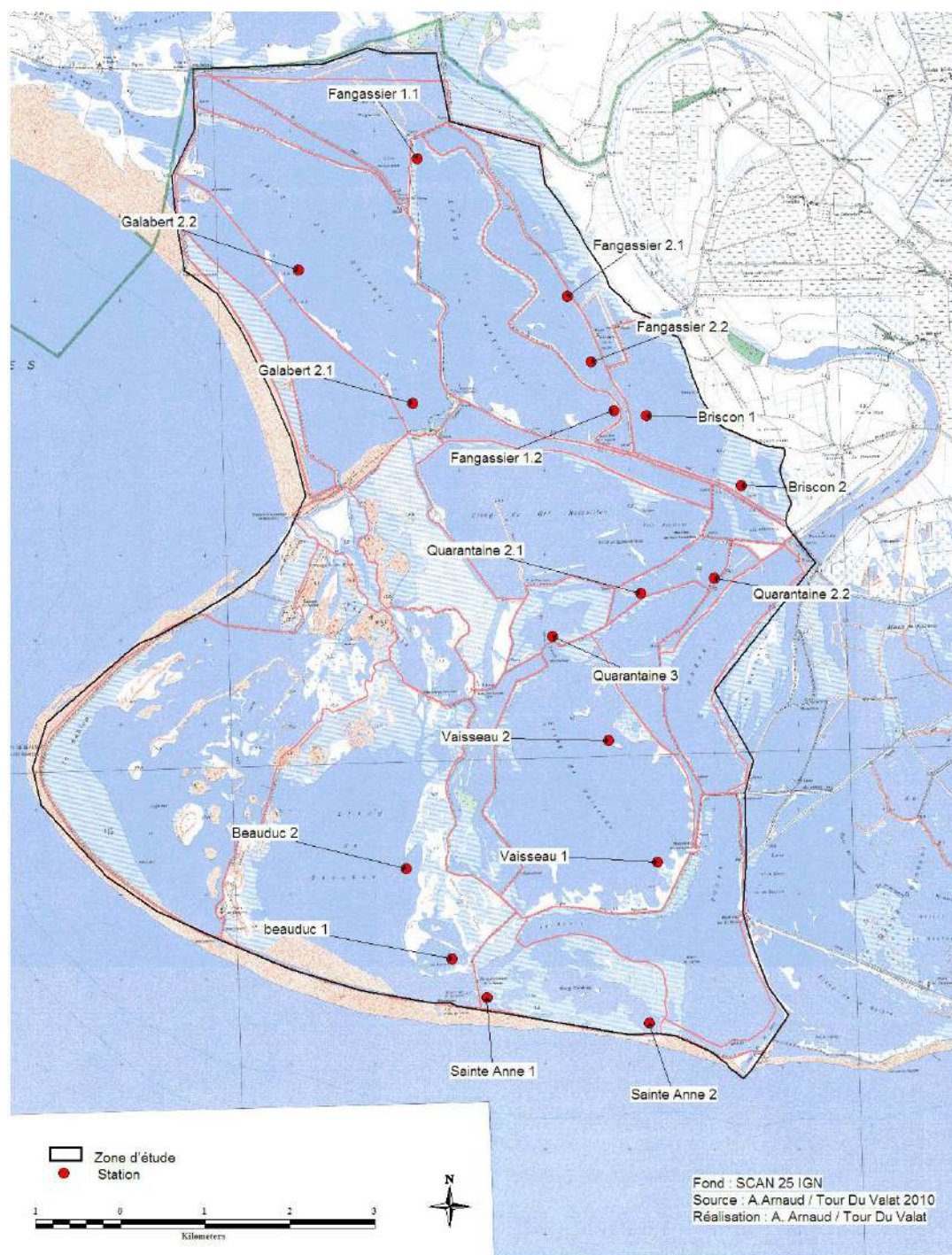
- Amoros C., 1984. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. Crustacés Cladocères. Bulletin de la société Linnéenne de Lyon 53 (3) : 72-107; 53 (4) :120-144.
- Chevreux E. & Fage, L., 1924. Amphipodes. Faune de France, Vol.9, 488pp
- Fauvel P., 1923. Faune de France, 5: Polychètes errants. Paul Lechavalier, Paris. 488pp.
- Fauvel P., 1927. Faune de France, 16: Polychètes sédentaires. Paul Lechavalier, Paris. 494pp.
- Meisch C., 2000. Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe. SüBwasserfauna von Mitteleuropa 8/3. Spektrum, Akad. Verl. Heilderberg-Berlin
- Pavon D., 2011. Mémento pour l'aide à la détermination des mollusques continentaux du département des Bouches-du-Rhône. Bulletin de la Société linnéenne de Provence, numéro spécial 15, 56 p. + XVI.
- Poppe T. G. & Goto Y., 1991. *European Seashells, Vol. I*. Verla Christa Hemmen Eds., 352p
- Poppe T. G. & Goto Y., 1993. *European Seachells, Vol II*, Verla Christa Hemmen Eds., 221p
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P., 2000. Invertébrés d'eau douce. Systématique, Biologie, Ecologie, CNRS Editions, Paris, 588 p.
- Tachet H., Bournaud M., Richoux P. & coll., 1980. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces. C.R.D.P., Ed. Lyon.

## Analyses statistiques

Nous avons calculé les moyennes d'abondance par m<sup>2</sup> par étang pour chacun des taxons identifiés. Nous avons évalué si l'échantillonnage était suffisant pour estimer la richesse (tous taxons considérés) d'un étang en combinant les données des deux stations (n=20 carottes) à l'aide de la fonction *specaccum* du paquet *vegan* du logiciel R.

Nous avons évalué la similitude des communautés trouvées dans chaque étang en utilisant une analyse de cluster hiérarchique (fonction *hclust* du paquet *vegan* du logiciel R) en s'appuyant sur une mesure moyenne de similarité (méthode « *average similarity* »).





Carte 27 : Localisation des stations d'échantillonnage du benthos prélevé en 2010.

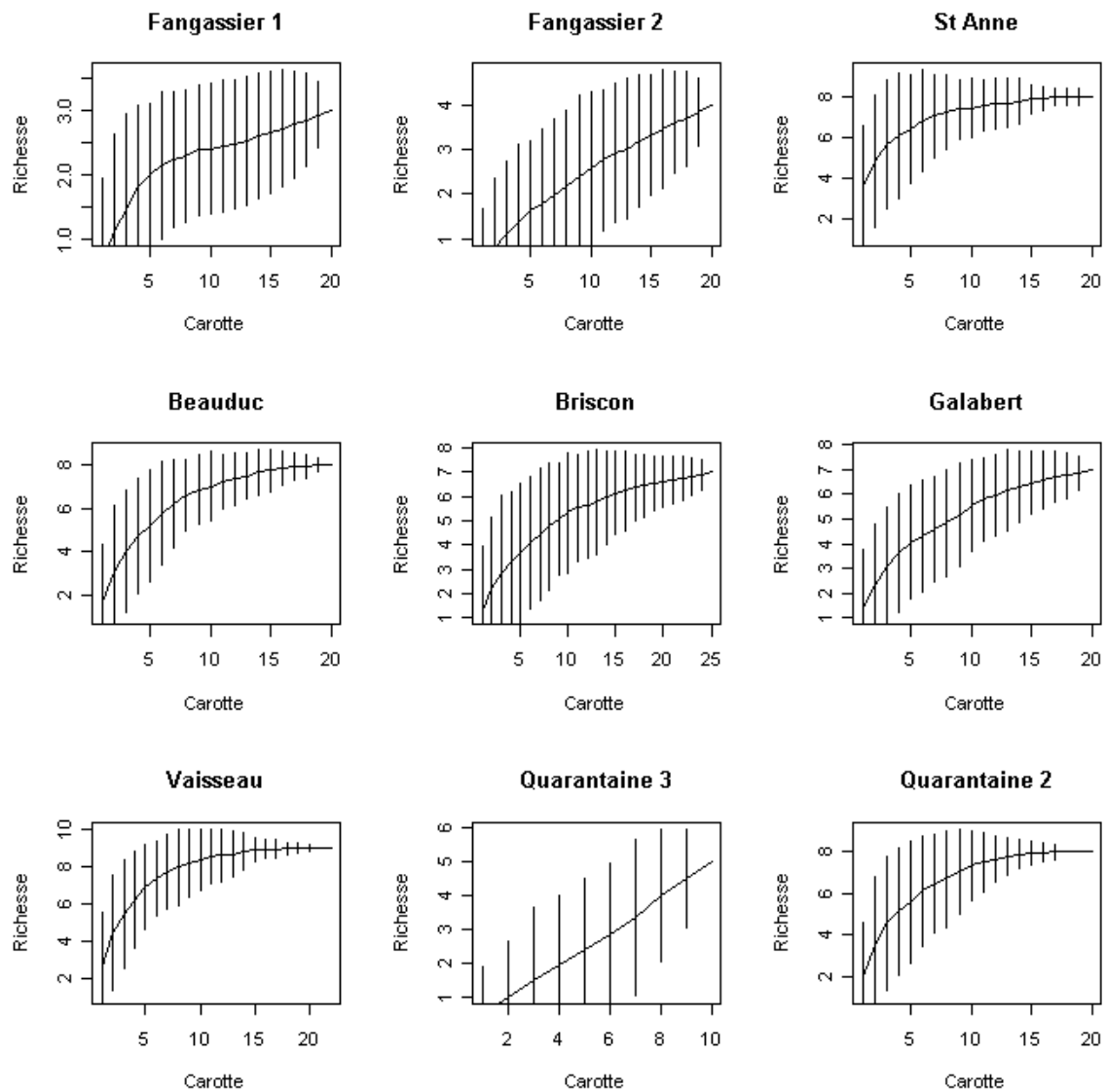
## 4.4.2. Résultats

### 4.4.2.1. Résultats généraux

Nous avons identifié un total de 21 groupes taxonomiques et nous sommes parvenus à en identifier 6 au niveau spécifique (Tableau 10).

Les analyses visant à vérifier que les 20 carottes constituent un échantillon suffisant pour caractériser la richesse spécifique des communautés présentes suggèrent une forte hétérogénéité de la structure interbassins (Figure 21). Si le nombre de carottes semble suffisant pour Saint-Anne, Beauduc, Brisco, Sainte Anne 1, Sainte Anne 2, Vaisseau 1, Vaisseau 2, Quarantaine 2.1, Quarantaine 2.2, Quarantaine 3, Fangassier 1.1, Fangassier 1.2, Fangassier 2.1, Fangassier 2.2, Galabert 2.1, Galabert 2.2, Beauduc 2, beauduc 1, Brisco 1, Brisco 2, Sainte Anne 1, Sainte Anne 2, Vaisseau 1, Vaisseau 2, Quarantaine 2.1, Quarantaine 2.2, Quarantaine 3, Vaisseau 2, Vaisseau 1, Beauduc 2, beauduc 1, Sainte Anne 1, Sainte Anne 2.

Vaisseau et Quarantaine II, sans doute proche de l'optimal pour Fangassier I et Galabert, il reste certainement insuffisant pour le Fangassier II et Quarantaine III (où il n'y a que 10 échantillons).



**Figure 21 :** Courbes de saturation des communautés d'invertébrés benthiques inventoriées pour les 20 carottes échantillonnées sur chacun des 9 étangs suivis.



**Tableau 10** : Densité ( $N/m^2 \pm$  erreur standard) des taxons identifiés sur chacun des étangs échantillonnés caractérisés par leur salinité et leur hydropériode.

Les salinités présentées dans le tableau sont celles au moment de l'échantillonnage et celles en exploitation (mois de Mai-juin). Lorsqu'un seul individu du taxon considéré a été rencontré sur l'ensemble des carottes de l'étang, l'erreur standard est égale à la moyenne.

Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	St Anne	Beauduc	Vaisseau	Quarantaine II	Quarantaine III	Galabert II	Fangassier II	Briscon	Fangassier I
Foraminifera					6 ± 6	–	–	–	–	–	–	–	–
Gastropoda	Cycloneritomorpha	Neritidae			6 ± 6	–	–	–	–	–	–	–	–
Gastropoda	Hypsogastropoda	Hydrobiidae	Hydrobia		286 ± 63	153 ± 53	127 ± 38	32 ± 18	–	–	–	–	–
Bivalvia	Mytiloidea	Mytilidae	Mytilus	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6 ± 6	–	–	–	–	–	–	–	–
Bivalvia	Eulamellibranchia	Serobiculariidae	Abra	<i>Abra ovata</i>	32 ± 16	–	–	–	–	–	–	–	–
Bivalvia	Veneroidea	Cardiidae	Cerastoderma	<i>Cerastoderma glaucum</i>	6 ± 6	–	–	–	13 ± 13	–	–	15 ± 8	–
Ostracoda	Podocopida	Cytherideidae	Cyprideis	<i>Cyprideis torosa</i>	477 ± 260	299 ± 109	46 ± 21	38 ± 26	13 ± 13	159 ± 49	–	15 ± 8	–
Oligochaeta					477 ± 236	51 ± 28	243 ± 80	668 ± 217	–	–	–	–	–
Polychaetae non identifiés					57 ± 27	–	–	–	–	–	–	–	–
Polychaetae	Phyllodocida	Nereididae	Nereis	<i>Nereis diversicolor</i>	134 ± 59	–	–	–	–	–	–	–	–
Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae			–	–	58 ± 20	13 ± 9	–	6 ± 6	–	–	–
Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphnia		–	–	–	–	–	–	6 ± 6	66 ± 21	32 ± 13
Insecta	Coleoptera				6 ± 6	6 ± 6	–	–	–	–	–	–	–
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	Berosus	<i>Berosus spinosus</i>	–	25 ± 12	29 ± 12	102 ± 52	13 ± 13	19 ± 10	–	–	44 ± 21
Insecta	Diptera non identifiés				–	19 ± 14	23 ± 14	19 ± 14	–	19 ± 10	6 ± 6	107 ± 38	6 ± 6
Insecta	Diptera	Dolichopodidae			–	–	11 ± 8	–	–	13 ± 13	–	–	–
Insecta	Diptera	Chironomidae			102 ± 36	32 ± 13	208 ± 53	153 ± 46	13 ± 13	76 ± 31	25 ± 12	10 ± 7	–
Insecta	Diptera	Ephydriidae			–	19 ± 10	17 ± 10	19 ± 10	13 ± 13	19 ± 14	–	–	–
Insecta	Diptera	Rhagionidae			–	13 ± 13	–	–	–	–	–	5 ± 5	–
Insecta	Diptera	Tipulidae			–	–	–	–	–	–	–	6 ± 6	–
Insecta	Diptera	Tabanidae			–	–	–	–	–	–	6 ± 6	6 ± 6	–
Richesse taxonomique					12	9	9	8	5	7	4	8	3
Salinité en exploitation					43	43	50	52	65	70	80	85	90
Salinité à la date de l'échantillon					40	44	43	49	49	61	115	70	115
Temporaire ou permanent					P	P	P	T	T	T	T	T	P
Saison assec								Hivernal	hivernal	hivernal	hivernal	estival	
N (taille échantillon)					20	20	22	20	10	20	20	25	20



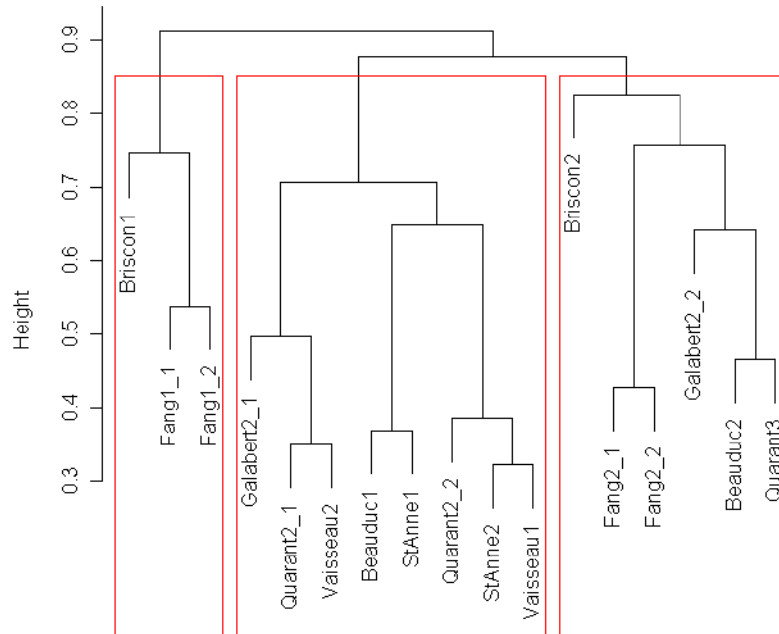
Même si l'impossibilité d'aller jusqu'à l'espèce cache certainement une grande partie de la richesse des communautés présentes, les deux Fangassier et Quarantaine III présentaient les communautés les moins diversifiées avec moins de 5 taxons détectés (Tableau 10). Ce résultat est toutefois à nuancer du fait que le nombre d'échantillons était limité à 10 carottes pour Quarantaine III et que pour cet étang et le Fangassier II, les courbes de richesse ne sont pas au plateau. Un échantillonnage plus poussé aurait peut-être permis de mieux décrire la communauté de ces deux étangs, qui est possiblement plus diversifiée qu'elle n'apparaît.

A l'opposé, Beauduc et Sainte Anne présentent les communautés les plus diversifiées avec 9 et 12 taxons respectivement.

En appliquant un clusterisation hiérarchique sur une matrice de dissimilarité des communautés d'invertébrés rencontrées sur chacune des stations des sites échantillonnés, on peut distinguer trois grands groupes de stations reflétant la variabilité inter-station (intra- et inter-bassins ; Figure 22).

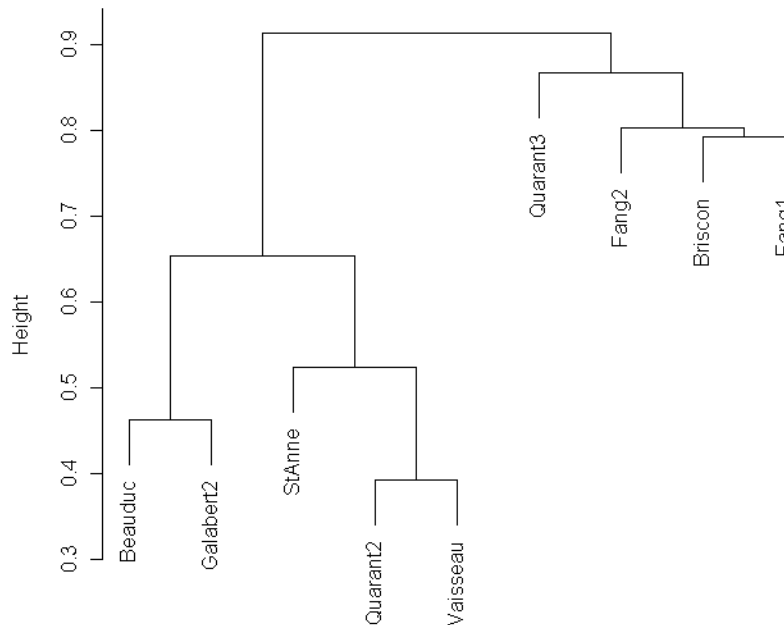
- A gauche, les deux stations très salées de Fangassier I et la station la plus salée et temporaire de Briscon. Il s'agit de stations pauvres à la fois en nombre d'espèces et en nombre de spécimens.
- Au centre, le grand ensemble des stations de type lagune. Il est intéressant de noter que Beauduc 1 et Sainte Anne<sup>1</sup> apparaissent comme apparentées. Ces deux stations sont toutes les deux situées au sud de ces deux étangs et sont donc fortement influencées par la mer. L'autre station de Sainte Anne, située de l'autre côté de l'étang, est plus proche des stations de Vaisseau et Quarantaine II.
- A droite on retrouve des stations parmi les plus salées telles que celles du Fangassier II, Quarantaine III, et la station 2 de Briscon. Il est logique de trouver ici Briscon<sup>2</sup> qui est une station de mise en eau permanente et située proche d'une arrivée d'eau. Il est cependant un peu plus étonnant d'y trouver également une station de Galabert et de Beauduc. Cela témoigne d'une grande variabilité intra-étang et peut se comprendre pour la station Beauduc 2 qui est peut être plus temporaire que Beauduc 1.
- Finalement la station 1 de Galabert 2 est située dans la partie sud de l'étang est dans le prolongement d'une communication hydraulique avec le Galabert 1 tandis que celle au nord est dans une situation plus confinée ce qui pourrait expliquer la différence de classification des deux stations de cet étang.

La variabilité intra-bassin peut donc être plus grande que celle inter-bassin du fait de conditions écologiques stationnelles, elles-mêmes parfois très différentes au sein d'un même bassin. La salinité et l'hydropériode sont certainement les facteurs clés. Le degré de confinement des lagunes augmente très significativement l'hétérogénéité spatiale des conditions écologiques et donc, des peuplements rencontrés.



**Figure 22** : Clusterisation hiérarchique des stations d'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques en 2010.

En appliquant cette même clusterisation hiérarchique à une matrice de dissimilarités des communautés d'invertébrés rencontrées sur chacun des étangs (en poolant les données des deux stations de chacun des étangs), on peut distinguer deux grands groupes d'étangs qui se séparent autour d'une salinité de 70 g.l-1 pendant l'exploitation du sel, exception faite de Quarantine III qui se retrouve avec les étangs les plus salés.



**Figure 23** : Clusterisation hiérarchique des communautés d'invertébrés benthiques en 2010.

## Résultats par espèces

Nous comparons ci-dessous le résultat de nos déterminations avec la littérature.

### Embranchement Mollusca

#### Classe Gastropoda

##### *Genre Hydrobia*

Il s'agit de gastéropodes mesurant moins de 10 mm. Plusieurs espèces avaient été répertoriées précédemment dans les salins notamment *Hydrobia acuta*, *Hydrobia procerula*, *Hydrobia ventrosa*, *Peringia ulvae* ou *Hydrobia ulvae* et *Auriculinella bidentata* (Montagu, 1808) noté sous le nom de *Leuconia bidentata*, avec pour ce dernier seulement une mention en 1964 (Marazanoff, 1964) dans le Vieux Rhône.

Nos résultats sont pour l'essentiel comparables à ceux obtenus lors des inventaires précédents, puisque nous n'avons trouvé et déterminé que des gastéropodes du genre *Hydrobia*. Toutefois il fut impossible d'aller jusqu'à la détermination spécifique sans utiliser des individus vivants.

Les gastéropodes du genre *Hydrobia* ont été signalés en 1977 dans le Vieux Rhône, l'étang des Sablons, l'étang du Vaisseau II, l'étang de Sainte Anne, et l'étang du Galabert (Verhoeven, 1980) et les Enfores de la Vignole. Nous ne les avons retrouvés que dans quatre étangs : Quarantaine II, Sainte Anne, Beauduc, et Vaisseau II. En dehors de l'étude, il nous a été donné d'en apercevoir en 2010 dans les étangs de Quarantaine I et Vieux Rhône sud. On peut penser qu'ils avaient disparu de Galabert au moment de nos inventaires, cet étang étant plus salé que pendant la phase d'exploitation salinière : mesuré jusqu'à 120 ‰ en 2010 contre 50-70 ‰ en 2008.

##### *Famille Naticidae ou neritidae juvéniles*

Nous n'avons pas trouvé de citations de ces familles sur le site dans la bibliographie. Il s'agit d'un spécimen non identifié. Ce gastéropode a été photographié et envoyé à D. Pavon (IMEP), spécialiste des mollusques des Bouches-du-Rhône, qui n'est toutefois pas parvenu à le déterminer. Il s'agit d'un gastéropode marin, probablement un juvénile, ce qui explique la difficulté d'identification.

##### *Famille Cyclopidae*

Les *Cyclopidae* ont été signalés par le passé dans l'étang du Vieux Rhône et le Grau des Figues (Aguesse & Bigot 1962). Il s'agit de gastéropodes marins qu'on peut s'attendre à trouver dans les étangs en lien permanent avec la mer. Il n'est donc pas surprenant de les retrouver dans l'étang de Beauduc. Deux coquilles vides en bon état ont été trouvées dans l'étang de Beauduc. Le bon état de conservation des coquilles laisse à penser que ces spécimens étaient vivants récemment.

D'autres espèces de gastéropodes signalées dans la littérature (Paulus 1949, Aguesse & Bigot 1962) n'ont pas été retrouvées dans notre étude. Il s'agit de *Gibbula magus* (Linnaeus, 1758) et *Calliostoma miliare* (Von Ihering, 1907), des espèces marines notée dans Beauduc, et d'*Oxyloma elegans* (Risso, 1826), une espèce d'eau douce que l'on devrait maintenant chercher dans les secteurs mis en eau par les eaux de drainage.

#### Classe Bivalvia

##### *Cerastoderma glaucum*

La Coque a été mentionnée dans les étangs du Fangassier (Aguesse & Bigot, 1962), de Galabert (Aguesse & Bigot, 1962), de Vaisseau (Britton & Johnson, 1987) du Vieux Rhône (Britton & Johnson, 1987) et de Beauduc (Paulus, 1949).

Nous l'avons retrouvée dans les échantillons de Sainte Anne, Quarantaine III et dans la partie la moins salée de l'étang de Briscon. Les individus récoltés étaient tous des juvéniles. On peut penser que les conditions écologiques ne permettent pas actuellement le développement de cette espèce dans Briscon.





L'espèce est également abondante dans l'étang de Quarantaine II où nous avons pu observer de nombreux individus vivants de grande taille en fin d'été alors que l'étang s'asséchait sans qu'aucun individu ne soit pour autant retrouvé dans nos échantillons. L'espèce était autrefois notée dans les étangs de Beauduc, Sainte Anne, vieux Rhône, Fangassier, Galabert, et Vaisseau II. Notre échantillonnage sous estime donc certainement la répartition de cette espèce plutôt tolérante à la salinité, mais dont la distribution hétérogène explique sans doute la sous représentation dans nos données.

#### *Abra ovata*

L'espèce avait été signalée par Britton & Johnson (1987) et Verhoeven (1980) dans les étangs de Galabert, Vieux Rhône et Sainte Anne.

Nous avons trouvé cette espèce exclusivement dans l'étang de Sainte Anne, et seulement sur la station en contact avec la mer, alors que l'espèce est connue pour être tolérante à des salinités plus importantes.

#### *Mytilus galloprovincialis*

Il s'agit d'une moule qui avait été observée par Gourret (1897) et Paulus (1949) dans les étangs en contact avec la mer.

Nous avons déterminé un individu dans l'étang de Sainte Anne, là encore dans la station proche de la mer. On peut noter que l'espèce est très abondante dans les enrochements et sur les moindres rochers, ouvrages ou piquets présents dans les étangs de Sainte Anne et de Beauduc.

D'autres espèces signalées dans la littérature (Paulus, 1959 ; Gourret, 1897 ; Paulus, 1949 ; Aguesse & Bigot, 1962, Britton & Johnson, 1987) n'ont pas été rencontrées durant notre étude. Il s'agit de plusieurs espèces marines, dont *Barnea candida* (Linné), *Anomia ehippium*, *Pholas dactylus*, *Tapes decussata*, *Tellina*, *Cerastoderma edule* et *Cardium siculum*. Cette dernière est notée dans plusieurs étangs du secteur : Vieux Rhône (au XIX<sup>ème</sup> siècle), Beauduc et Sainte Anne. *Ostrea edulis* a été observée sur le site mais pas dans les échantillons de benthos. Enfin, *Loripes lacteus*, espèce d'environnement marin ou mediolittoral n'a pas non plus été retrouvée dans nos échantillons.

Ces espèces pourraient pour la plupart se retrouver prochainement dans les étangs en contact direct et permanent avec la mer, à condition que les salinités n'atteignent pas des concentrations rédhibitoires.

### **Embranchement Arthropoda**

Classe Insecta

Ordre Diptera

Famille Chironomidae

Les chironomes sont des diptères dont les larves sont abondantes dans les étangs de Camargue. Ils sont abondamment cités dans la bibliographie. Nous les avons trouvés partout sauf dans le Fangassier I. Les sous familles présentes sont les Chironominae et les Orthocladiinae avec pour la première sous famille, les espèces suivantes signalées dans la littérature : *Chironomus salinarius*, *Microchironomus deribae*<sup>97</sup> et *Chironomus aprilius*<sup>98</sup>.

Pour la sous famille des orthocladiinae, les espèces signalées sont *Halocladus millenarius*<sup>99</sup>, *Orthocladus sp.* et *Halocladus varians*<sup>1</sup>.

<sup>97</sup> Taxon synonyme de *Leptochironomus paraderibae* (Laville et Tourenq, 1967)

<sup>98</sup> Taxon synonyme de *Chironomus halophilus*

<sup>99</sup> Taxon synonyme de *Halocladus stagnorum*



## Classe Insecta

### Autres diptera

D'autres larves de diptères ont été déterminées jusqu'à la famille. Nous avons retrouvé des spécimens de la famille des Ephydriidae, des Dolichopodidae, des Rhagionidae, des Tabanidae, et du genre *Pediciini*, ces trois dernières n'étant pas connues de la littérature pour le site. Peu de données existaient : Britton & Johnson signalaient des Dolichopodidae pour l'étang du Vieux Rhône, Aguesse & Marazanof signalent des Ephydrae au Fangassier. Enfin, des Stratiomyidae, (diptères inféodés aux zones d'eau douces), ont été notés par Verhoeven en 1977.

Nous avons également trouvé de nombreux restes ou fragments de diptères qui ne nous ont pas permis d'avancer plus dans la détermination. Nous les avons pris en compte car ils sont parfois en grand nombre dans les échantillons.

## Classe Insecta

### Ordre Coleoptera

Cinq espèces de coléoptères ont été signalées dans la littérature sur les salins de Giraud : trois espèces de la famille des Hydrophilidae, *Berosus spinosus*, *Enochrus bicolor* et *Enochrus melanocephalus*, et une de la famille des Dysticidae, *Nebrioporus cerisyi*.

Nous avons trouvé *Berosus spinosus* en très grand nombre et deux spécimens non déterminés de la famille des Hydrophilidae, les spécimens s'étant mal conservés. Les Hydrophilidae du genre *Enochrus* se retrouvent habituellement dans des eaux douces, et il est donc normal de ne pas les avoir rencontrés ici.

Nos déterminations nous ont également conduites à identifier un possible *Dryops* mais en l'absence de plus d'information sur ce genre dans la littérature, cela nous amène à être prudent quand à la détermination.

Enfin, on peut s'étonner de l'absence de *Nebrioporus cerisyi* qui semblait relativement commun dans les années 70 (Britton & Johnson 1987) notamment dans les étangs à forte salinité.

## Classe Ostracoda

Trois espèces d'Ostracodes sont signalées dans la littérature (Marazanoff, 1965), dont *Paradoxostoma intermedium* avec ce commentaire : « NaCl : 29g/litre<sup>100</sup>; présence de cette espèce serait liée aux apports d'eau de mer permanents pendant la période estivale pour alimenter le système des salins ». Pourtant, nous n'avons pas retrouvé cette espèce qu'on pouvait s'attendre à rencontrer dans les étangs directement en contact avec la mer, c'est à dire Sainte Anne et Beauduc.

Dans cette même publication, *Xestoleberis aurantia* (Baird, 1838) est noté dans l'étang du Fournelet. C'est la seule mention de l'espèce. Nous ne l'avons pas retrouvée mais sa présence est possible dans les zones de faibles salinités.

Enfin, *Cyprideis torosa* est signalé dans la littérature mais sans précision dans leur répartition dans les étangs (Britton & Johnson, 1987). C'est cette seule espèce que nous avons retrouvée dans tous les étangs à l'exception des Fangassier 1 et 2, les deux étangs les plus salés de notre système.

## Classe Branchiopoda

### Ordre Diplostraca

#### Famille Daphniidae

#### Genre Daphnia

Seuls des œufs ou ephippies de Daphnies ont été trouvés dans le benthos. Les adultes étant présents exclusivement dans la colonne d'eau. Les œufs ont été trouvés dans les zones les plus salées, c'est-à-dire les étangs du Fangassier 1 et 2, et la station de Briscon la plus salée. La bibliographie nous donne une large répartition des daphnies sur le site, mais cela est lié aux études de la colonne d'eau.

---

<sup>100</sup> Soit une salinité totale de 32 ‰

#### Classe Malacostraca

##### Ordre Amphipoda

##### Famille Gammaridae

##### Genre Gammarus

Deux espèces de Gammares sont signalées dans la littérature, *Gammarus aequicauda* et *Gammarus locusta*. Nous n'avons pas réussi à déterminer les individus récoltés. Les Gammares sont signalés dans la littérature (Britton & Johnson, 1987 ; Gourret, 1897 ; Schachter, 1949 ; Verhoeven, 1980) dans les étangs de Galabert, Sainte Anne, Vieux Rhône, Enfores de la Vignole. Dans notre étude, nous les avons retrouvés dans les étangs de Galabert 2, Quarantaine 2 et Vaisseau 2.

#### **Embranchement Annelidae**

##### Classe Oligochaeta

Les Oligochaeta sont une sous-classe des Annelidae. Les spécimens se conservent assez difficilement. Nous les avons trouvés dans tous les étangs échantillonnés présentant une salinité inférieure à 60 ‰.

Britton & Johnson (1987) notent la présence d'Oligochètes sans précision géographique. Verhoeven (1980) mentionne leur présence dans l'étang de Galabert, dans les stations de *Ruppia*, or il n'y avait pas d'herbiers dans les stations échantillonnées dans le Galabert. En revanche il subsiste encore des *Ruppia* ailleurs dans le Galabert.

##### Classe Polichaeta sédentaires

Tous les spécimens de cette classe proviennent de la station de Sainte Anne proche de la brèche entre l'étang et la mer. Britton & Johnson (1987) signalaient l'espèce également dans les étangs du Vieux Rhône, du Vaisseau et des Sablons dans une gamme de salinité de 30 à 86 g.l-1.

##### *Nereis diversicolor*

Il s'agit d'un vers de vase Polychète mobile relativement grand. Il a été signalé historiquement dans plusieurs étangs : Beauduc, Sainte Anne, Vieux Rhône, Vaisseau II et Galabert. Ici, nous ne l'avons trouvé que dans l'étang de Sainte Anne. Pour l'étang de Galabert, Verhoeven (1980) note là encore l'espèce dans les stations de *Ruppia*, absentes de nos échantillons. Pour Vaisseau, nous avons une référence de juillet 1978 (Britton & Johnson 1987). Nous ne l'avons trouvé que dans la station de Sainte Anne proche du bord de mer.

D'autres Polichètes sont signalés dans la littérature sans que nous les retrouvions durant l'étude. Il s'agit de *Perinereis cultrifera* mentionné seulement dans le Vieux Rhône au XIX<sup>ème</sup> siècle, et *Platynereis dumerillii* mentionné au XIX<sup>ème</sup> siècle dans le Vieux Rhône et dans l'étang de Beauduc.

#### **Embranchement Foraminifera**

Un individu de cet embranchement a été trouvé dans l'étang de Sainte Anne, dans la partie la plus proche de la mer. Ces organismes sont généralement de très petite taille et peuvent échapper à la maille du tamis.

### **4.4.2.2. Résultats par étangs**

#### **4.4.2.2.1. Le Galabert**

##### **Galabert II**

Grand étang toujours en eau jusqu'en 2009. Cependant, en 2010, une grande partie de l'étang s'est asséché en fin d'été. En 2010 La gamme de salinité mesurée était de 55 à 80 ‰, avec un pic à plus de 120 ‰ en août.

La communauté d'invertébrés benthiques retrouvée dans cet étang est cohérente avec les salinités mesurées. L'étang de Galabert est cependant l'étang qui marque le plus de changement avec les données historiques. En effet, Verhoeven, (1980) y notait la présence de plusieurs espèces souvent mentionnée dans les *Ruppia* (*Abra ovata*, *Nereis diversicolor*, *Polichètes*, *Cerastoderma glaucum*) que l'on n'a pas retrouvées.



**Tableau 11** : Résultats d'inventaire du benthos au Galabert.

Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	Densité (m <sup>-2</sup> )
Insecta	Diptera	Dolichopodidae			13 ± 13
Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae			6 ± 6
Ostracoda	Podocopida	Cytherideidae	<i>Cyprideis</i>	<i>torosa</i>	159 ± 49
Insecta	Diptera	Chironomidae			76 ± 31
Insecta	Diptera	Ephydriidae			19 ± 14
Insecta	Diptera				19 ± 10
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	<i>spinosus</i>	19 ± 10

#### 4.4.2.2.2. Le Fangassier

##### Fangassier I

L'étang du Fangassier I est l'étang le plus salé du secteur étudié. Il est toujours en eau mais lorsque certaines parties de l'étang s'assèchent, elles se couvrent d'une croûte de sel cristallisée. La hauteur d'eau varie de 35 à 75 cm pour une salinité habituellement comprise entre 60 et 160 ‰. Cet étang servait auparavant au groupe *Salins* pour le stockage des eaux dites « fortes » (très salée), été comme hiver.

La pauvreté de la communauté d'invertébrés benthique retrouvée dans cet étang s'explique bien par les fortes salinités mesurées (115 ‰ au moment de l'échantillonnage).

**Tableau 12** : Résultats d'inventaire du benthos au Fangassier I.

Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	Densité (m <sup>-2</sup> )
Insecta	Diptera				6 ± 6
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	<i>spinosus</i>	44 ± 21
Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>sp</i>	32 ± 13

##### Fangassier II

La salinité de l'étang varie de 20 à 150 ‰ et le niveau d'eau de 0 à 35 cm. Cet étang connaissait traditionnellement un assec en fin d'été et parfois durant l'hiver. C'est l'étang de nidification des Flamants roses ; les gestionnaires le mettent en eau chaque année pour cela, mais l'étang s'assèche naturellement assez vite du fait de sa faible profondeur. Lorsque l'étang faisait partie de l'exploitation salinière, il était mis en eau avec des eaux autour de 70 ‰, puis était asséché en fin de saison. L'étang pouvait accumuler les eaux de pluie en hiver. En 2010 la gestion de l'étang a été similaire aux années passées.

Comme pour le Fangassier I, la pauvreté de la communauté d'invertébrés benthique retrouvée dans cet étang s'explique bien par les fortes salinités mesurées (115 g.l-1 au moment de l'échantillonnage en 2010).

**Tableau 13** : Résultats d'inventaire du benthos au Fangassier II.

Classe	Ordre	Famille	Genre	Densité (m <sup>-2</sup> )
Insecta	Diptera	Chironomidae		25 ± 12
Insecta	Diptera	Tabanidae		6 ± 6
Insecta	Diptera			6 ± 6
Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	6 ± 6

#### 4.4.2.2.3. Briscon

L'étang de Briscon était traditionnellement mis en eau pour la production de sel et s'asséchait généralement en grande partie en fin d'été. Depuis son rachat par le *Conservatoire du Littoral*, il a été mis en eau seulement par les eaux de pluies. En 2000, la salinité de cet étang variait de 20 à 200 ‰ (cristallisation en août 2010).





Le cortège d'espèces est pauvre et s'explique certainement par la salinité très élevée. Il existe une différence nette entre la station située dans une partie temporaire de l'étang et l'autre station proche d'une martelière communiquant avec divers étangs des salins. Cette dernière station est plus riche en espèce alors que la première ressemble aux stations du Fangassier 1. Cela reflète l'hétérogénéité de l'étang qui est grand, avec des contrastes importants dans l'hydropériode d'un endroit à l'autre. Nous n'avons pas de données antérieures sur la macrofaune invertébrée de cet étang.

**Tableau 14** : Résultats d'inventaire du benthos à Briscon.

Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	Densité (m <sup>-2</sup> )
Bivavia	Veneroidea	Cardiidae	<i>Cerastoderma</i>	<i>glaucum</i>	15 ± 8
Ostracoda	Podocopida	Cytherideidae	<i>Cyprideis</i>	<i>torosa</i>	15 ± 8
Insecta	Diptera	Chironomidae			10 ± 7
Insecta	Diptera	Rhagionidae			5 ± 5
Insecta	Diptera	Tipulidae			6 ± 6
Insecta	Diptera	Tabanidae			6 ± 6
Insecta	Diptera				107 ± 38
Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>sp</i>	66 ± 21

#### 4.4.2.2.4. Le Vaisseau

##### Vaisseau II

L'étang du Vaisseau II est un des plus vastes étangs permanents du système. Les niveaux d'eau varient entre 20 et 60 cm. La salinité a varié en 2010 de 45 à 55 ‰. La variation est faible comparée aux autres étangs, mais le suivi de la salinité a commencé en septembre 2010 sur ce site..

Par rapport à la littérature, il faut signaler la disparition des *Nereis* et des polychètes sédentaires. Ces taxons avaient été notés pour une salinité de 44 ‰ en juillet ce qui est nettement inférieur aux valeurs relevées en 2010-2011 et pourrait donc expliquer leur disparition.

**Tableau 15** : Résultats d'inventaire du benthos dans l'étang du Vaisseau (partènement II).

Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	Densité (m <sup>-2</sup> )
Oligochaeta					243 ± 80
Gastropoda	Hypsogastropoda	Hydrobiidae	Hydrobia	<i>sp</i>	127 ± 38
Insecta	Diptera	Dolichopodidae			11 ± 8
Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae			58 ± 20
Ostracoda	Podocopida	Cytherideidae	<i>Cyprideis</i>	<i>torosa</i>	46 ± 21
Insecta	Diptera	Chironomidae			208 ± 53
Insecta	Diptera	Ephydriidae			17 ± 10
Insecta	Diptera				23 ± 14
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	<i>spinus</i>	29 ± 12

#### 4.4.2.2.5. L'étang de Beauduc

Entre juillet et octobre 2010, la salinité de cet étang était comprise entre 34 et 53 ‰. La hauteur d'eau varie de 40 à 80 cm. Cet étang n'était pas encore en communication permanente avec la mer lorsque les prélèvements d'invertébrés ont été effectués.

L'étang de Beauduc présentait une communauté d'invertébrés très différente de celle de Sainte-Anne. Les espèces marines n'étaient pas encore présentes dans le benthos au moment de l'étude. Le cortège d'espèce était plus proche d'étangs comme le Vaisseau ou le Galabert.

**Tableau 16** : Résultats d'inventaire du benthos dans l'étang de Beauduc.

Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	Densité (m <sup>-2</sup> )
Insecta	Coleoptera				6 ± 6
Oligochaeta					51 ± 28
Gastropoda	Hypsogastropoda	Hydrobiidae	<i>Hydrobia</i>	<i>sp</i>	153 ± 53
Ostracoda	Podocopida	Cytherideidae	<i>Cyprideis</i>	<i>torosa</i>	299 ± 109
Insecta	Diptera	Chironomidae			32 ± 13
Insecta	Diptera	Ephydriidae			19 ± 10
Insecta	Diptera	Rhagionidae			13 ± 13
Insecta	Diptera				19 ± 14
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	<i>spinosus</i>	25 ± 12

#### 4.4.2.2.6. L'étang de Sainte Anne

L'étang de Sainte Anne ne s'assèche pas et son niveau d'eau varie entre 50 et 90 cm. Les salinités étaient comprises entre 30 et 50 ‰ au cours des mois précédents les prélèvements. Cet étang était en communication presque permanente avec la mer au cours du premier semestre 2010.

Les échantillons prélevés dans l'étang de Sainte Anne se distinguaient nettement des autres étangs par la présence d'espèces marines et par la communauté la plus diversifiée du système.

**Tableau 17** : Résultats d'inventaire du benthos dans l'étang de Sainte Anne.

Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	Densité (m <sup>-2</sup> )
Gastropoda	Cycloneritomorpha	Neritidae			6 ± 6
Bivalvia	Mytiloidea	Mytilidae	<i>Mytilus</i>	<i>galloprovincialis</i>	6 ± 6
Foraminifera					6 ± 6
Polychaetae					57 ± 27
Polychaetae	Phyllodocida	Nereididae	<i>Nereis</i>	<i>diversicolor</i>	134 ± 59
Bivavia	Eulamellibranchia	Serobiculariidae	<i>Abra</i>	<i>ovata</i>	32 ± 16
Insecta	Coleoptera				6 ± 6
Oligochaeta					477 ± 236
Gastropoda	Hypsogastropoda	Hydrobiidae	<i>Hydrobia</i>		286 ± 63
Bivavia	Veneroidea	Cardiidae	<i>Cerastoderma</i>	<i>glaucum</i>	6 ± 6
Ostracoda	Podocopida	Cytherideidae	<i>Cyprideis</i>	<i>torosa</i>	477 ± 260
Insecta	Diptera	Chironomidae			102 ± 36

#### 4.4.2.2.7. Quarantaine

##### Quarantaine II

Une partie de l'étang s'assèche en fin d'été.

La salinité varie de 45 à 55 ‰ et les niveaux d'eau de 20 à 40 cm.

Nous n'avons pas de données historiques pour cet étang.

**Tableau 18** : Résultats d'inventaire du benthos à Quarantaine (partènement II).

Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	Densité (m <sup>-2</sup> )
Oligochaeta					668 ± 217
Gastropoda	Hypsogastropoda	Hydrobiidae	<i>Hydrobia</i>	<i>sp</i>	32 ± 18
Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae			13 ± 9
Ostracoda	Podocopida	Cytherideidae	<i>Cyprideis</i>	<i>torosa</i>	38 ± 26
Insecta	Diptera	Chironomidae			153 ± 46
Insecta	Diptera	Ephydriidae			19 ± 10
Insecta	Diptera				19 ± 14
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	<i>spinusus</i>	102 ± 52

### Quarantaine III

Une partie de l'étang s'assèche en fin d'été. La salinité varie de 48 à 77 ‰ et les niveaux d'eau de 20 à 60 cm.

Une seule station ayant été échantillonnée, dans une partie temporaire de l'étang, les résultats ne sont pas exploitables pour l'étang dans son ensemble.

**Tableau 19** : Résultats d'inventaire du benthos à Quarantaine (partènement III).

Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	Densité (m <sup>-2</sup> )
Bivavia	Veneroida	Cardiidae	<i>Cerastoderma</i>	<i>glaucum</i>	13 ± 13
Ostracoda	Podocopida	Cytherideidae	<i>Cyprideis</i>	<i>torosa</i>	13 ± 13
Insecta	Diptera	Chironomidae			13 ± 13
Insecta	Diptera	Ephydriidae			13 ± 13
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	<i>spinusus</i>	13 ± 13

#### 4.4.2.3. Conclusion

Les peuplements benthiques des étangs étudiés sont tous caractéristiques de milieux salés. On observe une certaine homogénéité sur l'ensemble des étangs, exceptions faites des étangs les plus proches de la mer (Sainte Anne) dans lesquelles on trouve des espèces marines et des partènements les plus salées (Fangassier I et II) qui sont plus pauvres en espèces. Les fortes salinités rencontrées dans une majorité des partènements constituent un facteur majeur de limitation de la richesse spécifique, avec seulement quelques espèces résistantes à ces très fortes salinités. L'étude nous permet également d'observer des changements par rapport aux observations réalisées avant les aménagements en salins. L'étang de Galabert II, plus salé qu'auparavant, s'est appauvri en espèces. L'étang de Sainte Anne a été reconnecté à la mer par des tempêtes et a partiellement retrouvé un cortège d'espèces marines, ce qui n'était pas le cas de l'étang de Beauduc au moment de l'étude.

Si l'étude nous renseigne sur la répartition des communautés d'invertébrés entre les différents bassins, elle nous apporte peu d'informations exploitables au niveau spécifique. Parmi les espèces qui n'ont pas été trouvées ou qui semblent sous représentées, *Abra ovata* et *Cerastoderma glaucum* sont certainement à rechercher dans d'autres étangs. Ces absences peuvent sans doute s'expliquer par un sous échantillonnage et/ou par des conditions écologiques plus difficiles qu'autrefois.

L'absence totale du coléoptère *Nebrioporus cerisyi* pourrait refléter sa disparition du site mais là encore un sous échantillonnage n'est pas à exclure. On pouvait également s'attendre à trouver une aire de répartition plus large pour *Nereis diversicolor* et pour les *Tubificidae*.

La recherche d'autres espèces de mollusques ou le suivi de l'évolution des mollusques peuvent être réalisés avec des techniques différentes, moins fastidieuses et plus ciblées. La capture d'individus plus grands et en plus grand nombre facilitera le travail de détermination.

Beaucoup d'espèces signalées dans la littérature mais absentes des prélèvements sont des espèces marines à rechercher dans les étangs de Sainte Anne et de Beauduc, étangs peu salés et en connexion plus fréquente avec la mer depuis 2010-2011.

Les changements actuels et attendus modifieront les communautés benthiques dans l'avenir. Déjà la reconnexion de l'étang de Beauduc à la mer a certainement été accompagnée du retour d'espèces marines. Les étangs du Fangassier, de Briscon et de Galabert II reçoivent des eaux douces en provenance de canaux d'irrigation et de drainage des rizières. En certains endroits des populations d'invertébrés propres aux eaux douces et peu salées ont dû apparaître. Les choix de gestion future détermineront également l'occupation des étangs et des partènements tels que ceux des Quarantaines dont les mises en eau restent actuellement dépendantes de la production salinière.

Cette première campagne de mesure devrait nous permettre dans une phase ultérieure de reconsidérer la stratégie d'échantillonnage tant en terme de nombre que de distribution spatiale des stations.





## 4.5. Les habitats et la flore terrestres

### 4.5.1. Matériel et méthode

Les objectifs de cette partie de l'étude étaient de définir un état initial de la végétation terrestre afin d'avoir un point de référence pour le suivi de la dynamique de la végétation et des espèces après le changement de gestion. L'absence d'études récentes sur la végétation terrestre du site à une échelle suffisamment précise pour répondre à nos objectifs a motivé le choix des activités réalisées en 2010 et 2011.

La nécessité de caractériser les habitats, d'évaluer leur surface et de connaître leur distribution spatiale actuelle a conduit à l'établissement d'une cartographie de la végétation au 1/5000<sup>ème</sup>, complétée par des relevés de végétations. Les relevés de végétation ont plusieurs objectifs : caractériser les associations végétales, inventorier les espèces présentes sur le territoire (inventaires généraux, espèces patrimoniales), justifier le classement en habitat des polygones cartographiés, alimenter une base de données géo-référencée, et éventuellement les utiliser ultérieurement pour le suivi à moyen et long terme de l'évolution spatiale et de la composition floristique de la végétation.

#### 4.5.1.1 Actions réalisées en 2010

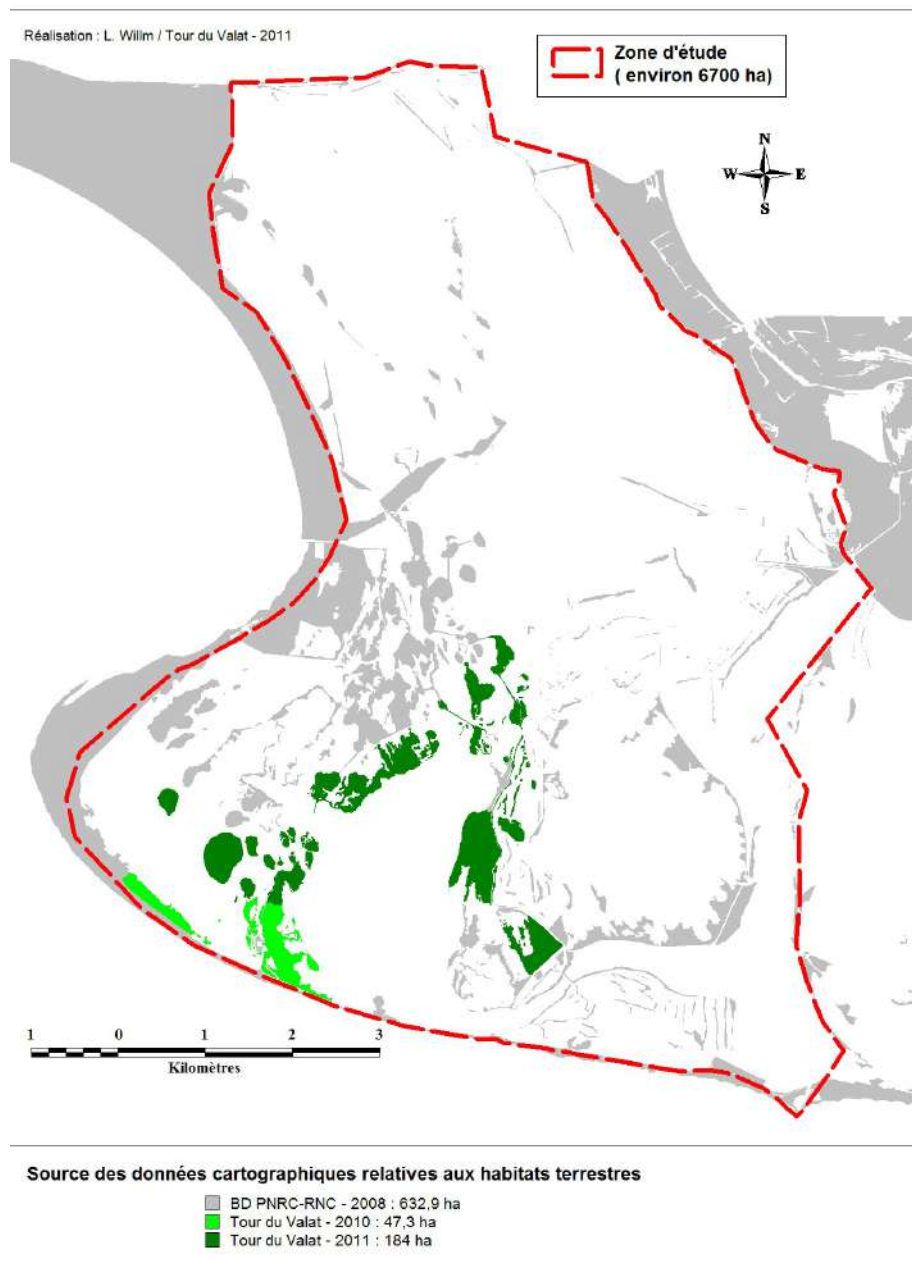
En 2010, une étude des habitats terrestres directement menacés par l'ouverture récente des brèches sur les digues sud de l'étang de Beauduc et des Sablons a été réalisée, sur une zone de 48 ha située en vis-à-vis des brèches autour du phare de Beauduc (Carte 28) ; elle a consisté à :

- cartographier sur le terrain la végétation à une échelle précise (1/1000<sup>ème</sup>) en traçant les polygones correspondant à la délimitation des habitats sur une image satellitale (Google Earth, 2004).
- effectuer des relevés floristiques permettant la caractérisation des habitats et la constitution d'une base de données géo-référencée.
- localiser les espèces protégées et estimer leurs populations.
- mettre en place des quadrats fixes (0.5 x 0.5 m) de suivi de la végétation, au nombre de 36, à des endroits particulièrement exposés aux changements environnementaux. Chaque quadrat est géo-référencé et matérialisé sur le site par deux piquets situés à deux de ses extrémités en diagonale. La lecture de la végétation est réalisée à l'intérieur d'une grille mobile de 0.5 x 0.5 m subdivisée en 25 sous-carrés de 10 x 10 cm où la présence de chaque espèce est notée.
- numériser les relevés de terrain.

#### 4.5.1.2 Actions réalisées en 2011

En 2011, l'état des connaissances sur le site a été complété par :

- Une cartographie de la végétation sur 180 ha supplémentaires (relevée sur le terrain au 1/5000<sup>ème</sup>), avec une attention particulière portée aux habitats Natura 2000 prioritaires (dunes à genévriers, pinèdes dunaires, steppes à saladelles) et aux végétations originales pour le site (bois d'ormes, de peupliers blancs, etc).
- La réalisation de nombreux transects géo-référencés (mais non systématiques) positionnant la succession des habitats le long des gradients topographiques et permettant de vérifier les limites des polygones cartographiés, et peut-être un jour de suivre leur évolution.
- La caractérisation des habitats cartographiés par des relevés floristiques effectués systématiquement dans les habitats observés le long des transects, ou en des points isolés.
- Le géoréférencement des espèces protégées observées.
- La numérisation et l'analyse des données de terrain recueillies.



**Carte 28** : Aires étudiées en 2010 (en vert clair) et 2011 (en vert foncé).

#### 4.5.1.3 La cartographie des habitats : outils et méthodes

*La télédétection : un outil peu adapté aux milieux dunaires camarguais*

La télédétection semblait a priori un bon moyen de réaliser un premier découpage approximatif des habitats dunaires des anciens salins. Cependant cette utilisation s'est rapidement avérée inadaptée. La résolution des images satellites à notre disposition était en effet insuffisante par rapport aux surfaces restreintes des habitats à cartographier : sur ces images un pixel représente une surface de 10m x 10m, or les habitats dunaires occupent des surfaces beaucoup plus restreintes, en particulier en raison de leur structuration en ceintures étroites le long du gradient topographique. De plus l'existence de plusieurs associations végétales

au sein d'un même habitat, présentant chacune un aspect différent, constituait une difficulté majeure pour le traitement de l'image.

*La carte des habitats du site Natura 2000 du Parc : une base de référence, peu à peu précisée et réactualisée*

Dressée à l'échelle du site Natura 2000 (site « CAMARGUE » FR 9301592 & FR 9310019) par le *PNRC*, la carte des habitats Natura 2000 a été réalisée en 2009 à une échelle insuffisamment précise pour les besoins de notre étude (*PNRC* et *RNC*, 2009). Cette carte, qui s'appuie sur la carte d'occupation des sols réalisée par la *SNPN* en 2006 (*SNPN*, 2006) et sur des prospections de terrain effectuées par le *PNRC*, constitue néanmoins une référence importante pour évaluer globalement la valeur patrimoniale des anciens salins. Elle nous a servi à orienter nos prospections de terrain en 2011, et constitue aujourd'hui le support de la numérisation de la cartographie réalisée en 2010 et 2011 : sur le fond numérisé de cette carte *PNRC*, les polygones sont effacés et retracés au fur et à mesure des révisions effectuées.

La carte de la végétation terrestre présentée dans ce rapport est donc constituée pour partie (626 ha) par la cartographie des habitats du site Natura 2000 et pour une autre (228 ha) par une cartographie plus précise réalisée en 2010 et 2011, et qui sera étendue ultérieurement aux périmètres de la végétation terrestre non encore révisés.

*La typologie des habitats.*

La plupart des habitats naturels du site étant d'intérêt communautaire, la typologie retenue est celle de la carte du site Natura 2000, c'est-à-dire celle de la Directive Habitats (DIRECTIVE 92/43/CEE, 1992 et CE DG environnement, 1999); elle est constituée d'un Code Natura 2000, et d'un libellé renseigné dans la carte du site Natura 2000 à un niveau très général. Pour les habitats naturels qui ne sont pas d'intérêt communautaire, le libellé Corine biotope est utilisé.

Habitats d'intérêt communautaire observés sur le site :

1140 Sables littoraux (plages)

1210 Laisses de mer

1310 Sansouires annuelles

1410 Prés salés

1420 Sansouires pérennes

1510 Steppes salées

2110 Dunes embryonnaires

2120 Dunes blanches

2190 Bas marais dunaires ou roselières dunaires

2210 Dunes grises

2250 Dunes à genévriers

2270 Pinèdes dunaires

2240 pelouses dunaires xériques (précédemment incluses dans l'habitat 2210 Dunes grises)

9540 Pinède à Pin d'Alep

Habitats non d'intérêt communautaire

- Fourré dunaire de Filaire

Les habitats soulignés n'étaient pas identifiés dans la carte des habitats du site Natura 2000. Parmi ceux-ci :

- Les pelouses dunaires xériques (code 2240) étaient incluses dans l'Habitat 2210 : Dunes grises.



- La pinède à Pin d'Alep (code 9540), habitat d'intérêt communautaire non prioritaire, était incluse dans l'habitat « Pinèdes dunaires » (code 2270), habitat prioritaire ; il est donc important de la différencier des autres pinèdes.
- Les bas-marais dunaires, qui avaient été assimilés à des prés salés, en ont été différenciés.

D'autre part,

- L'habitat 1410, qui désigne les prés salés méditerranéens à espèces vivaces, est appelé « Jonchaies » dans la carte du DOCOB ; il a été renommé « Prés salés » afin de prendre en compte les associations végétales autres que les jonchaies, rattachées à cet habitat et observées sur le site.
- Lorsque cela s'avérait justifié (surfaces trop petites pour être individualisées, intrication d'habitats en mosaïque), des croisements d'habitats, non identifiés jusqu'alors, ont été indiqués.
- Les peuplements d'ormes et de peupliers blancs n'ont pas été considérés comme relevant de l'habitat d'intérêt communautaire « Forêts galeries à Saule blanc *Salix alba* et à Peuplier blanc *Populus alba* » (code Natura 2000 : 92AO) comme ils le sont classiquement lorsqu'ils occupent des alluvions d'origine fluviales ; ils ont été rattachés au bas-marais dunaire (pour les bosquets de peuplier blanc ou noir), ou à la dune grise (pour les bois ou bosquets d'ormes), en relation avec la topographie et les espèces compagnes observées.



Bosquets de peupliers blancs et bois d'ormes à la Montille du Platelet. Photos N. Patry, 2011.

- Le seul habitat du site qui ne soit pas d'intérêt communautaire, le fourré très dense de Filaire, avait été classé en « dunes grises » dans la carte du DOCOB. Il a été distingué de cet habitat lorsque la flore dunaire avait complètement disparu, car il constitue une menace importante pour les habitats dunaires, dont certains (13 ha en 2011) sont entièrement colonisés par cette espèce, au point de rendre la dune impénétrable.
- L'habitat « Dunes grises » inclut l'habitat des pelouses dunales des *Malcolmietalia* (code 2230), en raison de l'impossibilité de cartographier cet habitat formant des mosaïques de quelques m<sup>2</sup> au sein des végétations de dunes grises.



## *L'étude sur le terrain*

Elle a nécessité 39 personnes-jours répartis essentiellement en juin et juillet 2010 et 2011.

### *La cartographie*

Sur le terrain les contours des différents habitats identifiés ont été tracés sur une photographie aérienne (prise de vue 2004) correspondant à la zone étudiée, à une échelle de travail au 1/5000.

Pour chaque habitat, l'espèce dominante et le niveau d'envahissement de la filaire ont également été notés. Pour évaluer cet envahissement le code d'abondance suivant a été utilisé :

0 : filaire absente

1 : filaire présente, non envahissante (recouvrement < 10 %)

2 : filaire bien présente, début d'envahissement (recouvrement compris entre 10 et 35 %)

3 : filaire dominante, fort envahissement (recouvrement compris entre 40 et 70 %)

4 : la filaire recouvre complètement ou presque complètement l'habitat d'origine qui n'est plus distinguable, d'une généralement impénétrable

### *Les relevés de végétation caractérisant les habitats*

Près de 700 relevés de végétation ont été effectués sur le périmètre d'étude (67 en 2010 et plus de 600 en 2011). Certains habitats (laises de mer, dunes blanches et embryonnaires ont été à ce jour encore peu explorés et ont fait l'objet de peu de relevés.

Sur le terrain, pour chaque relevé ont été notés la localisation géographique (GPS), les espèces indicatrices de l'habitat, et pour chaque espèce un coefficient d'abondance- (+ : très ponctuel, 1 : peu abondant, 2 : moyennement abondant, 3 : abondant : 4 : très abondant, 5 : recouvrement total).

### *Les transects*

Ils traversent les massifs dunaires de part et d'autre de manière à recouper les différents habitats. Le long des transects, le début et la fin de chaque habitat ont été géo-référencés à l'aide d'un GPS.

### *L'assemblage des données, et leur numérisation*

Les données recueillies en 2010 et 2011 ont permis de réactualiser une partie de la carte des habitats du site Natura 2000 réalisée par le PNRC sous MapInfo en 2009.

Les champs suivants de ce fichier ont été renseignés:

**AREA** : la surface en m<sup>2</sup> du polygone tracé.

**Surface\_HA** : la surface en ha de ce même polygone.

**C\_N2000** : le(s) code(s) Natura 2000 correspondant à son ou ses habitat(s).

**Prioritaire** : le caractère prioritaire (1) ou non (0) de cet habitat dans la directive.

**Typo** : le nom correspondant à le (ou les) habitat(s) selon la typologie choisie par le PNRC en 2008, complétée par la TDV. Cette typologie reprend l'information complète concernant le polygone en listant le (ou les) habitat(s) présents dans le polygone (y compris s'il s'agit de la filaire) par ordre de dominance.

A cette base de données un certain nombre de champs furent également ajoutés :

**Libellé\_carto** : il simplifie le nom précédent (Typo) en ne prenant en compte que l'habitat dominant sans considérer l'envahissement par la filaire. Pour les polygones non réactualisés, les champs Typo et Libellé-carto sont identiques.

**Source** : correspondant à l'origine des données, soit *PNRC-RNC* pour les données du parc récupérées, soit *TDV2011* ou *TDV2010* pour les données issues de la cartographie réalisée respectivement en 2011 et 2010.

**ModifsTDV2011** : signale par *oui* ou *non* si les données recueillies cette année modifient celles déjà existantes.



**ObservationsTDV2011** : signale, en cas de modification de la cartographie du parc, si cette transformation concerne un changement de la surface de l'habitat concerné (*Chgt surface*), de sa typologie (*Chgt typo*), ou des deux (*Chgt surface et typo*).

**Dates des relevés** : donne la date du relevé de terrain. Ceci est notamment important pour les habitats possédant un relevé de végétation précis, la date du relevé peut expliquer l'absence de certaines espèces en fonction de leur phénologie. Certaines espèces ne sont déterminables qu'à un certain stade de leur développement, notamment les espèces annuelles.

**Observateurs** : sont notés les initiales des personnes présentes lors des relevés de terrain.

**Esp\_caract\_et\_dom\_hab\_principal** : donne la ou les espèce(s) caractéristique(s) et/ou dominante(s) de l'habitat principal qui ont permis de donner un nom à l'habitat

**Esp\_caract\_et\_dom\_hab\_secondaire** : en cas de croisement d'habitats, ce champ donne la ou les espèces caractéristiques et/ou dominantes pour l'habitat secondaire.

**Esp\_compagnes\_hab\_principal** : le cortège d'espèces caractéristiques de l'habitat sera accompagné d'espèces plus courantes, non indicatrices de l'habitat principal, appelée espèces compagnes.

**Esp\_compagnes\_hab\_secondaire** : de même pour les espèces compagnes de l'habitat secondaire. Ces champs sont plus ou moins détaillés en fonction de la description réalisée sur l'habitat.

**Colonisation filaire** : le niveau d'envahissement de la filaire est noté selon le classement décrit précédemment avec un code de 0 à 4. Lorsqu'il est de 0 ou 1, la Filaire n'est pas citée dans le champ « Typo », par contre elle est citée en croisement d'habitats en dernière position lorsque le niveau d'envahissement est de 2, en première position comme habitat dominant lorsqu'il est de 3, et lorsqu'il est de 4, ce champ est uniquement renseigné par « Fourré dunaire de Filaire »

Exemple :

Champ "Colonisation Filaire"	Champ "Typo"
0	Dunes grises x Bas marais dunaires
1	Dunes grises x Bas marais dunaire
2	Dunes grises x Bas marais dunaire x Filaire
3	Filaire x Dunes grises x Bas-marais dunaires
4	Fourré dunaire de Filaire

**Espèces invasivesTDV2011** : lorsque des espèces invasives sont rencontrées elles sont notées dans ce champ.

**Remarques** : observations diverses sur l'habitat visant à mieux comprendre son fonctionnement ou son état.

**Echelle de travail** : (1/5000) pour la cartographie de 2011, et (1/1000) pour la cartographie de 2010, non renseignée pour la cartographie du DOCOB.

Ces champs devront être ultérieurement complétés par le code et le libellé Corine biotope.

Des analyses thématiques ont ensuite permis d'obtenir les cartes souhaitées en utilisant les champs correspondants.

#### *Les croisements d'habitats*

Alors que certaines unités de végétation présentent des contours nets, faciles à cartographier, d'autres au contraire s'imbriquent les unes dans les autres ou se superposent au niveau de leurs bordures. Les végétations des dunes en particulier forment de véritables mosaïques d'habitats ou se structurent en ceintures souvent étroites le long de gradients environnementaux liés à la topographie, tels que la nature du substrat, la ressource en eau disponible et la salinité ; il aurait donc été réducteur de ne prendre en compte que l'habitat dominant. En 2010 et 2011, des croisements ont donc été réalisés lorsque deux habitats coexistaient au même endroit sur des surfaces insuffisantes pour être cartographiées à notre échelle d'étude. Ces croisements permettent ainsi de conserver un maximum d'information. Ils sont renseignés dans le champ « TYPO » de la carte *MapInfo*. L'habitat dominant (le premier désigné) est toujours celui qui renseigne le champ « Libellé\_carto ».



Le plus souvent, les croisements d'habitats prennent en compte deux habitats. Pour deux secteurs seulement, trois habitats présents en mélange ont été pris en compte. Au total 37 classes différentes d'habitats ou croisements d'habitats ont été distinguées pour le champ « TYPO ».

Les principaux résultats de l'étude sont :

- **Une carte des habitats réactualisée et précisée sur 228 ha d'habitats terrestres**, soit 27 % de la surface actuelle en habitats terrestres du site (854 ha). L'augmentation du nombre de polygones cartographiés dans le secteur étudié en 2010 et 2011 traduit l'effort de précision recherché (Tab. 20). L'augmentation de la surface totale traduit la dynamique de la végétation terrestre depuis 2009 après diminution de la gestion active de l'eau.

**Tableau 20** : Effort de précision dans la zone révisée en 2010 et 2011.

	Révision 2010-2011	Version antérieure (2009)
Nombre de polygones cartographiés	588	142
Surface moyenne par polygone (ha)	0,4	1,5
Surface totale concernée	228	209,58

- **Plus de 600 relevés floristiques caractérisant la végétation** dans les secteurs réactualisés, en cours de saisie sous MapInfo sur les unités cartographiques.
- Un inventaire floristique du site.
- **Une localisation géo-référencée des espèces protégées** sur cette même surface (11 espèces observées).
- 36 quadrats de suivi « fin » de la végétation dans un secteur fortement exposé aux changements environnementaux, en vis-à-vis des brèches de l'étang de Beauduc et des Sablons.
- Une amélioration de la connaissance générale de la valeur patrimoniale du site et des enjeux de conservation.

## 4.5.2. Résultats

### 4.5.2.1. Les habitats

#### 4.5.2.1.1 Résultats généraux

Les habitats terrestres couvrent actuellement 854 ha, soit 12 % seulement de la surface des anciens salins (6503 ha) dont 88 % de la surface est occupée par des milieux lagunaires.

*Les habitats terrestres : une surface en évolution, difficile à appréhender au contact des lagunes (Tab.21)*

Dans les secteurs réactualisés en 2010 et 2011, la surface totale des habitats terrestres a augmenté de 18 ha. Des radeaux de sansouires pérennes et annuelles sont en effet apparus depuis 2009 sous l'action des changements environnementaux, en particulier au niveau de la brèche de l'étang de Beauduc (+ 11,4 ha), L'arrêt de l'exploitation salinière est en effet un facteur susceptible de favoriser l'augmentation des surfaces terrestres dans les milieux autrefois submergés par la gestion salinière.

**Tableau 21** : Evolution des surfaces terrestres depuis 2009, dans le secteur révisé.

Surfaces en ha	Surfaces révisées (2010-2011)	Surfaces initiales (2009)	Augmentation
révisé en 2010	47	35,58	11,42
révisé en 2011	181	174	7
<i>Totaux</i>	228	209,58	18,42

*La prépondérance des habitats dunaires (Tab.22)*

Sur le territoire des anciens salins, les habitats inféodés aux reliefs dunaires représentent la moitié de la surface des habitats terrestres, avant les sansouires annuelles et terrestres (40 %) et les plages et laisses de mer (10 %).

**Tableau 22** : Surface des habitats dunaires, des sansouires et des plages.

Habitats terrestres des anciens salins	Surface (en ha)	%
Habitats dunaires (incluant prés salés et steppes salées)	431	50
Sansouires (annuelles et pérennes)	333	39
Plages et laisses de mer	90	11
<b>Total</b>	<b>854</b>	<b>100</b>



**Tableau 23** : Liste des habitats terrestres dominants et leur surface

Code DH	Habitats dominants	S totale (ha)	S révisée en 2010-11 (ha)	S non révisée (ha)
	<u>Habitats dunaires</u>			
9540	Pinèdes à Pin d'Alep	2,9	2,9	0,0
2270	Pinèdes dunaires à pins mésogéens*	29,5	10,1	19,4
2250	Dunes à genévriers*	0,4	0,4	0,0
2240	Pelouses dunaires xériques	0,7	0,7	0,0
2210	Dunes grises	<b>171,8</b>	42,7	129,2
2190	Bas Marais dunaires	43,8	43,8	0,0
2190	Roselières dunaires	2,0	1,1	0,9
2120	Dunes blanches	53,4	0,3	53,1
2110	Dunes embryonnaires	9,9	0,0	9,9
1510	Steppes salées*	19,4	8,7	10,7
1410	Prés salés Fourrés dunaires de Filaire	84,3	10,1	74,2
	<u>Habitats halophiles</u>	13,2	13,2	0,0
1310	Sansouires annuelles	80,8	22,3	58,5
1420	Sansouires pérennes	<b>252,2</b>	71,7	180,5
1210	Laisses de mer	0,2	0,2	0,0
1140	Sables littoraux	90,1	0,0	90,1

Les habitats marqués d'un \* sont prioritaires dans la Directive Habitats.

Quinze habitats d'intérêt communautaire ont été cartographiés sur le site (Tab. 23) :

- Onze habitats sont inféodés aux reliefs dunaires et parmi eux trois habitats sont prioritaires pour la Directive Habitats
- Quatre sont des habitats halophiles : les sansouires (2 habitats), les Sables littoraux (plages), et les Laisses de mer.

Tous les habitats terrestres d'intérêt communautaire des espaces méditerranéens laguno-marins de France continentale, au nombre de 15, sont donc présents sur le site, avec une prépondérance en surface des sansouires pérennes (252 ha) et des dunes grises (171 ha)

Les fourrés dunaires de Filaire denses constituent un habitat hors Directive, colonisant principalement les bas-marais dunaires et les dunes grises.

*Localisation des habitats sur le site (cf. carte des habitats terrestres jointe au rapport).*

Si les sansouires pérennes et annuelles forment presque systématiquement des ceintures plus ou moins larges entourant les massifs dunaires, les plus grandes superficies s'observent à l'est du territoire, sur les bordures est des étangs du Vaisseau et du Rascaillan, où les habitats dunaires paraissent absents.

Les dunes blanches et embryonnaires sont présentes à proximité du littoral et dans le secteur de l'Homme de bois et les Cabanes des Sablons.

Les pinèdes dunaires occupent des dunes intérieures, et sont concentrées dans les parties nord-ouest de l'étang de Beauduc et nord-est de l'étang des Sablons, au sud du Val Agricola.

Les dunes grises sont bien développées dans le secteur Est de l'Homme de bois et dans le secteur du phare de Beauduc, mais sont aussi disséminées en nombreuses petits îlots de surface très variable, en particulier dans l'étang des Sablons et sur les montilles du Plateau.

Les bas-marais dunaires (et quelques roselières dunaires) occupent les creux inter-dunaires ou ceinturent les bas de pente des massifs dunaires ; ils sont particulièrement étendus dans le secteur du phare de Beauduc.

Les prés salés forment le plus souvent des ceintures étroites à la base des pentes dunaires, sous les bas-marais dunaires ; de grands secteurs de prés salés ont été cartographiés en 2008 dans et au sud-ouest du Val Agricola mais ces surfaces doivent être considérées avec prudence (voir habitat Prés salés).

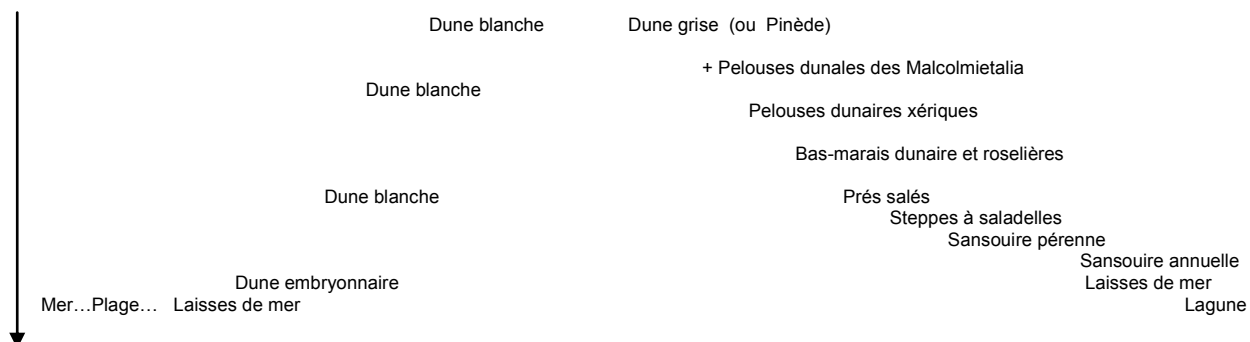
Les steppes salées (steppes à saladelles) sont très régulièrement présentes en contrebas des massifs dunaires en ceintures parfois très étroites situées le plus souvent entre la ceinture à pré salé et la ceinture de sansouire pérenne ou annuelle quand elle existe (mais parfois dans cette dernière sous forme de petites taches) ; elles peuvent parfois couvrir des surfaces plus importantes au sein ou au voisinage de complexes dunaires érodés.

Les sables littoraux constituent la plage.

Trois autres habitats d'intérêt communautaire (laisses de mer, pelouses dunaires xériques, dunes à genévriers) sont très localisés et occupent chacun dans l'état actuel de nos connaissances une surface totale inférieure à un hectare.

### *La succession topographique des habitats, entre mer et lagunes*

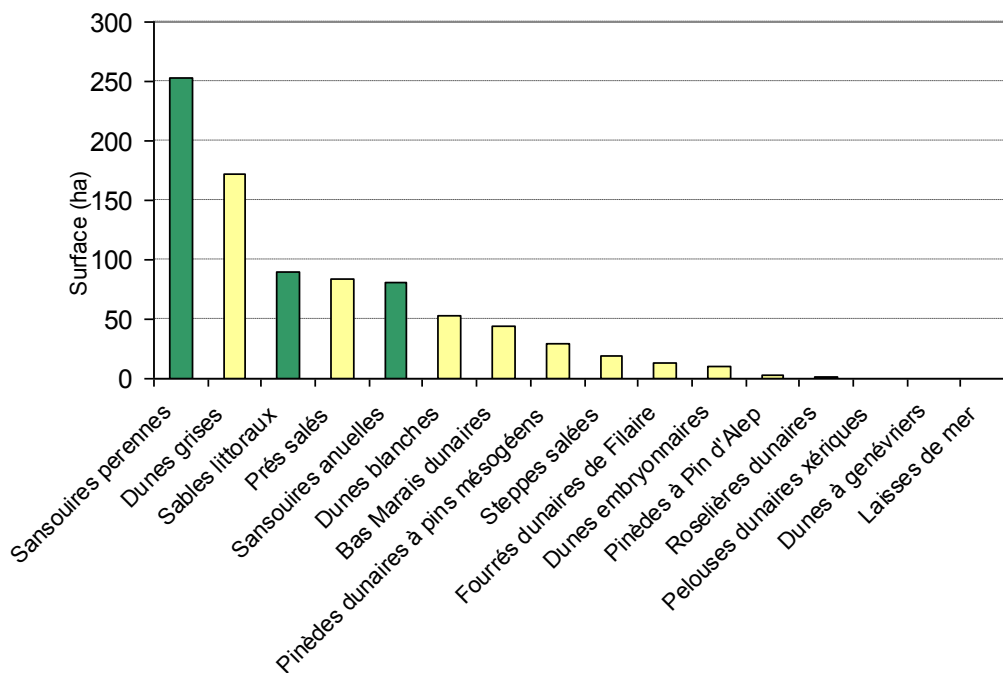
Les habitats se succèdent rapidement le long du gradient topographique depuis la mer jusqu'aux bordures des lagunes en passant par une dune littorale (Figure 24).



**Figure 24** : Schéma de succession des habitats le long d'un profil en travers des dunes littorales à Beauduc.

A l'intérieur des étangs, la succession des habitats ne varie pas ou peu avec l'orientation des dunes par rapport au rivage marin et il faut considérer que les groupements situés à gauche se succèdent à l'identique et symétriquement à ceux de droite (du sommet de la dune grise aux lagunes).

## La surface des différents habitats dominants



**Figure 25** : Habitats dominants de la zone d'étude par surface décroissante (en jaune les habitats dunaires, en vert les habitats non dunaires)

Les végétations des habitats dunaires totalisent la moitié de la surface des habitats terrestres (431 ha) (Figure 25). Les sommets et les pentes sont occupés par des végétations non ou très peu halophiles, qui constituent les trois quarts (318 ha) de la surface des dunes ; ces végétations sont xérophiiles sur les sommets et les hauts de pente (dune blanche 2120, dune grise 2210, pelouse xérique 2240, dunes à genévriers 2250, pinèdes dunaires 2270). Elles deviennent un peu hygrophiles au milieu des pentes et franchement hygrophiles dans les dépressions intra-dunales (code 2190), qui sont en contact prolongé avec la nappe d'eau douce de la dune. Les habitats dunaires à végétation halophile (dunes embryonnaires 2110, près salés 1410, steppes salées 1510) couvrent 113 ha ; ils ceinturent le bas des dunes et sont fortement influencés par les nappes salées marines ou lagunaires.

Les habitats halophiles (421 ha) occupent l'autre moitié des habitats terrestres du site

### Une typologie plus fine : les croisements d'habitats

Les croisements d'habitats permettent de rendre compte de végétations dont les surfaces sont trop exigües pour pouvoir être cartographiées à notre échelle de travail.

Trente-six sur les trente-sept habitats ou croisements d'habitats distingués (Tab. 24), relèvent de la Directive « Habitats ». Couvrant 841,2 ha de surface terrestre sur 854,4 ha, ils traduisent la richesse et la complexité de ce site.

**Tableau 24** : Les habitats et croisements d'habitats de la Directive (hors croisements Filaire) et leurs surfaces.  
 (\*) placé au niveau d'un nom d'habitat signifie qu'un habitat d'intérêt communautaire est considéré comme prioritaire dans les textes de la Directive Habitats

Code Natura 2000	Typologie des habitats de la Directive Habitats	Surfaces révisées en 2010-11	Surfaces non révisées	Surfaces totales
<b>9540</b>	<b>Pinèdes à Pin d'Alep</b>	2,9	0,0	2,9
<b>2270*</b>	<b>Pinèdes dunaires</b>	10,1	19,4	29,5
<b>2250</b>	<b>Dunes à genévriers</b>	0,4	0,0	0,4
<b>2240</b>	<b>Pelouses dunaires xériques</b>	0,6	0,0	0,6
2240 x 2210	Pelouses dunaires xériques x Dunes grises	0,04	0,0	0,04
<b>2210</b>	<b>Dunes grises</b>	37,8	129,2	166,9
2210 x 2190	Dunes grises x Bas-marais dunaires	4,0	0,0	4,0
2210 x 1410	Dunes grises x Prés salés	0,1	0,0	0,1
2210 x 2240	Dunes grises x Pelouses dunaires xériques	0,4	0,0	0,4
2210 x 2250*	Dunes grises x Dunes à genévriers	0,4	0,0	0,4
<b>2120</b>	<b>Dunes blanches</b>	0,3	53,1	53,4
<b>2110</b>	<b>Dunes embryonnaires</b>	0,0	9,9	9,9
<b>2190</b>	<b>Bas-marais dunaires</b>	25,5	0,0	25,5
2190 x 2240	Bas marais dunaires x Pelouses dunaires xériques	0,4	0,0	0,4
2190 x 2250*	Bas-marais dunaires x Dunes à genévriers	1,6	0,0	1,6
2190 x 2210	Bas-marais dunaires x Dunes grises	9,0	0,0	9,0
2190 x 2210 x 1410	Bas-marais dunaires x Dunes grises x Prés salés	0,4	0,0	0,4
2190 x 1410	Bas-marais dunaires x Prés salés	3,0	0,0	3,0
2190 x 1510	Bas marais dunaires x Steppes salées	1,4	0,0	1,4
2190 x 1410 x 2120	Bas marais dunaires x Prés salés x Dunes grises	2,5	0,0	2,5
<b>2190</b>	<b>Roselières dunaires</b>	1,1	0,9	2,0
<b>1510*</b>	<b>Steppes salées</b>	2,7	10,7	13,4
1510* x 2190	Steppes salées x Bas-marais dunaires	0,6	0,0	0,6
1510* x 1420	Steppes salées x Sansouires pérennes	5,3	0,0	5,3
<b>1420</b>	<b>Sansouires pérennes</b>	36,3	180,5	216,8
1420 x 1310	Sansouires pérennes x Sansouires annuelles	10,1	0,0	10,1
1420 x 1410	Sansouires pérennes x Prés salés	0,1	0,0	0,1
1420 x 1510*	Sansouires pérennes x Steppes salées	25,2	0,0	25,2
<b>1410</b>	<b>Prés salés</b>	5,6	74,2	79,8
1410 x 2190	Prés salés x Bas-marais dunaires	2,4	0,0	2,4
1410 x 2210	Prés salés x Dunes grises	0,8	0,0	0,8
1410 x 1420	Prés salés x Sansouires pérennes	1,3	0,0	1,3
<b>1310</b>	<b>Sansouires annuelles</b>	21,6	58,5	80,0
1310 x 1420	Sansouires annuelles x Sansouires pérennes	0,7	0,0	0,7
<b>1210</b>	<b>Laisses de Mer</b>	0,2	0,0	0,2
<b>1140</b>	<b>Sables littoraux</b>	0,0	90,1	90,1
		214,8	626,4	841,2



#### 4.5.2.1.2 Description des habitats Natura 2000 inventoriés et des fourrés dunaires de Filaire

##### Remarques préliminaires

Les habitats Natura 2000 du site et leurs formations végétales sont dans leur très grande majorité décrits dans le Cahier d'habitats « Habitats côtiers » (Bensettiti *et al*, 2004), à l'exception des pinèdes à Pin d'Alep décrites dans le Cahier d'habitats « Habitats forestiers » (Bensettiti *et al*, 2000) et des pelouses dunaires xériques décrites dans le Cahier d'habitats « habitats agro-pastoraux », tome 2 (Bensettiti *et al*, 2005). Quelques groupements végétaux d'habitats d'intérêt communautaire rencontrés sur le site ne sont pas cités dans les cahiers d'habitats mais ont été décrits par Molinier et Tallon (1970) et sont actés dans les fiches Natura 2000 du PNRC (PNRC, 2009 (2)).

Les groupements végétaux cités ont été observés uniquement sur les 228 ha étudiés en 2010 et 2011.

##### Les lasses de mer

Il s'agit de l'habitat « Végétation annuelle des lasses de mer » de la Directive « Habitats » (code 1210) et plus spécifiquement dans notre région, des « Lasses de mer des côtes méditerranéennes » (code 1210.3).

##### Milieu

Ils correspondent à la limite supérieure des plaines de vives-eaux ou encore, comme ici, aux bordures supérieures des lagunes ouvertes à la mer. Il s'agit de substrats sableux et salés, plus ou moins enrichi en débris coquilliers, leur pente est faible à nulle. La variabilité de cet habitat est liée à la granulométrie du substrat.

##### Végétation

Le groupement observé sur le site est l'association, très pauvre en espèces, à Soude et Cakilier (*Salsola kali-Cakiletum aegyptiacae*) dominé par le Cakilier (*Cakile maritima* subsp. *maritima*) et la Soude épineuse (*Salsola kali*).

##### Surface

Cet habitat, mobile et difficile à identifier (peut être sous-évalué), a pour l'instant été observé sur des surfaces dérisoires (0,16ha) sur le territoire étudié en 2011 (Tab. 25).

Tableau 25 : Typologie et surface des lasses de mer

C-Natura	Typologie habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
1210	Lasses de mer	0,16	0	0,16

##### Caractérisation par rapport au contexte camarguais

La végétation des lasses de mer est mal connue car mal identifiée en Camargue. Sur le site, elle doit être recherchée en particulier en avant-dune littorale.

##### Etat de conservation, et contexte camarguais

Impossible à évaluer en l'état de nos connaissances sur cet habitat, à l'échelle du site et de la Camargue.



## Les sansouires annuelles

Elles correspondent aux « Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses » de la Directive « Habitats » (code 1310) et plus précisément aux « Salicorniaies des prés salés méditerranéens » (code 1310.3).

### Milieu

Ces habitats « amphibies » couvrent en été les bordures hautes des lagunes ; plus rarement, elles colonisent des dépressions de petite taille (quelques hectares) bordées de sansouires pérennes.

La végétation constitutive de cet habitat émerge du printemps à l'été après une période d'inondation plus ou moins longue, sur substrat encore humide, à des dates qui dépendent de la topographie, du fonctionnement hydrologique du site, en relation avec les conditions climatiques de l'année (pluies, tempêtes marines favorisant l'entrée d'eau de mer par les brèches...).

L'extension des sansouires annuelles peut varier d'une année à l'autre en relation avec les conditions climatiques de l'année. Aux dates où ces habitats ont été cartographiés en 2010 et 2011 (juin/ juillet), leur émergence n'était pas complète et a d'ailleurs fortement évolué en quelques semaines entre le début et la fin des prospections. Leur développement est maximal en fin d'été (septembre). La présence et le recouvrement de ces habitats est également tributaire de l'existence d'une banque de graines et des dormances éventuelles de tout ou partie des semences.

### Végétation

Leur végétation herbacée est basse, ouverte, et ne présente qu'une seule strate généralement dominée par une, rarement plusieurs (2 voire 3 ?), espèces de salicornes annuelles au recouvrement variable.

Les salicornes annuelles n'ont pas été déterminées jusqu'à l'espèce du fait de leur développement tardif (inflorescence requise), de la difficulté de leur détermination à l'état végétatif, et du manque de consensus taxonomique en Camargue. Néanmoins les deux espèces annuelles classiquement rencontrées en Camargue sont la Salicorne d'Emeric (*Salicornia emerici*) et la Salicorne étalée (*Salicornia patula*). La Salicorne d'Emeric colonise les vases salées des cuvettes longuement inondées ; la Salicorne étalée, associée à la Soude maritime (*Suaeda maritima*), colonise des zones où le sol, décapé, est susceptible d'un réel assèchement en été. Une autre salicorne annuelle a été observée, très différente des deux précédentes par son port rampant recouvrant complètement le sol nu, et semble devoir être rattachée au taxon *Salicornia appressa* (ancien nom : *S. ramosissima*).

### Surface

Surfaces en habitat pur ou dominant (en ha)

Tableau 26 : Typologie et surfaces des sansouires annuelles

C-Natura	Typologie habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
1310	Sansouires annuelles	21,58	58,45	80,03
1310 x 1420	Sans. annuelles x Sans. pérennes	0,74	0	0,74
	Total	22,32	58,45	80,77

Les sansouires annuelles constituent un habitat secondaire au sein des sansouires pérennes (10,7 ha).

### Etat de conservation

Très bon état de conservation, habitat en extension



### Le contexte camarguais

Les grandes sansouires annuelles sont tributaires des systèmes lagunaires à fonctionnement naturel. Elles sont présentes en Camargue essentiellement en bordure des étangs inférieurs du système Vaccarès, et dans les anciens salins. Elles constituent donc un enjeu de conservation important sur le site.

## Les prés salés

Ils correspondent aux prés salés méditerranéens du cahier d'habitats côtiers (sous-habitats 1410.1 et 1410.2).

### Milieu

Sur les pieds des dunes intérieures, ou des arrière-dunes littorales, lorsque la nappe d'eau douce de la dune vient au contact de la nappe salée lagunaire, s'installent des végétations de prés salés dunaires ; elles forment le plus souvent des ceintures étroites autour des massifs dunaires, mais occupent parfois également des creux profonds à l'intérieur des dunes.

### Végétation

Les associations psammophiles de prés salés suivantes ont été rencontrées :

- l'association à Jonc piquant (*Juncus acutus*) et Choin noircissant (*Schoenus nigricans*) (*Juncus acuti-Schoenetum nigricantis*),
- l'association à Plantain charnu (*Plantago crassifolia*) et Choin noircissant (*Schoenus nigricans*) (*Schoeno nigricantis-Plantaginetum crassifoliae*)
- l'association à Saladelle de Narbonne (*Limonium narbonense*) et Carex lâche (*Carex extensa*) (*Limonio narbonensis-Caricetum extensae*).
- l'association à Saladelle de Narbonne et Armoise maritime (*Artemisia caerulescens* subsp. *gallica*) (*Limonio narbonensis-Artemisietum caerulescentis*)

Des végétations de prés salés plus communes, très présentes à l'intérieur de la Camargue, ont également été observées sur les pieds de dunes sableux :

- un groupement à Jonc maritime dominant (*Juncus maritimus*), souvent accompagné par le Chiendent du littoral (*Elytrigia atherica*), la Saladelle de Narbonne (*Limonium narbonense*) ou le Jonc piquant (*Juncus acutus*), et très ponctuellement par *Aeluropus littoralis*. Lorsque le Jonc maritime est accompagné par le Choin, il s'agit alors d'une association de bas-marais dunaire.
- Un groupement à *Elytrigia atherica* dominant.

Les prés salés constituent l'un des deux principaux habitats du Chiendent allongé (*Elytrigia elongata*), protégé au niveau régional (PACA).



Tableau 27 : Typologie et surfaces des prés salés

C-Natura	Typologie habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
1410	Prés salés	3,52	74,22	77,74
1410 x 2190	Prés salés x Bas marais dunaires x Filaire	2,33		2,33
1410 x 2210	Prés salés x Dunes grises	0,33		0,33
1410 x -	Prés salés x Filaire	1,55		1,55
1410 x 1420	Prés salés x Sansouires pérennes	1,31		1,31
- x 1410	Filaire x Prés salés	0,51		0,51
- x 1410 x 2190	Filaire x Prés salés x Bas marais dunaires	0,09		0,09
- x 1410 x 2210	Filaire x Prés salés x Dunes grises	0,43		0,43
	Total	10,07	74,22	84,29

La surface en prés salés dans le secteur non révisé en 2010-2011 paraît importante (Tab. 27), mais elle est amenée à diminuer car une partie des surfaces cartographiées dans le DOCOB recouvrent en fait actuellement des habitats variés : steppes salées, dunes fixées, sansouires, en particulier au niveau du Val Agricola et de l'Homme de Bois.

En habitat non dominant, les prés salés participent à différents croisements d'habitats couvrant 5,7 ha situés dans la zone révisée : avec les bas-marais dunaire (3 ha), avec les dunes grises (0,14 ha), avec les bas-marais dunaire en croisement avec les dunes grises (2,54 ha) et avec les sansouires pérennes (0,12 ha)

#### *Etat de conservation*

L'état de conservation est actuellement bon en regard de la diversité des groupements végétaux observés et de la surface couverte. La durée d'assèchement plus longue des lagunes suite à l'arrêt de l'activité salicole pourrait néanmoins modifier rapidement cet habitat. La colonisation par la Filaire est à surveiller.

#### *Le contexte camarguais*

Les prés salés dunaires montrent une forte originalité par leur végétation à caractère littoral et psammophile, qui les distingue des prés salés sur substrat argilo-limoneux, très communs en Camargue. Ils couvrent sur le reste de la Camargue des surfaces de quelques dizaines d'hectares, autour des Rièges et dans le secteur littoral des propriétés départementales et de la Réserve Nationale. Ils constituent donc un fort enjeu de conservation.

### **Les sansouires pérennes**

Elles désignent les « Fourrés halophiles méditerranéens » (1420.2) du Cahier d'habitats « Habitats côtiers » (Bensettiti *et al.*, 2004).

#### *Milieu*

En bordure des lagunes, la durée d'inondation diminue avec l'élévation du substrat, et les sansouires annuelles laissent alors place à des étendues plus ou moins importantes de fourrés de salicornes vivaces constituant l'habitat des sansouires pérennes, si typique de Camargue. Elles peuvent former de grands radeaux, ceinturer étroitement les dunes, ou coloniser des bourrelets d'accumulation de matériaux lagunaires, ou de matériaux dunaires transportés par le vent.



## Végétation

Cet habitat est dominé par des buissons de salicornes vivaces - au nombre de 3 espèces en Camargue - qui donnent leur physionomie aux 3 grands types de sansouires pérennes :

- *Sarcocornia fruticosa* est l'espèce la moins hygrophile ; peu étendue sur le site, elle couvre le plus souvent d'étroits bourrelets, avec une forte densité de végétation ; lorsque le sol est enrichi en matière organique (bourrelets coquilliers), d'autres halophiles comme l'Obione *Halimione portulacoides* peuvent apparaître ; dans les stations les plus sèches croît la Glycérie à feuilles de fétuque *Glyceria festuciformis*, tandis que les salicornes annuelles et la Statice à feuilles de pâquerettes (*Limonium bellidifolium*) sont des marqueurs d'humidité. Les sansouires à Salicorne buissonnante constituent sur le site l'un des deux habitats du Chiendent allongé (*Elytrigia elongata*), espèce protégée au niveau régional.
- *Arthrocnemum macrostachyum* est une espèce plus halophile et plus hygrophile, située sous la salicorne buissonnante dans le gradient topographique. Avec un recouvrement du sol très variable, souvent faible, elle s'étend sur de vastes surfaces, le plus souvent sous sa forme érigée, ses rameaux dressés en candélabre lui permettant de résister à de longues périodes d'inondation. Elle forme des peuplements généralement monospécifiques, mais s'associe aussi sur le site aux espèces des steppes salées avec lesquelles elle constitue des croisements d'habitats.
- *Arthrocnemum perenne* est la moins commune des trois espèces sur le secteur comme ailleurs en Camargue. Elle supporte de longues périodes d'inondation, mais c'est la moins halophile des trois espèces et ses tapis ras occupent ici des dépressions sur des substrats salés susceptibles d'être inondés par les affleurements de la nappe dunaire (creux bas, intra-dunaires). Ses peuplements sont généralement monospécifiques.

## Surface

**Tableau 28** : Typologie et surface des sansouires pérennes

C-Natura	Libellés habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
1420	Sansouires pérennes	36,28	180,55	216,83
1420 x 1310	Sansouires pérennes x Sansouires annuelles	10,07	0	10,07
1420 x 1410	Sansouires pérennes x Prés salés	0,12	0	0,12
1420 x 1510*	Sansouires pérennes x Steppes salées	25,21	0	25,21
	Total	71,68	180,55	252,23

Comme habitat secondaire, les sansouires pérennes participent à différents croisements d'habitats couvrant 7,4 ha au total, situés dans la zone révisée, avec les prés salés dunaire (1,3 ha), avec la sansouire annuelle (0,7 ha) et avec les steppes salées (5,3 ha)

## Etat de conservation

Très bon actuellement, mais avec des changements à venir (répartition spatiale, surfaces) sans doute rapides au niveau des sansouires à *Arthrocnemum macrostachyum*, sous l'effet de l'augmentation de la durée d'assèchement. Les sansouires à *Sarcocornia fruticosa*, pourraient par contre se développer davantage à la faveur de ces assèchements.

## Le contexte camarguais

Si les sansouires pérennes ne sont globalement pas menacées en Camargue, où elles couvrent encore de vastes étendues, les sansouires pérennes à *Arthrocnemum macrostachyum* érigé qui bordent les lagunes littorales, sont beaucoup plus rares et constituent un enjeu particulier :



- comme les sansouires annuelles, ce sont des formations amphibies, lagunaires autant que terrestres, abritant des herbiers de macrophytes immergées pendant la période d'inondation (de l'automne au printemps) ainsi qu'une faune lagunaire spécifique.
- en ceintures autour des dunes, elles participent à l'édification de l'habitat des steppes salées, auquel elles sont alors très étroitement associées.

### Les dépressions intra-dunales : bas-marais dunaires et roselières dunaires

L'habitat « Dépressions humides intra-dunales » (code 2190) de la Directive « Habitats », regroupe sur le site deux sous-habitats, différenciés dans la typologie de la carte des habitats : Les bas-marais dunaires (code 2190.3) et les roselières dunaires (code 2190.5)

#### Milieu

L'habitat correspond à des végétations dunaires hygrophiles, en contact avec la nappe d'eau douce des dunes. Il occupe des dépressions intra-dunales, le bas des pentes des dunes intérieures, ou celui des arrières-dunes littorales.

#### Végétation

Cet habitat est caractérisé par des végétations denses et hautes d'espèces vivaces, le plus souvent clonales.

##### - Les roselières dunaires

Elles sont peu étendues sur le site ; elles apparaissent uniquement au niveau des grands massifs dunaires et sont caractérisés par l'abondance du Roseau (*Phragmites australis*). Au nord du phare de Beauduc, elles sont envahies par le Faux-indigotier (*Amorpha fruticosa*) et la Ronce (*Rubus ulmifolius*). Un habitat de roselière dunaire nouveau pour la Grande Camargue et pour les milieux dunaires méditerranéens a été découvert à l'occasion de cette étude : une cladiae, caractérisée par le Marisque (*Cladium mariscum*) et le Jonc maritime (*Juncus maritimus*) (association du *Junco maritimi-Cladietum marisci*) ; elle s'étend sur une bande de 30 m sur 5 sur le flanc d'une grande dune située au nord-ouest du phare de Beauduc.

##### - Les bas-marais dunaires

Ils occupent sur le site des ceintures de végétation étroites situées dans la moitié basse des pentes dunaires, le plus souvent au dessus et en contact avec les prés salés dunaires, où ils couvrent de vastes dépressions intra-dunales de plus d'un hectare dans les grands massifs dunaires (secteur du phare de Beauduc).

Deux associations de cet habitat ont été observées, caractérisées par la présence abondante du Choin (*Schoenus nigricans*) :

- l'association à Jonc maritime (*Juncus maritimus*) et Choin noircissant (*Schoenus nigricans*) (*Junco maritimi-Schoenetum nigricantis*).
- l'association à Sucrière (*Erianthus ravennae*) et Choin noircissant (*Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis*). Dans les secteurs les moins humides, l'Impérata cylindrique (*Imperata cylindrica*) (protégée régionale) et le Scirpe de Rome (*Scirpoides romanus*) sont des compagnes fréquentes, alors que la présence du Roseau est un marqueur d'humidité plus importante.

Quelques bas-marais dunaires (1,1 ha) sont colonisés par le Peuplier blanc (*Populus alba*), le Peuplier noir (*Populus nigra*) et très localement le Peuplier grisard (*Populus alba* x *Populus tremulus*).

#### Surface

La position intermédiaire des bas-marais dunaires dans le gradient d'humidité et de topographie de la dune les met en contact, en tant qu'habitat dominant, avec de nombreux autres groupements dunaires (Tab. 29).



**Tableau 29** : Typologie et surfaces des dépressions intra-dunales

C-Natura	Typologie habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
2190	Bas marais dunaires	7,4	0	7,40
2190 x -	Bas-marais dunaire x Filaire	15,48	0	15,48
- x 2190	Filaire x Bas marais dunaire	2,62	0	2,62
2190 x 2240	Bas marais dunaires x Pelouses dunaires xériques	0,38	0	0,38
2190 x 2250*	Bas-marais dunaire x Dunes à genévriers	1,64	0	1,64
2190 x 2210	Bas-marais dunaire x Dunes grises	9,29	0	9,29
- x 2190 x 2120	Filaire x Bas marais dunaire x Dunes grises	0,05	0	0,05
2190 x 1410	Bas-marais dunaires x Prés salés	3	0	3,00
2190 x 1510	Bas marais dunaires x Steppes salées	1,42	0	1,42
- x 2190 x 1410 x 2120	Filaire x Bas marais dunaire x Prés salés x Dunes grises	2,54	0	2,54
	Total	43,82	0	43,82

Comme habitat non dominant, les bas-marais dunaires participent à plusieurs croisements d'habitats couvrant 7 ha au total, situés dans la zone révisée, avec les dunes grises (4 ha), les prés salés (2,4 ha), et les steppes salées (0,5 ha).

La surface en bas-marais dunaires est susceptible d'augmenter avec la révision de la cartographie des autres massifs dunaires, car cet habitat n'avait pas été identifié à l'échelle de la carte générale des habitats Natura 2000 de la Camargue.

#### *Etat de conservation*

L'état de conservation est bon en regard des surfaces couvertes et de la diversité et de la représentativité des groupements végétaux observés. Néanmoins, l'envahissement par la Filaire menace cet habitat.

#### *Le contexte camarguais*

Les anciens salins constituent en Camargue le site le plus représentatif pour cet habitat, très peu développé sur le reste du littoral camarguais, avec quelques exceptions en Petite Camargue. Le site abrite en outre des groupements végétaux uniques en Camargue (groupements à Canne de Ravenne et Choin, groupement à Marisque). Cet habitat présente donc un très fort enjeu de conservation.

### **Les steppes salées\***

L'habitat « Steppes salées méditerranéennes » (code 1510), est un habitat très peu représenté en Europe ; il n'occupe en France que quelques portions du littoral sableux du Languedoc et de la Provence, d'où sa déclinaison en un seul habitat élémentaire dans les cahiers d'habitats : les « Steppes salées du littoral du Languedoc et de Provence » (code 1510.1). Du fait de sa distribution géographique très limitée en France et en Europe, c'est un habitat classé prioritaire.

#### *Milieu*

Les steppes à saladelles occupent des replats sablo-limoneux de faible épaisseur s'étendant au pied ou à proximité des massifs dunaires, là où les sables érodés des dunes sont au contact des alluvions lagunaires.



Ces milieux halophiles sont soumis en automne et en hiver à des immersions temporaires par l'eau saumâtre ou salée, et en été à une sécheresse intense. Ils sont fortement dynamiques, à la fois érodés par le vent et les eaux, et alimentés par des sables d'origine dunaire.

### Végétation

Sur le site se rencontrent les deux associations végétales, à recouvrement faible à moyen, qui caractérisent l'habitat :

- L'association à Statice effilée (*Limonium virgatum*) et Armoise maritime (*Artemisia caerulea* subsp. *gallica*) s'observe sur les replats abrités. Un cortège varié d'annuelles précoces lui est associé : *Parapholis* spp, *Centaurium* spp, *Blackstonia* spp, etc.
- L'association à Statice de Girard (*Limonium girardianum*) et Statice effilée (*Limonium virgatum*), très pauvre en espèces, s'observe sur les revers de ces replats, plus fortement exposés. Une espèce compagne de haute fréquence est alors la Grande Salicorne (*Arthrocnemum macrostachyum*), qui joue un rôle important comme initiatrice de ce groupement en piégeant les sables dunaires soufflés par le vent.

Sur le site, les steppes salées forment presque systématiquement une bordure étroite autour des massifs dunaires, et sont alors particulièrement difficiles à cartographier à notre échelle de travail. Elles se présentent souvent en mélange avec leurs habitats de contact notamment les sansouires à *Arthrocnemum macrostachyum*. Il est alors difficile d'en évaluer les contours exacts et des croisements sont privilégiés. En de rares endroits elles s'étendent sur des surfaces importantes, où elles occupent alors de petits radeaux ou boutons, le plus souvent noyés dans une matrice de sansouire à *Arthrocnemum macrostachyum* (en pied de digue au sud-ouest du phare de Beauduc, à la Montille du Platelet, etc).

La Statice de Girard, caractéristique de cet habitat, est protégée au plan national.

### Surface

**Tableau 30** : Typologie et surfaces des steppes salées

1510*	Libellés habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
1510*	Steppes salées	2,73	10,71	13,44
1510* x 2190 x -	Steppes salées x Bas marais dunaire x Filaire	0,52	0	0,52
1510 x 1420	Steppes salées x Sansouires pérennes	5,33	0	5,33
- x1510* x 2190	Filaire x Steppes salées x Bas marais dunaires	0,07	0	0,07
	Total	8,65	10,71	19,36

Comme habitat non dominant, les steppes salées participent à plusieurs croisements d'habitats couvrant 26,6 ha au total, situés dans la zone révisée : avec les sansouires pérennes à *Arthrocnemum macrostachyum* (25,2 ha) et les bas-marais dunaires (1,4 ha).

### Etat de conservation

L'état de conservation est bon en regard des surfaces couvertes et de la flore observée, néanmoins un tiers à la moitié des steppes salées observées en juin et juillet 2010-2011 ont montré des tapis de saladelles sèches, qui n'avaient pas démarré leur cycle végétatif de l'année (certains l'ont démarré avec retard, en toute fin d'été). Les causes en sont inconnues (un assec trop long lié à l'arrêt de l'exploitation salinière ? un niveau d'immersion hivernale trop haut et trop prolongé lié aux brèches ?), et doivent être explorées. Le cycle phénologique de ces espèces dans les anciens salins doit être étudié.



### Le contexte camarguais

Les steppes salées occupent des surfaces très réduites et très fragmentaires sur le reste du littoral de Grande Camargue, ne totalisant pas plus de quelques hectares au total ; sur la zone d'étude, cet habitat prioritaire constitue donc un enjeu de conservation particulièrement fort.



Steppes salées – Groupement du *Limonietum gerardino-virgati*. Photo N. Patry, 2011

## Les dunes embryonnaires

Elles se rattachent à l'habitat « Dunes mobiles embryonnaires » (code 2110) de la Directive « Habitats », et plus précisément au sous-habitat « Dunes mobiles embryonnaires méditerranéennes » du Cahier des habitats côtiers (code 2110-2).

### Milieu

La dune mobile embryonnaire est un habitat strictement littoral, pionnier dans l'édification de l'écosystème dunaire. Il se développe immédiatement au contact supérieur des laisses de haute mer, sur pente faible ou nulle, et il est caractérisé par son relief peu élevé et par la forte mobilité du sable. Il précède la dune blanche à Oyat, dont il permet l'installation.

### Végétation

Sa végétation a un faible recouvrement et une flore particulièrement pauvre dont les espèces sont très adaptées aux conditions environnementales, capables de supporter les tempêtes marines comme de résister à l'enfouissement rapide par le sable.

Deux associations végétales ont été observées sur le site :

- L'association à Sporobole des sables (*Sporobolus arenarius*) (*Sporoboletum arenarii*), liée aux plages très plates inondables lors des tempêtes, sur sables salés encroûtés. Cette association est peu étendue sur le site, ceinturant le plus souvent en bandes étroites la dune embryonnaire dans sa partie plate ou la plus basse.
- L'association à Echinophore épineuse (*Echinophora spinosa*) et Chiendent des sables (*Elymus farctus*) (*Echinophoro spinosi-Elymetum farcti*) couvrant les pentes faiblement inclinées des bourrelets de sable meuble des hauts de plage. Bien développée, cette association s'étend sur des surfaces importantes, en particulier sur les zones littorales encore en accréation comme le revers nord de la pointe de Beauduc ; à proximité de la mer, l'Echinophore disparaît tandis qu'*Arthrocnemeum macrostachyum*, pionnier de la dune embryonnaire, devient une compagne fréquente du groupement.

Trois espèces protégées en Région PACA ont été observées dans cet habitat : l'Echinophore épineuse, le Chardon maritime (*Eryngium maritimum*), et le Lis des sables (*Pancratium maritimum*).

#### Surface

**Tableau 31** : Typologie et surface des dunes embryonnaires

C-Natura	Typologie habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
2110	Dunes embryonnaires	0	9,88	9,88

#### Etat de conservation

L'état de conservation est médiocre. Cet habitat très littoral paie un lourd tribut à l'érosion marine à l'est du site et à la fréquentation humaine (par les véhicules motorisés en particulier) à l'ouest. Des mesures urgentes s'imposent pour assurer sa protection dont dépend la conservation de tout le cordon dunaire littoral.

#### Le contexte camarguais

Les dunes embryonnaires sont peu développées sur le reste de la Camargue littorale, et le site des anciens salins présente donc un enjeu particulier pour leur conservation.

### Les dunes blanches

Elles se rattachent à l'habitat « Dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches) » (code 2120), et plus précisément au sous-habitat « Dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *australis* des côtes méditerranéennes » (code 2110-2) du Cahier des habitats côtiers.



Dune blanche à Oyat à l'Homme de Bois. Photo N. Patry, 2011.

#### Milieu

Cet habitat, qui peut atteindre une altitude de plusieurs mètres sur le site, se développe immédiatement au contact supérieur de la dune mobile embryonnaire ou des laisses de haute mer, occupant les revers maritimes et les sommets des massifs dunaires littoraux. Le substrat sableux est soumis à l'action directe du

vent et des embruns. La végétation, parfaitement adaptée aux embruns salés et à la mobilité du sable, permet de fixer le substrat.

#### Végétation

Elle se caractérise par un recouvrement important de l'Oyat (*Ammophila arenaria* subsp. *australis*), qui forme des touffes denses laissant des plages de sables mobiles nues ou peu colonisées par une végétation spécialisée et peu diversifiée.

L'association caractérisant cet habitat est un groupement à Echinophore épineuse (*Echinophora spinosa*) et Oyat (*Echinophoro spinosae* - *Ammophiletum australis*) avec comme autres caractéristiques l'Euphorbe des dunes (*Euphorbia paralias*), le Chardon maritime, la Camomille des sables (*Anthemis maritima*) et la Cutandie maritime (*Cutandia maritima*).

Les dunes à Oyat sont localisées à proximité de la station de pompage des anciens salins et sur tout le pourtour littoral de la pointe de Beauduc, jusque sur la digue sud de la lagune des Sablons. On trouve quelques îlots de dunes blanches au sein des dunes intérieures, lorsque l'érosion entraîne une évolution régressive de la dune grise.

Cinq espèces protégées en Région PACA ont été observées dans cet habitat : le Lis des sables, le Chardon maritime, l'Echinophore épineuse, la Cutandie maritime et, sur une dune intérieure érodée, le Liseron soldanelle (*Calystegia soldanella*).

#### Surface

**Tableau 32** : Typologie et surfaces des dunes blanches

C-Natura	Typologie habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
2120	Dunes blanches	0,34	53,07	53,41

#### Etat de conservation

Mêmes remarques que pour les dunes embryonnaires, les deux habitats étant étroitement connectés.

#### Le contexte camarguais

Les dunes blanches sont présentes sur le littoral de la Réserve Nationale de Camargue (environ 10 ha) et des terrains du Département (5,5 ha), mais n'atteignent pas le développement qu'elles ont sur le site des anciens salins, où elles représentent donc un enjeu de conservation important.

### Les dunes grises

Elles font référence à l'habitat « Dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae* » (code 2210) qui n'est décliné qu'en un seul habitat élémentaire : les « Dunes fixées du littoral méditerranéen du *Crucianellion maritimae* » (code 2210.1).



Le faciès de dune grise le plus répandu sur le site, à Immortelle des sables (*Helicichrysum stoechas*). Photo N. Patry, 2011.

### Milieu

Sur les dunes littorales, cet habitat s'installe en situation arrière-dunaire sur les hauts et milieux de pente, entre les végétations sommitales de la dune mobile à Oyat et celle des bas-marais dunaires. Sur les dunes intérieures, l'habitat coiffe les pointements dunaires et descend sur la moitié supérieure des pentes, au contact des bas-marais dunaires ou parfois des prés salés. Il se développe sur un substrat sableux semi-stabilisé.

### Végétation

La végétation est constituée d'une flore d'une grande richesse, particulièrement sur les dunes intérieures.

Les groupements végétaux caractérisant cet habitat sur le site sont nombreux :

- L'association à Malcolmie littorale (*Malcolmia littorea*) et Immortelle des sables (*Malcolmia littorea*-*Helicichrysetum stoechadis*) constitue sur le site, comme en Camargue, le groupement le plus étendu, capable de coloniser les dunes intérieures même les plus basses.
- L'association à Crucianelle maritime (*Crucianella maritima*) et Malcolmie littorale (*Malcolmia littorea* - *Crucianelletum maritimae*), très rare sur le littoral camarguais, trouve sa pleine expression sur le site des anciens salins, où elle reste néanmoins très localisée, sur 4 dunes intérieures seulement : (1) à l'entrée du village de Beauduc, (2) sur la grande dune du lieu-dit Montille de Beauduc au nord du phare, où l'association occupe de vastes surfaces (plus de 6 ha), (3) sur une petite dune située au nord-ouest du phare, et, (4) en arrière dune du cordon littoral (Hémery, com. pers.). Cette association requiert un substrat stabilisé, la Crucianelle ne tolérant que faiblement l'enfouissement.
- L'association à Armoise glutineuse (*Artemisia campestris* subsp. *glutinosa*) et Germandrée des dunes (*Teucrium dunense*) (*Artemisia glutinosae*-*Teucrietum maritimi*), peu représentée en Grande Camargue. Si l'Armoise champêtre est observée çà et là en petites populations, l'association complète s'observe en une unique localité, sur une petite dune située au nord-ouest de la Montille de Beauduc, avec la présence de la Germandrée des dunes (*Teucrium dunense* anciennement *Teucrium polium* var. *maritimum*), dont c'est la seule localité sur le site. Cette germandrée, réputée très commune sur les dunes fixées de Camargue dans les années 60-70 a presque totalement disparu de Grande Camargue, mais semble se maintenir en Petite Camargue.
- Un groupement à Impérata cylindrique pure ou en mélange avec la Canne de Ravenne, occupant les pentes supérieures des dunes intérieures proches de la mer (Montille de Beauduc) et des arrières-dunes des cordons littoraux. La Canne de Ravenne indique alors une certaine humidité.



- Un groupement peu répandu ou domine le Scirpe de Rome, en mélange ou non avec l'*Imperata*, sur les dunes intérieures.
- Un groupement caractéristique des dunes intérieures camarguaises, même éloignées du littoral : les pelouses à Brome élevé (*Bromus diandrus* subsp. *diandrus*), une espèce annuelle psammophile.

Notons la présence originale du Romarin (*Rosmarinus officinalis*), avec un recouvrement pouvant atteindre par endroit 25 %, dans une dune grise située à l'extrémité nord de la Montille de Beauduc, où des genévriers de mer (*Juniperus turbinata*) ont également été observés.

Les dunes grises du site abritent 7 espèces protégées en Région PACA ; deux d'entre elles sont présentes en grand nombre et sur des surfaces importantes, caractérisant des groupements végétaux de l'habitat :

- l'Impérata est présente un peu partout sur le site comme compagne ou caractéristique de l'habitat,
- la Crucianelle est abondante mais en quelques endroits seulement.

Quatre autres espèces sont peu abondantes, voire très localisées :

- l'Asperge maritime (*Asparagus maritimus*), davantage présente dans les bas-marais et les prés salés,
- la Passerine hirsute (*Thymelaea hirsuta*), ici inféodée à la dune grise avec seulement 2 stations trouvées,
- le Liseron soldanelle, normalement caractéristique de la dune blanche, avec une unique station d'une trentaine de pieds sur un petit secteur de dune grise « rajeunie » par l'érosion,
- la Cutandie maritime, inféodée à la dune blanche sur le site, mais présente ça et là sur la Montille de Beauduc dans des secteurs érodés ;

Une dernière espèce y est moyennement abondante, distribuée un peu partout en très petites populations, à la faveur d'une reprise de l'érosion : le Lis des sables.

## Surface

**Tableau 33** : Typologie et surfaces des dunes grises (dunes fixées)

C-Natura	Typologie habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
2210	Dunes grises	18,24	129,15	147,39
2210 x 2190	Dunes grises x Bas-marais dunaires	3,4		3,40
2210 x 2190 x -	Dunes grises x Bas-marais dunaires x Filaire	0,59		0,59
2210 x 1410	Dunes grises x Prés salés	0,14		0,14
2210 x 2240	Dunes grises x Pelouses dunaires xériques	0,39		0,39
2210 x -	Dunes grises x Olivier Bohême	0,12		0,12
2210 x -	Dunes grises x Filaire	13,29		13,29
- x 2210	Filaire x dunes grises	6,11		6,11
2210 x 22440*	Dunes grises x Dunes à genévriers	0,39		0,39
	Total	42,67	129,15	171,82

Comme habitat non dominant, les dunes participent à plusieurs croisements d'habitats couvrant 13,2 ha au total, situés dans la zone révisée : avec les bas-marais dunaires (9,34 ha) qui constituent son habitat de contact privilégié, avec les prés salés (0,76 ha), les steppes salées (0,52 ha), les pelouses dunaires xériques (0,04 ha), et en troisième position en croisement avec bas-marais dunaires x prés salés (2,54 ha).

## Etat de conservation

Les dunes grises intérieures étudiées en 2010-2011 montrent fréquemment une reprise d'érosion, dont l'importance devra être évaluée. Elle entraîne le déchaussement des espèces typiques de la végétation de

la dune grise, l'Immortelle des sable et le Scirpe de Rome en particulier, puis la disparition de cette végétation et la formation de plages de sables nus mobiles, d'abord planes puis se creusant fortement. Par ailleurs, on observe une colonisation importante des dunes fixées par la Filaire (*Phillyrea angustifolia*), dont on peut espérer une régression (les signes en sont visibles) avec l'abaissement de la nappe de la dune liée à un assèchement plus long des étangs. Enfin, une forte colonisation des dunes grises par de jeunes pins s'observe, et cette colonisation doit être mesurée et surveillée.

### Le contexte camarguais

Les dunes grises des anciens salins constituent un des enjeux de conservation majeurs du site, en raison de la richesse de l'habitat et de sa remarquable représentativité à l'échelle du littoral méditerranéen français. Avec 171 ha, les dunes grises du site représentent environ un quart des surfaces actuellement répertoriées sur le réseau des sites Natura 2000 des régions PACA et Languedoc-Roussillon. L'habitat est peu développé dans le reste de la Grande Camargue où sa surface totale n'atteint pas 15 ha, mais il occupe une surface importante en Camargue Gardoise (91 ha) (SMPGCG, 2007).

### Un habitat lié à la dune grise : Les dunes avec pelouses des *Malcolmietalia*

Cet habitat dunaire méditerranéen à irradiations atlantiques se rattache à l'habitat élémentaire (unique) décliné dans le Cahier des habitats côtiers, les « Pelouses dunales des *Malcolmietalia* » (code 2230-1).

Le Document d'Objectif du site Natura 2000 Camargue (FR9301592) regroupe à juste titre les pelouses dunales avec l'habitat de la dune grise. En effet, elles occupent des petites plages de sables stables, non colonisées par les végétations de la dune fixée, avec lesquelles elles sont systématiquement imbriquées formant des mosaïques de quelques m<sup>2</sup> à quelques dizaines de m<sup>2</sup>. Les pelouses dunales des *Malcolmietalia* ne sont pas cartographiables à l'échelle de la Camargue, pas plus qu'à l'échelle de notre site d'étude, et ne font donc pas l'objet d'une représentation cartographique ni d'une estimation de leur surface ; elles sont néanmoins présentes au sein de la quasi-totalité des polygones ayant pour libellé cartographique « Dunes grises ».

### Milieu

Ces pelouses constituent des mosaïques annuelles assez denses et peu élevées, pionnières des sables dunaires meubles et peu mobiles des dunes grises.

### Végétation

Deux groupements végétaux floristiquement pauvres ont été rencontrés sur le site :

- une association à Queue de lièvre (*Lagurus ovatus*) et Vulpie à longues arêtes (*Vulpia membranacea*) (*Laguro ovati-Vulpietum membranacei*), assez peu représentée.
- un groupement à Vulpie à longues arêtes (*Vulpia membranacea*) et Vulpie à une glume (*Vulpia fasciculata*) très répandu.

### Surface

Bien que non cartographiées car incluses dans l'habitat dunes grises, elles totalisent une surface importante au niveau du site



### Etat de conservation

L'état de conservation de ces pelouses annuelles est pour l'instant bon, mais reste tributaire de la stabilité des sables des dunes grises, et donc des phénomènes érosifs.

### Le contexte camarguais

L'importance du site pour la conservation de l'habitat dune grise en Camargue concerne également cet habitat.

## Les pelouses dunaires xériques\*

Les pelouses dunaires xériques sont identifiées dans la Directive « Habitats » sous le code 2240 « Dunes avec pelouses des *Brachypodietalia* et des plantes annuelles ». Elles sont définies dans le Manuel d'interprétation de la Directive comme les formations dunaires de l'habitat 6220\* « Parcours substeppiques de graminées et annuelles du *Thero-Brachypodietea* ». L'habitat n'est pas traité dans le cahier des habitats côtiers, mais le volume 2 du Cahier des habitats agro-pastoraux (Bensettiti *et al.*, 2005) y fait référence puisqu'il précise dans sa page d'avertissement que l'habitat 2240 est traité dans l'habitat élémentaire 6220-2\* « Pelouses à thérophytes méditerranéennes mésothermes ». La seule référence au milieu dunaire dans la fiche correspondante est en fait la possibilité d'une nature sableuse du substrat pour cet habitat.

Cet habitat avait été inclus dans l'habitat « Dunes grises » dans la carte du site Natura 2000 « Camargue » (PNRC & RNC, 2009).

### Milieu

Il s'agit d'un habitat très rare sur le site (moins d'un hectare), colonisant des sites de dunes intérieures xériques mais légèrement enrichies en limon, de topographie généralement peu élevée.

### Végétation

Deux groupements ont été rattachés à cet habitat :

- un groupement ras et à recouvrement moyen de petites annuelles du *Thero-Brachypodietea* (*Trifolium scabrum*, *Trifolium campestre*, *Bromus madritensis*, etc), observé sur deux replats dans un secteur situé au nord de la montille du Platelet, avec un cortège d'espèces compagnes transgressives de la dune grise comme *Imperata cylindrica*, *Vulpia* spp, *Centaureum erythraea*, etc
- des pelouses plus hautes et plus denses à *Brachypodium phoenicoides* sur les pentes de quelques dunes grises.

### Surface

Tableau 34 : Typologie et surfaces des pelouses dunaires xériques

C-Natura	Typologie habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
2240	Pelouses dunaires xériques	0,63	0	0,63
2240 x 2210	Pelouses dunaires xériques x Dunes grises	0,04	0	0,04
	Total	0,67	0	0,67

Comme habitat non dominant, les pelouses dunaires xériques participent à deux croisements d'habitats couvrant 0,8 ha situés dans la zone révisée : avec les bas-marais dunaires (0,4 ha) et avec les dunes grises (0,4 ha).

### Etat de conservation

L'état de conservation semble satisfaisant en l'absence de références plus importantes sur cet habitat.

### Le contexte camarguais

Les pelouses du *Thero-brachypodietea* (code 6220\*) sont représentées en Camargue par des surfaces bien plus importantes et par des végétations très riches en espèces. Mais l'habitat 2240, lui, est rare. Son originalité tient à sa situation littorale, sur milieu dunaire, et aux connexions entre cet habitat et les autres végétations dunaires (bas-marais, dunes grises, etc), qui lui confèrent une composition floristique originale. Sur les autres littoraux de la Camargue, il n'a été observé que sur les terrains du département (Montille de la Gerle), sur une surface également très restreinte. En tant qu'habitat dunaire rare, il constitue donc un enjeu de conservation.

## Les dunes à genévriers\*

L'habitat des « Dunes littorales à *Juniperus* spp. » (Code 2250) est un habitat prioritaire de la Directive « Habitats ». Sur le site, il se rattache au sous-habitat « Fourrés à Genévriers sur dunes » (code 2250.1), dominé par le Genévrier de mer (*Juniperus turbinata*).

### Milieu

L'habitat correspond à une végétation thermo-méditerranéenne qui se développe sur un substrat sableux très filtrant, plus ou moins mobilisable par le vent, dans des massifs dunaires littoraux parfois assez exposés à la déflation éolienne et aux embruns ; il se rencontre aussi dans des systèmes dunaires intérieurs, parfois anciens (Rièges).

### Végétation

Ce groupement a été observé dans une seule localité peu étendue, située dans la partie nord de la Montille de Beauduc. L'association caractérisant la dune à genévrier est le *Querco-Pinetum juniperetosum lyciae* Loisel 1976 au sein de l'alliance du *Juniperion turbinatae*. Le groupement est ici très appauvri, puisque parmi les autres espèces caractéristiques (*Asperge* ligneuse, *Pistachier* lentisque, *Filaire*), seule la *Filaire* est présente (cette dernière étant trouvée en abondance d'ailleurs).

### Surface

Tableau 35 : Typologie et surfaces des dunes à genévriers

C-Natura	Typologie habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
2250 x -	Dunes à genévriers x <i>Filaire</i>	0,39	0	0,39

La dune à genévriers est sur 2 ha un habitat secondaire, en croisement avec la dune grise (0,4 ha) et le bas-marais dunaire (1,6 ha). Dans ce cas, l'habitat apparaît de manière fragmentée, en îlots ou bouquets de quelques pieds ou bien par pieds isolés.

### Etat de conservation

Si l'on se réfère au riche cortège floristique qui accompagne le Genévrier de mer en Petite Camargue ou au bois des Rièges, l'état de conservation de l'habitat sur le site peut être considéré comme moyen.





### Le contexte camarguais

Bien qu'originale, et bien qu'elle soit un habitat prioritaire, cette végétation ne présente pas ici un enjeu important de conservation en raison de son cortège floristique très pauvre et de sa faible superficie. L'habitat est en effet magnifiquement représenté en Camargue au niveau de la Réserve Nationale de Camargue par l'ancien cordon littoral, aujourd'hui fossile, du bois des Rièges, avec plus de 60 ha de dunes à genévriers abritant un riche cortège d'espèces caractéristiques ; l'habitat est également bien représenté en Petite Camargue, principalement en sous-bois de pins pignons, et, avec une flore de dune grise, sur quelques dunes littorales de la Réserve Nationale de Camargue.

### Les pinèdes dunaires\*



Pinède Dunaire à Pin maritime. Photo N. Patry 2011.

L'habitat désigne les dunes côtières colonisées par des pins thermophiles méditerranéens et thermo-atlantiques : les « dunes avec forêts à *Pinus pinea* et/ou *Pinus pinaster* » (Code 2270\*).

Cet habitat prioritaire inclut les plantations anciennes avec un sous-bois semblable aux communautés climaciques. Sur le site, et en Camargue en général, les boisements de pins dunaires seraient d'origine anthropique ; ils résulteraient d'essais de plantations de Pin pignon et Pin maritime effectuées dans le premier quart du XX<sup>ème</sup> siècle (Molinier & Tallon, 1970 ; 1965 (2)).

Les deux habitats élémentaires sont d'ailleurs présents sur le site : Les « Forêts dunales à Pin parasol (*Pinus pinea*) » (Code 2270-1) et les « Forêts dunales à Pin maritime (*Pinus pinaster*) » (Code 2270-2).

En situation secondaire, le Cahier des habitats côtiers (Bensettiti *et al.*, 2004) signale à juste titre que l'habitat se superpose le plus souvent à d'autres habitats d'intérêt communautaire et participe à des mosaïques d'habitats à grande valeur patrimoniale.

### Milieu

Sur le site, l'habitat se développe sur des dunes intérieures élevées, au contact des végétations de la dune grise, dans des conditions d'exposition au vent et aux embruns moindre qu'en Petite Camargue où il occupe principalement des massifs dunaires littoraux en superposition à des fourrés de genévriers de mer.

## Végétation

Elle est classiquement rattachée aux végétations de la junipéraie littorale (*Juniperion turbinatae*) et de la chênaie verte à pins (*Quercion illicis*), mais sur le site, les cortèges caractéristiques de ces végétations font défaut, à l'exception de la Filaire à feuille étroite, de la Filaire intermédiaire, et ça et là de l'Asperge ligneuse et de la Garance voyageuse.

### • Dunes boisées à Pin pignon

Deux dunes boisées à Pin pignon ont été observées, s'appuyant sur la digue séparant l'étang des Sablons de l'étang de Beauduc : une petite dune située au nord de la Montille de Beauduc et une dune plus importante située au nord de la précédente.

Le recouvrement important par le Pin pignon laisse généralement peu de lumière parvenir jusqu'au sol, et 2 types de sous-bois sont alors présents :

- un sous-bois à fourré de Filaire à feuilles étroites (*Phillyrea angustifolia*) très dense dans les secteurs les plus éclairés, les trouées et sur les bordures,
- un sous-bois constitué d'un tapis épais d'aiguilles de pins, où la rare végétation qui s'exprime est principalement celle de la dune grise, avec l'Armoise glutineuse, l'Immortelle des sables, le Scirpe de Rome, *Vulpia spp*, et ça et là quelques espèces caractéristiques de la pinède comme l'Asperge ligneuse (*Asparagus acutifolius*), et une espèce protégée, le Lis maritime.

Quelques belles végétations de dune grise subsistent néanmoins au niveau de petites surfaces éclairées non colonisées par la Filaire.

### • Dunes boisées à Pin maritime

Elles couvrent deux massifs dunaires au sud-ouest du Val Agricola. Le recouvrement par les pins est moins important, permettant par endroit l'existence de mosaïques d'habitats, à riches cortèges de végétation :

- Sous un couvert dense ou moyennement dense de pins, le sol, recouvert d'un épais tapis d'aiguilles, est très peu végétalisé, avec ça et là l'Asperge ligneuse ou la Garance voyageuse, et en deux endroits, une plante très rare en région PACA et en Camargue : le Dompte-venin noir (*Vincetoxicum nigrum*).
- Sous un couvert moins dense, des fourrés de Filaire s'installent dans les parties les plus basses ; sur les parties les plus hautes, si le tapis d'aiguilles est peu épais, la végétation de la dune grise reprend pleinement ses droits et c'est au sein d'une dune grise faiblement colonisée par le Pin maritime qu'a été observée la seule station de Grande Camargue, connue depuis longtemps (Hémery *com. pers.*), de l'Oseille de Tanger (*Rumex tingitanus*), avec plusieurs centaines de pieds.

Dynamique des pins : les pins sont des essences de lumière, et les jeunes pins s'installent difficilement sous couvert ombragé. Néanmoins sur les dunes boisées une forte dynamique du pin maritime s'observe dans les trouées et cette dynamique s'observe également sur les dunes voisines non boisées, où les très jeunes pins sont parfois très abondants au sein des végétations de dunes grises.

## Surfaces

Tableau 36 : Typologie et surfaces des pinèdes dunaires

C-Natura	Typologie habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
	Pinèdes dunaires	0	19,42	19,42
- x 2270*	Filaire x Pinèdes dunaires	1,52	0	1,52
2270* x -	Pinèdes dunaires x Filaire	8,59	0	8,59
	Total	10,11	19,42	<b>29,53</b>



### *Etat de conservation*

L'habitat est dans un état de conservation correct lorsque la végétation d'origine (dune grise) est conservée en sous-bois, mais beaucoup moins bon lorsque le sous-bois est fortement colonisé par la Filaire, ou réduit à un tapis d'aiguilles de pins.

### *Le contexte camarguais*

A l'échelle du site, la valeur paysagère et historique des pinèdes dunaires est incontestable (et peut-être même la valeur faunistique), malgré leur origine anthropique et malgré leur faible représentativité pour cet habitat, au niveau de leur surface comme de la végétation, peu caractéristique.

Si elles abritent l'unique station de grande Camargue d'une espèce rare (le Dompte-venin noir *Vincetoxicum nigrum*), elles entraînent par contre un appauvrissement floristique certain de la végétation initiale des dunes grises qu'on observe très appauvrie en sous-bois ou colonisée par la Filaire. Or, la dynamique actuelle des jeunes pins pourrait bien entraîner à moyen terme le boisement de nouvelles surfaces de dunes grises.

Actuellement, l'habitat reste peu étendu, il couvre 3,5 % de la surface en habitats terrestres du site, et a colonisé 17 % de la surface des dunes grises.

Ailleurs en Camargue, les dunes boisées sont présentes en Petite Camargue, où elles couvrent de vastes surfaces (près de 700 ha) mais elles sont presque exclusivement constituées de boisements de Pin pignon, avec en sous-bois le Genévrier de mer.

L'originalité de l'habitat dans les anciens salins tient donc principalement à l'existence de bois dunaires de pins maritimes et au sous-bois principalement constitué par une végétation appauvrie de dunes grises, qui n'existent pas ailleurs sur le littoral camarguais.

Cet habitat présente donc un enjeu de conservation, qui devra composer avec l'enjeu majeur constitué sur le site par les dunes grises ; l'objectif pourrait être le maintien, et non l'extension, des surfaces actuelles en pinèdes dunaires.

## **Les Pinèdes à Pins d'Alep**

Les pinèdes dunaires à Pin d'Alep se rattachent à l'habitat « Pinèdes méditerranéennes de pins mésogéeens endémiques » (code 9540), et plus précisément à l'habitat élémentaire « Pinèdes méditerranéennes de pins mésogéeens endémiques : Pin d'Alep » (code 9540-3) dans son sous-habitat « Peuplements littoraux de Pin d'Alep et Genévriers de Phénicie sur sables ou rochers » (code 9540-3.3).

Le Manuel d'interprétation de la Directive « Habitats » précise pour cet habitat que « *la distinction entre les peuplements spontanés et les peuplements d'origine artificielle établis depuis longtemps est difficile. Ces derniers sont donc inclus ici, tandis que les boisements récents, d'origine artificielle évidente, ne le sont pas* ».

Au cours des essais de plantations de pins réalisés au début du XX<sup>ème</sup> siècle, des plantations de pins d'Alep sont mentionnées dans le secteur de Beauduc, et les boisements actuellement observés sont probablement dérivés de ces plantations.

### *Milieu*

Les Cahiers d'habitats forestiers (Bensettiti *et al.*, 2001) indiquent que cet habitat (code 9540-3.3) thermo-méditerranéen (température moyenne annuelle 15°C), est présent en Camargue sur les dunes fixées littorales, avec les espèces reliques de la dune grise.



## Végétation

La pinède à Pin d'Alep de Camargue est rattachée à l'association du *Juniperetum turbinatae* sous-association *Pinesotum halepensis*, et ce, malgré l'absence de *Juniperus turbinata* en sous-bois. La surface et la densité du couvert arborescent est très variable. Dans quelques endroits, le sous-bois, très ombragé, est réduit à un tapis d'aiguilles de pins.

Les sous-bois clairs sont fréquemment occupés :

- par des fourrés de Filaire, à laquelle quelques autres essences sont parfois associées très ponctuellement comme le Laurier noble (*Laurus nobilis*), la Salsepareille (*Smilax aspera*) ou l'Oléastre (*Olea europaea* var. *sylvestris*), toujours très rares.
- plus rarement par une végétation de dune grise généralement appauvrie, quelquefois par celle des bas-marais dunaires, voire dans un cas, par la sansouire à Salicorne buissonnante !

Le Lis des sables peut être observé çà et là dans les Pinèdes claires.

## Surface

Les pinèdes à Pin d'Alep occupent sur le site une faible surface (Tab. 37), au niveau de petites dunes ou de cordons sableux peu élevés. Elles sont surtout présentes dans la partie Est du site.

Tableau 37 : Typologie et surfaces des pinèdes à Pin d'Alep

C-Natura	Typologie habitats	Surf. 2010-2011	Surf. non révisée	Surf. Totale
9540	Pinèdes à Pin d'Alep	2,82	0	2,82
9540 x -	Pinèdes à Pin d'Alep x Filaire	0,04	0	0,04
	Total	2,86	0	2,86

## Etat de conservation

Pas d'éléments de comparaison.

## Le contexte camarguais

Quelques boisements dunaires de pins d'Alep sont présents en Petite Camargue laguno-marine, mais sur le littoral de Grande Camargue l'habitat n'est pas connu ailleurs que dans les anciens salins.

### Les fourrés dunaires de Filaire (*Phillyrea angustifolia*)

Cet habitat, qui n'est pas d'intérêt communautaire, a été identifié lors des prospections réalisées en 2010 et 2011 sur 228 ha de végétation terrestre.

L'importance de la colonisation des habitats dunaires par la Filaire à feuilles étroites est très variable sur le site ; il est très faible à nul dans les secteurs littoraux. La Filaire, lorsqu'elle est faiblement présente, peut être considérée comme une espèce compagne (coefficient 1 de colonisation), mais elle a été considérée comme un habitat secondaire, dominant ou exclusif pour des coefficients de colonisation de valeur respective 2, 3 et 4 (voir § Matériel et méthode).



Cordons dunaires fortement colonisés par la Filaire (*Phillyrea angustifolia*) au sud du poste des Douanes. Photo N. Patry.



### Milieu

La Filaire est citée à plusieurs reprises par le passé (Molinier & Tallon, 1965 (1) ; 1976) comme une espèce formant des fourrés «au bas de nombreuses dunes de Beauduc », et susceptible de descendre parfois dans des ceintures de végétation très basses de prés salés ou de steppes salées. Actuellement, les milieux de prédilection des fourrés denses de filaires sont les bas-marais dunaires et les pentes les plus basses des dunes grises, mais on l'observe aussi à des altitudes plus élevées, recouvrant les sommets de certaines dunes grises. Quatre dunes sont ainsi entièrement recouvertes par la Filaire dans la zone étudiée en 2010 et 2011.

### Végétation

La végétation des fourrés denses de Filaire à feuilles étroites est très pauvre, quasi monospécifique ; la principale compagne est la Filaire intermédiaire (*Phillyrea media*), le cortège herbacé est quasi-inexistant, constitué par des espèces relictuelles de la dune, pointant quelques tiges étiolées à travers un buisson de Filaire (Choin, Roseau, Jonc maritime, Canne de Ravenne au niveau des bas-marais dunaires colonisés, Immortelle des sables ou Malcolmie du littoral au niveau de la dune grise).

### Surface

Un tiers (75 ha) des surfaces révisées en 2010-2011 montrent un stade préoccupant de colonisation par la Filaire, correspondant aux coefficients de colonisation de valeur 2, 3 ou 4 (Tab. 38). Non seulement les fourrés de Filaire à feuilles étroites constituent un habitat exclusif sur 6% de la surface prospectée (voir ci-dessus), mais ils sont un habitat secondaire ou dominant sur respectivement 21 % et 6% de cette surface.

**Tableau 38** : Degrés de colonisation par la Filaire

Coeff	Degré de colonisation	% Surface révisée
0 ou 1	Filaire absente ou ponctuelle	67
2	Présence importante	21
3	Filaire dominante	6
4	Filaire exclusive	6

- *Fourrés denses (Filaire exclusive coeff 4)*

Il correspond aux fourrés dunaires de Filaire denses, impénétrables (niveau de colonisation 4, voir Matériel et méthodes), au sein desquelles la végétation d'origine de la dune ne subsiste plus qu'à un état très relictuel (Tab. 39).

**Tableau 39** : Typologie et surface des fourrés denses de Filaire

Typologie habitats	Surf. 2010-2011
Fourrés dunaires de Filaire	13,18

- *Fourrés constituant un habitat dominant dans les croisements d'habitats (coeff 3)*

**Tableau 40** : Typologie et surface des fourrés de Filaire en habitats dominants

<b>C-Natura</b>	<b>Typologie habitats</b>	<b>S révisée 2010-11</b>
- x 2190	Filaire x Bas marais dunaires	2,62
- x 2190 x 2210	Filaire x Bas marais dunaires x Dunes grises	0,05
- x 2190 x 1410 x 2210	Filaire x Bas marais dunaires x Prés salés x Dunes grises	2,54
- x 2210	Filaire x Dunes grises	6,11
- x 2270	Filaire x Pinèdes dunaires	1,52
- x 1410	Filaire x Prés salés	0,51
- x 1410 x 2190	Filaire x Prés salés x Bas marais dunaires	0,09
- x 1410 x 2210	Filaire x Prés salés x Dunes grises	0,43
	Filaire x Steppes salées x Bas marais dunaires	0,07
	Total	13,94

- *Fourrés constituant un habitat secondaire dans les croisements d'habitats (coeff 2)*

En habitat non dominant mais avec une présence significative (coeff 2), les fourrés de Filaire sont présents dans 47,8 ha, principalement en croisement avec les bas-marais dunaires (18,6 ha), les dunes grises (14 ha), les dunes boisées ou à genévriers (9 ha)

#### *Le contexte camarguais*

Les fourrés de Filaire sont très communs sur les dépôts fluviatiles (pelouses), et l'habitat ne présente ici aucun enjeu de conservation, en dehors peut-être de l'alimentation de différents passereaux migrateurs (grives, fauvelles...) au moment des passages d'automne, ou de la fourniture de sites de nidification.

#### *Des habitats dunaires plus ou moins colonisés*

Les habitats dunaires les plus colonisés par la Filaire sont les dunes grises, les dunes boisées et les bas-marais dunaires, les milieux halophiles étant peu ou pas colonisés (Figure 26).

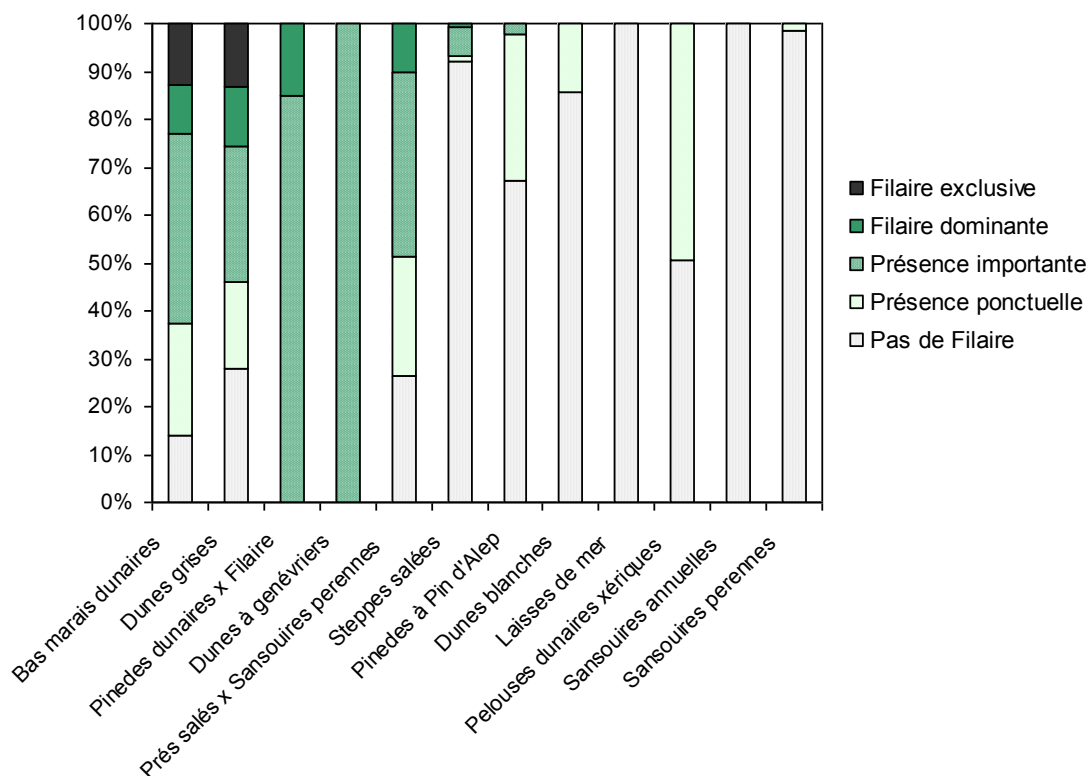


Figure 26 : Taux de colonisation par la Filaire des différents habitats (en % de leur surface)

#### 4.5.2.2. La flore

##### Avertissement

L'inventaire floristique a été réalisé sur 228 ha d'habitats terrestres étudiés en 2010 et 2011 et très ponctuellement sur quelques autres secteurs des anciens salins, soit au total 228,9 ha. Les résultats présentés dans ce chapitre sont donc partiels et sont amenés à évoluer au cours des études qui seront réalisées en 2012.

##### 4.5.2.2.1. Richesse floristique totale

Au total, 171 espèces ont été observées au cours des prospections et relevés réalisés en 2010 et 2011 sur 228,9 ha (Annexe 8).

Les milieux dunaires sont particulièrement riches, avec 148 espèces si l'on exclut les steppes salées (et 157 en incluant ces dernières). Pour comparaison, 42 espèces ont été observées dans les steppes salées, 33 espèces dans les sansouires (annuelles et vivaces réunies), et 7 espèces dans les laisses de mer.

Des prospections plus précoces effectuées en 2008 et 2010 par le *Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles* (Annexe 9) dans un périmètre très voisin du périmètre étudié sur les terrains du Conservatoire, permet de compléter cette liste par une quarantaine de taxons, majoritairement des espèces rudérales et de petites annuelles des pelouses mais aussi quelques espèces des prés salés et des sansouire.

#### 4.5.2.2. Richesse floristique totale par grands types d'habitats

La richesse par habitat est sous la dépendance des facteurs sélectionnant la végétation, des types biologiques des espèces dominantes, de la surface occupée par l'habitat, de sa connectivité avec les habitats voisins, et elle varie fortement selon les habitats, de 7 à 109 espèces. La richesse de la flore est généralement largement déterminée par l'intensité des stress abiotiques : salinité, submersion, sécheresse et instabilité du substrat. Les facteurs biotiques (compétition) jouent un rôle secondaire, uniquement dans les habitats soumis à des stress modérés (notamment pinèdes et fourrés dunaires).

La richesse totale par habitat (Tab. 41) est constituée :

- par la richesse en espèces caractéristiques et en espèces compagnes de haute présence des végétations de l'habitat (appelée « richesse en espèces indicatrices » dans la suite du texte et dans le tableau ci-dessous).
- par la richesse en espèces qui ne font pas normalement partie de l'habitat, espèces opportunistes ou transgressives des habitats voisins, généralement de faible présence.

**Tableau 41** : Richesse spécifique des habitats des anciens salins.

*La richesse en espèces indicatrices correspond au nombre d'espèces caractéristiques et compagnes de haute présence (les dunes à genévriers n'ont pas fait l'objet d'inventaires, et les plages n'ont pas encore été prospectées, mais généralement ces dernières ne sont pas végétalisées).*

Habitats (observés sur 228,9 ha)	Richesse totale par habitat	Richesse en espèces indicatrices	Surface Prospectée (ha)
Dunes grises	109	41	42,9
Prés salés	57	23	10,1
Bas-marais dunaires et roselières dunaires	54	20	44,9
Steppes salées	42	14	9
Sansouires pérennes	32	17	71,7
Pinèdes dunaires à pins mésogéens	24	8	10,1
Dunes blanches	20	11	0,3
Sansouires annuelles	15	5	22,3
Dunes embryonnaires	12	6	0,2
Pinèdes à Pin d'Alep	11	4	2,9
Pelouses dunaires xériques	10	3	0,7
Fourrés dunaires de Filaire	8	1	13,2
Laiesses de mer (et de lagunes)	7	2	0,2
Dunes à genévrier	-	-	0,4

Les dunes grises constituent les milieux les plus riches pour la richesse totale comme pour la richesse en espèces indicatrices : les sables y sont relativement stabilisés, leur substrat n'est pas halophile et le stress abiotique dominant est la sécheresse, d'intensité variable selon leur positionnement topographique. Elles occupent des surfaces importantes et elles sont en contact avec presque tous les milieux dunaires (prés salés, bas-marais, dune blanche, dunes boisées) et avec les steppes salées.

Prés salés et bas-marais dunaires sont ensuite les plus riches, mais avec une richesse moitié moindre de celle des dunes grises.

Malgré des contraintes environnementales très fortes (hydromorphie hivernale, sécheresse estivale, salinité), les steppes salées sont relativement riches : les replats occupés par l'association à *Statice* effilée et *Armoise* maritime peuvent abriter un cortège assez varié d'annuelles précoces relevant classiquement des prés salés à annuelles, ainsi que nombre d'espèces psammophiles ou halophiles transgressives des habitats voisins.



Les sansouires pérennes montrent une richesse non négligeable, due pour l'essentiel au cortège des annuelles éphémères des sansouires à *Sarcocornia fruticosa*, moins halophiles et occupant sur le site des substrats variés plus ou moins enrichis en sables coquilliers, en matière organique... Cette flore annuelle se développe surtout à la fin de l'hiver lorsque la salinité des sols, et donc le stress abiotique, est minimale.

Les végétations des dunes blanches et des dunes embryonnaires doivent affronter la mobilité des sables et sur les dunes embryonnaires la salinité du substrat, ce qui sélectionne fortement les espèces et leur végétation est par suite assez peu diversifiée.

L'inondation prolongée et la forte salinité du substrat sélectionnent sévèrement les végétations des sansouires annuelles et des laisses de mer, induisant des richesses faibles.

Notons la faible richesse des pinèdes dunaires et des pinèdes à Pin d'Alep installées sur la dune grise, leur végétation herbacée étant limitée par l'ombrage des pins ou la colonisation par la Filaire.

Les fourrés dunaires de Filaire à feuilles étroites sont pauvres, et les espèces herbacées résiduelles des habitats colonisés y sont à la fois très peu nombreuses et très peu abondantes, ne pouvant résister à l'espèce ligneuse très compétitrice qu'est la Filaire.

#### 4.5.2.2.3. La flore exogène à caractère envahissant

##### La Griffes de sorcière *Carpobrotus* spp

Ce genre est représenté sous les littoraux insulaires et continentaux méditerranéens par deux espèces vivaces succulentes originaires d'Afrique du sud : *Carpobrotus edulis* et *C. acinaciformis* ; Il présente un caractère envahissant dans les régions méditerranéennes du monde et en particulier dans le Bassin méditerranéen en raison de la croissance clonale marquée de ses 2 espèces et surtout de leurs hybrides (Médail et al., 2004 ; Suehs, 2004). Aux cabanes des Sablons, où il couvre de vastes surfaces, ce genre semble en extension depuis quelques années.

Sur le périmètre étudié, il forme de petits peuplements, au niveau de la montille de Beauduc (3 stations) et à l'Homme de bois (1 station). La progression de cette espèce est à surveiller.

##### L'Herbe de la pampa *Cortaderia selloana*



Herbe de la pampa dans un bas-marais dunaire à Choin, Roseau, Peuplier blanc. Photo N. Patry, 2011.

Cette grande graminée d'origine sud-américaine, dioïque (pieds mâles et femelles séparés), est considérée comme extrêmement envahissante dans les régions méditerranéennes du monde, en particulier dans les milieux côtiers ; elle est très répandue en Camargue ainsi que sur l'ensemble du littoral méditerranéen français, où elle occupe surtout des friches et pénètre peu les milieux naturels.

Sur le périmètre étudié, nous l'avons observée en trois localités :

- à proximité de la face sud du phare de Beauduc, où elle forme un petit peuplement d'une dizaine de touffes ;
- sur la grande dune située au nord-ouest de la Montille de Beauduc, où une trentaine de pieds sont présents au sud de cette dune au niveau du bas-marais dunaire à Choin, Marisque et Canne de Ravenne ;
- un pied isolé s'observe au nord de la dune, en limite de la dune grise et du bas-marais.

La progression de cette espèce est à surveiller car elle possède un potentiel important de colonisation des milieux dunaires.

### **Le Faux indigotier *Amorpha fruticosa***

Cette espèce arbustive, hygrophile des eaux douces, a colonisé depuis longtemps les berges du Rhône, y compris en Camargue où elle colonise également les dunes à l'embouchure du fleuve (Piémanson), ou les bordures non salées des canaux. Elle apparaît sur le périmètre étudié au niveau de quelques dunes particulièrement hautes et de grande superficie où l'importance de la nappe d'eau douce semble favoriser son installation.

Elle a été trouvée en cinq points du périmètre étudié, où son extension, qui est à surveiller, reste cependant limitée.

- Sur la dune dénommée Montille de Beauduc, elle forme des fourrés bas et denses au niveau de la roselière bordant le flanc nord-est de la dune ; elle présente des populations moins abondantes en deux autres secteurs de cette dune, une roselière située plus au sud et un bas-marais dunaire à Choin et Canne de Ravenne situé au nord-ouest de la dune.
- Sur la grande dune située au nord-ouest de la Montille de Beauduc, elle forme un peuplement dense en mélange avec peupliers blancs et roseaux.
- Enfin, elle recouvre la pente d'une grande dune à Pin maritime, avec des individus nombreux mais rabougris dans la partie haute (dune fixée) et de plus en plus vigoureux vers le bas de la pente (bas-marais).

### **Le Sénéçon en arbre *Baccharis halimifolia***

Cette espèce ligneuse, tolérante au sel et à l'inondation, est originaire d'Amérique du Nord. Introduite dans la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle en Camargue (notamment à Fos-sur-Mer), elle connaît une progression spectaculaire vers l'ouest où elle envahit fortement une large gamme de milieux naturels (de la ripisylve et des marais d'eau douce aux pelouses salées). Quatre pieds bien distants les uns des autres ont été observés en 2011 dans quelques dunes intérieures de l'étang des Sablons au niveau de ceintures dunaires basses, bas-marais ou prés salés (Thibault M., comm. pers.).

Espèces exotiques non ou peu envahissantes :

- 1 pied d'**Héliotrope de Curaçao** (*Heliotropium curassavicum*), actuellement considérée comme une espèce naturalisée, a été observé non loin de la station de *Thymelaea* sur un bord de chemin.
- Un **Yucca** (*Yucca sp.*) a été trouvé à proximité du phare de Beauduc (côté nord).



#### 4.5.2.2.4. Les quadrats fixes du secteur du phare de Beauduc

Les quadrats permanents (voir § Matériel et méthode) ont été positionnés dans le secteur sud de la Montille de Beauduc, principalement dans des points exposés aux intrusions marines liées aux brèches de l'étang des Sablons et de Beauduc (carte en annexe 6.3).

Ils sont surtout situés dans des végétations halophiles basses (sansouires, steppes salées), bordant la dune intérieure ou colonisant les vases des étangs (Annexe 6.2 et Figure 27).

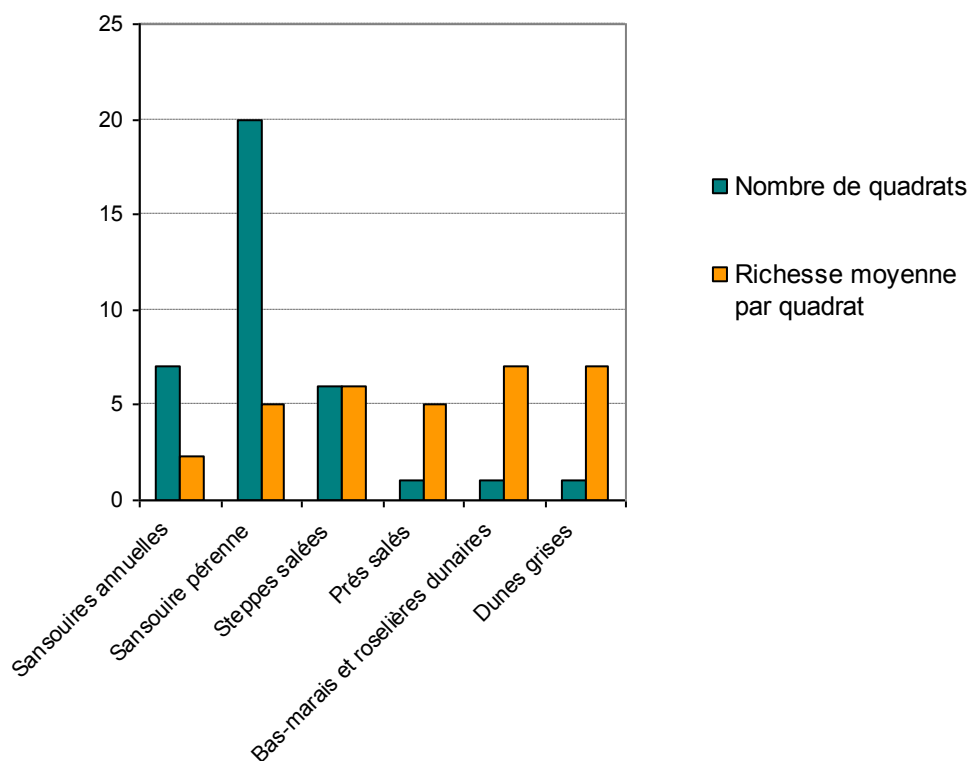


Figure 27 : Nombre de quadrats par habitat et richesse moyenne des quadrats.

La richesse floristique totale de ces quadrats est de 36 espèces (Annexe 6.1), recensées sur une surface totale de 9 m<sup>2</sup> ; elle est sans doute sous-évaluée, des espèces précoces ayant pu disparaître en raison de la date tardive des relevés.

La richesse moyenne par quadrat est de 3,5 espèces mais varie selon les habitats de 2,3 à 7 espèces (Figure 27), avec une tendance à l'augmentation lorsque l'influence de la nappe salée diminue.

Ces quadrats constituent une ébauche de système de suivi de dynamique de la végétation et des écosystèmes.

#### 4.5.2.2.6. Les relevés de végétation

Ils ont permis :

- d'établir un inventaire de la flore des anciens salins (Annexes 7 et 8),
- de géo-référencer les observations, qui sont actuellement en cours de saisie dans la base de données de la cartographie réalisée sous Map-Info,
- de définir les groupements végétaux caractérisant les habitats du site et justifier le classement en habitats des polygones de la carte de la végétation (voir plus haut § 4.5.2.1.).

Pour chaque habitat, un échantillon de relevés est présenté en Annexe 7, à l'exception des plages, fourrés dunaires de Filaire et dunes à genévriers.

## 4.6. La faune vertébrée

### 4.6.1. Les amphibiens

#### 4.6.1.1. Matériel et méthode

Dans le cadre de l'élaboration de l'état écologique initial des anciens salins, des prospections ont été menées du 18 mars au 23 avril 2010, puis le 6 avril 2011. Elles ciblaient la recherche d'espèces présentant un enjeu de conservation : Pélobate cultripède et Crapaud calamite. Cinq sorties nocturnes (voir annexe 11) ont permis de rechercher ces amphibiens en phase terrestre ou en phase de reproduction.

La méthodologie employée consistait à prospecter les milieux aquatiques susceptibles d'être utilisés par les amphibiens lors de nuits présentant des conditions météorologiques favorables à l'activité reproductrice. Des points d'écoutes réguliers ont été effectués afin de localiser les sites de reproduction, puis la prospection à la lampe des mares a permis d'inventorier les espèces présentes et d'estimer le nombre de mâles chanteurs. Les prospections ont été effectuées lors de conditions climatiques favorables et alors que dans le même temps l'activité de reproduction des espèces recherchées battait son plein ailleurs en Camargue.

Au total, 84 heures/observateur de prospections ont été menées par 14 observateurs différents. Les recherches ont été menées en priorité dans les habitats potentiellement favorables et sur les sites historiques décrits par Guillaume (1975) : alentours du phare, montilles et pinèdes de Beauduc, partie sud du Val Agricola, cabanes et lagune des Sablons, digue des Toscans, du Galabert et du Tampan. Les montilles du Platelet avaient préalablement été prospectées au printemps 2009 par la *Tour du Valat* (Béchet et al., 2009) à la demande du groupe *Salins*. Les secteurs suivants n'ont pas été prospectés : digue entre le Galabert 2 et le Fangassier 1, digue entre Galabert 3 et 2 ; zone entre pourtour du Rascaillan et Val Agricola et partie nord du Val Agricola.

Au vu du temps imparti, des vastes superficies à prospecter et de la faiblesse des connaissances historiques, les résultats obtenus doivent être considérés comme partiels. La réalisation d'une campagne de prospection en automne (septembre/octobre) serait nécessaire pour compléter les résultats obtenus.

#### 4.6.1.2. Résultats

Deux espèces ont été détectées sur la zone d'étude durant les prospections effectuées en 2010 et 2011 : la Rainette méridionale et le Crapaud calamite. La faible richesse spécifique du peuplement batrachologique s'explique par la nature des milieux présents (hydropériode très courte des sites de ponte, prédominance de milieux salés à sursalés) défavorable à la majorité des espèces d'amphibiens. Cependant, de par la

présence du Crapaud calamite, ce peuplement est original et caractéristique des milieux salés de basse Camargue.

Au cours des prospections, **des Crapauds calamites ont été détectés en nombres importants dans la plupart des milieux dunaires** : montilles du Platelet, montilles et phare de Beauduc, pinèdes de Beauduc, Val Agricola, village des Sablons, digue des Toscans, digue du Galabert, piste du Tampan (voir Carte 30). Antérieurement aux prospections (1996), l'espèce avait même été contactée sur la plage au niveau de la pointe de Beauduc (P. Defos du Rau, S. Manosa, obs. pers.). L'espèce est également présente de manière plus disséminée sur des digues non sablonneuses (ex : digues à la mer et de Briscon). Le Crapaud calamite se reproduit de préférence dans des mares temporaires de faible profondeur défavorables aux autres espèces d'amphibiens (pour éviter la compétition) du fait de leur mise en eau éphémère ou de leur salinité. Ce type de dépression est répandu dans les milieux dunaires de Val Agricola, les pinèdes de Beauduc et les massifs dunaires relictuels du Galabert.

Cette espèce est actuellement abondante et largement répartie dans la zone d'étude. Un total de 469 mâles chanteurs et 56 amplexus ont été dénombrés lors des sorties printanières de 2010. Des pontes et des têtards ont été observés dans 36 mares temporaires. Un total de 36 mares de reproduction ont été localisées (Carte 29). Ce sont principalement de petites cuvettes situées dans les massifs dunaires, généralement peu végétalisées à l'exception de salicornes et plus rarement de *Ruppia*. De simples emprunts sont également utilisés. Les salinités mesurées le 23 avril 2010 sur 11 sites de ponte étaient comprises entre 2,7 et 8 ‰ de sels totaux.

Une importante sous-estimation du nombre de mâles chanteurs est probable du fait de l'absence de prospection de plusieurs zones potentiellement favorables à cette espèce (notamment la partie nord de Val Agricola) et du turn-over des mâles sur les sites de ponte pendant la saison de reproduction. Les faibles précipitations hivernales et printanières de 2011 n'ont par contre pas permis à l'espèce de se reproduire ou alors de manière marginale sur seulement quelques sites (Briscon). L'état de conservation des populations présentes dans les anciens salins peut être considéré comme satisfaisant, du fait de sa large répartition, du nombre important de sites de reproduction et de l'important stock de reproducteurs. Toutefois, à court terme la fréquentation des complexes dunaires par des sports motorisés (quads, motos et 4X4) pourrait localement altérer les sites terrestres et aquatiques de cette espèce. A plus long terme, les changements climatiques et les probables invasions marines dans cette zone sont susceptibles d'avoir un impact important sur cette espèce, en réduisant ses habitats ou en ne permettant plus sa reproduction.

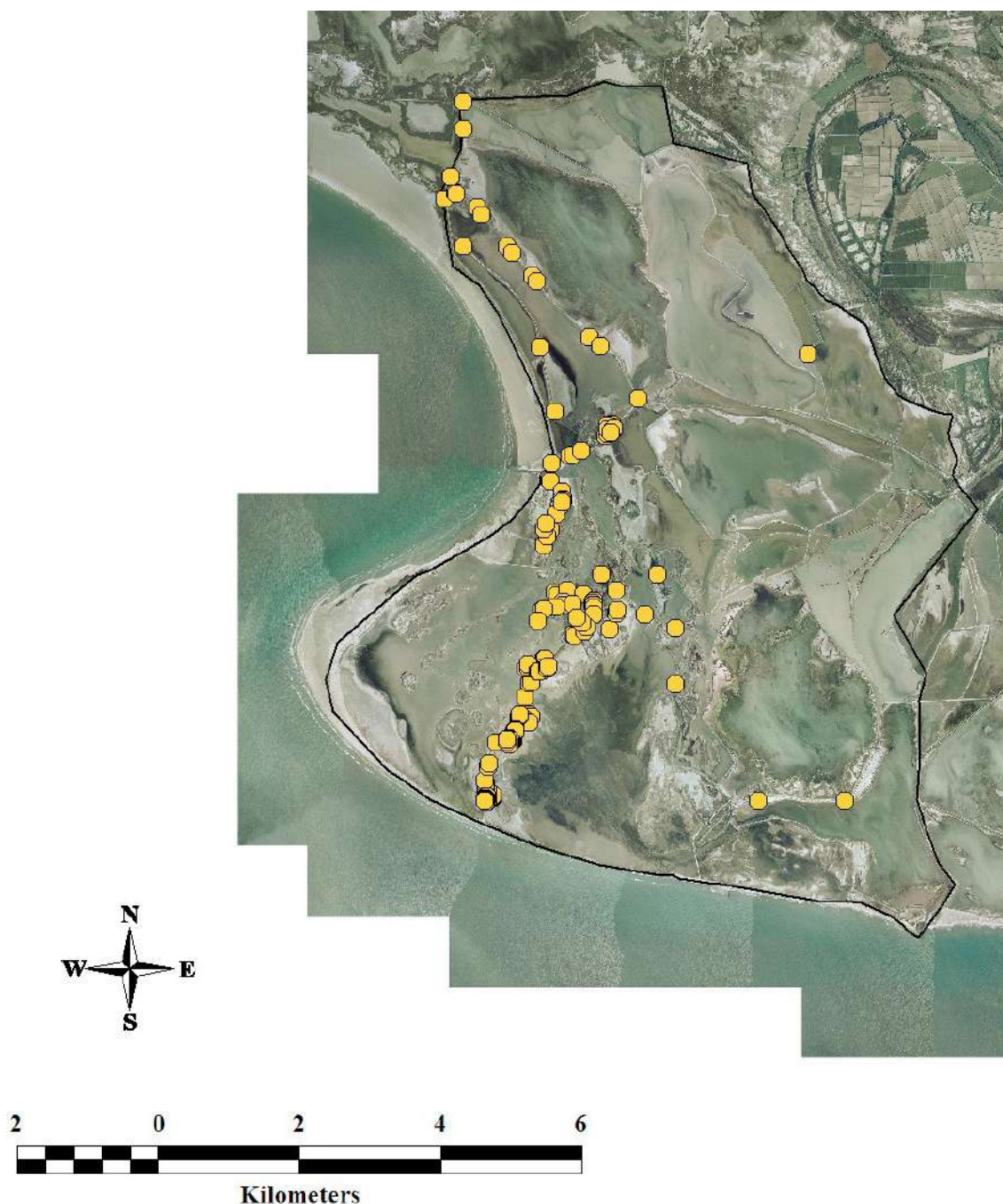




● Crapaud calamite      ● Rainette méridionale



**Carte 29** : Localisation des sites de reproduction du Crapaud calamite et de la Rainette méridionale (compilation des données 2009, 2010 et 2011).



**Carte 30** : Localisation des Crapauds calamites observés en phase terrestre (compilation des données 2010 et 2011).

**Quatre mâles chanteurs de Rainette méridionale** ont été détectés dans deux mares des pinèdes de Beauduc au cours des prospections effectuées en 2010. La présence de rainettes est surprenante au vu de la nature des habitats présents et de l'éloignement vis-à-vis des milieux doux les plus proches utilisés par l'espèce (triangle du Pèbre, Palunette de Faraman). Il est fort probable que cette espèce largement anthropophile et abondante en Camargue ait été déplacée involontairement par l'homme jusqu'aux bâtiments implantés dans cette zone (phare de Beauduc, cabanons des Sablons).

**Aucun spécimen de Pélobate cultripède** n'a pu être détecté. Des prospections complémentaires doivent cependant être effectuées afin de confirmer son éventuelle disparition locale (en particulier dans la lagune

des Sablons). En l'état actuel de nos connaissances, aucune cause de déclin ou de disparition ne peut être formellement avancée. Néanmoins l'endiguement des lagunes, les travaux de nivellement des massifs dunaires (Galabert, Sablons, Val Agricola...) réalisés en parallèle à l'aménagement de la prise d'eau de Beauduc, puis la gestion active des niveaux d'eaux et des salinités à partir du début des années 1970, ont pu conduire à la disparition des sites de reproduction, mais également à la destruction d'importantes superficies d'habitats terrestres et entraîner la destruction directe d'individus.

Les sites de ponte recherchés par cette espèce sont les mares et marais temporaires doux à faiblement saumâtre à inondation prolongée. Il est à noter qu'au cours des prospections réalisées en 2010/2011, aucun site de ponte véritablement favorable pour cette espèce n'a été trouvé. Le Pélobate cultripède pourrait ne plus posséder de populations viables sur le littoral camarguais (même si des prospections doivent encore être menées autour de l'étang des Launes). En effet depuis 1975, l'espèce n'a été revue qu'à deux reprises sur les 11 localités mentionnées par Guillaume, avec un individu trouvé sur la digue à la mer au niveau du phare de la Gacholle en 2000 (Lombardini 2000) et un autre au niveau du Grau d'Orgon en 2009 (Ecomed, 2010).

#### **Espèces potentielles non détectées :**

Au vu de la nature des habitats présents et de l'écologie et de la répartition des amphibiens en Camargue, la présence des espèces suivantes semble très improbable dans les anciens salins : Triton crêté (*Triturus cristatus*) et palmé (*Lissotriton helveticus*), Crapaud commun (*Bufo bufo*). Seules des grenouilles « vertes » (Grenouille de Pérez, *Pelophylax perezi*, Grenouille de Graf, *Pelophylax kl. grafi*, Grenouille rieuse *Pelophylax ridibundus*) pourraient être régulièrement présentes à l'extrémité nord du site, à proximité du canal de drainage du Versadou et dans le clos d'Esclos depuis l'utilisation de ce site en 2011 pour l'alimentation en eau du Fangassier. Il est également à noter que quelques spécimens de Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*) ont été entendus par Gaël Hémerly en 2009 dans une mare temporaire située au niveau du pont de l'Aube, à proximité du site d'étude. Toutefois, les milieux actuellement présents dans la zone d'étude ne peuvent convenir à cette espèce.

## **4.6.2. Les oiseaux**

### **4.6.2.1. Matériel et méthode**

#### **Tadorne de Belon**

Il a fait l'objet d'un recensement spécifique et exhaustif sur l'ensemble de la zone et des deux salins en activité le 12 mai 2010. Par ailleurs les couples ont été notés lors des différentes séances d'observations effectuées sur le secteur.

#### **Laro-limicoles coloniaux**

La méthodologie a suivi celle décrite dans le Plan d'actions pour la sauvegarde des laro-limicoles de Méditerranée française (financement FEDER) coordonné par les *Amis des Marais du Vigueirat*.

Elle repose sur l'application d'un protocole commun de suivi basé sur la visite hebdomadaire de tous les sites et l'estimation du nombre de poussins à l'envol rapporté au nombre de couples reproducteurs.

#### **Fauvette à lunettes**

L'ensemble des sites favorables situés dans la zone salicole a été prospecté en 2010 et 2011. L'objectif a été de confirmer la présence de l'espèce et de proposer une estimation de la taille de la population, mais pas d'obtenir un recensement exhaustif de la totalité de la population. Un recensement du nombre de couples nicheurs n'était pas possible sans un effort de terrain très important et la mise en place de mesures de probabilité de détection.





## Autres espèces en migration, reproduction ou hivernage

L'ensemble du secteur a été couvert en empruntant les chemins praticables en voiture et la totalité des espèces a été notée.

Il y a eu chaque année 15 passages sur le secteur d'avril à octobre pour les migrations et la reproduction.

En hivernage, des comptages exhaustifs ont été conduits les 18 janvier et 24 février 2010.

Des données plus ponctuelles des bases de données naturalistes de la *Tour du Valat* et de la *Ligue pour la Protection des Oiseaux* ont également été utilisées.

### 4.6.2.2. Résultats

#### 4.6.2.2.1. Les oiseaux nicheurs

##### Les flamants roses

Les flamants se sont reproduits avec succès en 2010 et 2011 sur le Fangassier. En 2010, on a dénombré un total de 13455 couples présents sur l'îlot flamant et 2400 poussins ont pris leur envol. En 2011, la reproduction a été perturbée (probablement par le survol d'un paramoteur). Seuls environ 450 poussins se sont envolés pour près de 8000 couples installés.

##### Le Tadorne de Belon

Le recensement simultané le 12 mai 2010 des deux salins en activité et de la zone d'étude montre que les salins en activité accueillent plus de 90% des couples ou individus, et que la zone d'étude est assez marginale pour cette espèce.

	Zone d'étude	Salins de Giraud	Salins d'Aigues-Mortes
Couples	9	31	82
Individus	30	212	1061

Sur la zone d'étude, les couples étaient présents sur l'étang de Beauduc, Briscon, Galabert 0, Grand Rascaillan, Val Agricola et Vieux Rhône nord.

Avant le comptage du 12/05, des couples avaient été également observés sur Fangassier 1, Galabert 1, Galabert 2, Pèbre, et Sainte-Anne.

##### Les laro-limicole coloniaux

Le secteur n'a pas retrouvé le rôle important qu'il a régulièrement eu durant les dernières décades (jusqu'en 2001). En 2010, le secteur n'a accueilli que deux couples de sternes naines sur Galabert et un couple d'avocettes sur Vaisseau-clos 1. Les zones adjacentes situées à l'est de la zone d'étude, dans les salins en activité, ont également été très peu occupées avec un seul couple de mouettes rieuses, un couple de sterne pierregarin, 14 couples de sternes naines et 26 couples d'avocettes.

Les colonies principales les plus proches restent localisées au nord de l'étang de l'Or et l'Ouest du Vaccarès.

En 2011, seulement 3 couples d'avocettes et 2 couples de sternes naines ont réussi à se reproduire sur le secteur. Les avocettes se sont installées sur les Enfores de la Vignolle. Sur ce site, une colonie de 21 couples a été abandonnée suite à une variation des niveaux d'eau. Les sternes naines étaient installées sur Vaisseau-Clos 2 le 9 juin mais n'ont pas été retrouvées le 14 juin. Deux familles d'avocettes avec des jeunes non volants ont été observées en juillet sur Pourtour Rascaillan 2.



## Les limicoles non coloniaux

### *Gravelot à collier interrompu*

Il est difficile de donner une estimation précise du nombre car les installations sont étalées et il serait nécessaire de suivre les individus pour confirmer leur installation et leur succès.

Le dénombrement du total des individus présents en période de reproduction montre que le nombre de couples potentiels ne dépasse pas quelques dizaines de couples.

Si l'on utilise le nombre de couples, les nids trouvés ou les jeunes observés, cela correspond à 10 couples en 2010 et 16 couples en 2011.

Nombre total d'oiseaux observés :

21/04/10	03/05/11	09/05/11	17/05/11	07/06/11	20/06/11
64	51	56	53	69	111

Couples, nids ou jeunes :

<b>2010</b>	
Briscon	3 nids
Fangassier 1	2 nids
Galabert 0	1 nid
Galabert 2	1 couple
Piste Beauduc	1 couple
Pourtour Rascaillan	2 couples
<b>2011</b>	
Briscon	3 nids
Enfores de la Vignolle	1 nid
Etang de Beauduc	1 nid
Fangassier 2	1 nid
Montilles d'Arnaud	Adulte avec jeunes
Pourtour du Rascaillan	1 nid
Quarantaine 1	Adulte avec jeunes
Quarantaine 3	2 couples
Sainte-Anne	3 couples (dont un avec jeunes)
Vaisseau 2	Jeunes et un nid

### *Huitrier-pie*

L'espèce demeure présente en faibles effectifs avec moins de dix couples détectés.

En 2010, des couples ou nids ont été trouvés à Beauduc, Galabert 0, Galabert 1, Galabert 2, Grand Rascaillan, Sainte-Anne et Vaisseau 2, soit au total 8 couples. Des individus ont été également observés au Vieux Rhône sud

En 2011, des individus ont été observés en période favorable sur d'autres sites : Briscon, Etang de Beauduc, Pourtour de Rascaillan 2 et Quarantaine 3.

### *Chevalier gambette*

La reproduction de cette espèce est difficile à prouver. Les effectifs présents en période favorable pour la reproduction restent de toute façon très faibles. D'avril à juin, le nombre maximum d'oiseaux observés le même jour sur le secteur est de 9 en 2010 et 20 en 2011. En prenant le nombre maximum d'oiseaux observés durant la période sur chaque bassin, quelque soit la date, le maximum est de 16 individus en 2010 et 31 en 2011.





## **La Fauvette à lunettes**

Le recensement n'a pu être que partiel. L'espèce n'est pas très difficile à trouver, mais une estimation du nombre de couples nicheurs nécessiterait un temps très important de terrain et la mise en place de calculs de probabilité de détection en raison de l'habitat utilisé.

Sans être jamais abondante, la fauvette à lunettes est largement répandue dans les habitats favorables du secteur.

En période de reproduction, l'espèce a été contactée dans les zones de l'étang de Beauduc, les Enfores de la Vignolle, Fangassier 1, Fangassier 2, Galabert 2, Pèbre, Q2A, Quarantaine 1, Quarantaine 2, Quarantaine 3, Sainte-Anne, Vaisseau 1, Vaisseau 2 et Vieux Rhône Nord.

D'après les observations de mâles cantonnés, de couples ou de jeunes, il y a au minimum une quinzaine de couples. L'effectif est probablement plus élevé, les surfaces favorables étant très importantes.

Il faut noter plus particulièrement quatre chanteurs sur Sainte-Anne en avril 2010. La reproduction a été prouvée sur Quarantaine 3 avec l'observation de juvéniles en juin 2011.

### **4.6.2.2.2. Les oiseaux migrateurs et hivernants**

#### **4.6.2.2.2.1. Les anatidés**

Le secteur reste marginal pour l'accueil des anatidés hivernants, hormis pour le Tadorne de Belon.

Le 18 janvier 2010, les effectifs significatifs concernent les canards siffleurs avec près de 1000 individus (150 sur Vieux-Rhône nord et 830 sur le Vaisseau 2). Sinon au total seule une trentaine de canards colverts sont dénombrés.

563 tadornes de Belon ont été dénombrés avec des effectifs supérieurs à 30 individus sur Quarantaines 1 et 2, l'étang de Beauduc (208 individus), Vaisseau 2, Galabert 2 et les Enfores de la Vignolle.

Le 24 février 2010, le secteur accueillait environ 2000 canards siffleurs sur Vaisseau 2 et sur l'étang de Beauduc. Les effectifs de canards colverts restaient très faibles avec seulement 14 individus au total. L'effectif de tadornes est resté quasi identique à janvier 2010 avec 567 individus dont 300 sur Briscon, 135 sur Vieux-Rhône Sud et 68 sur le Fangassier 2.

En octobre 2011, le secteur n'accueillait que 122 tadornes de Belon et 2 canards pilets.

Au printemps, en avril 2010, les effectifs de canards colverts ont été un peu plus élevés mais sont restés très faibles : au total 79 individus dont 56 sur l'étang de Beauduc et 15 sur Sainte-Anne. Il en a été de même lors des rassemblements postnuptiaux en août, où seuls 80 canards colverts ont été dénombrés le 11/08, dont 78 sur le Vieux Rhône Sud.

#### **4.6.2.2.2.2. Les limicoles**

Avec le niveau de précision de la méthode et la variabilité interannuelle des effectifs et des niveaux d'eau des bassins, les résultats des dénombrements de 2010 et 2011 ne permettent pas de détecter de modifications majeures du peuplement des limicoles migrateurs entre la période 1960-2008 et la période 2010-2011, tant en termes d'effectifs que d'abondances relatives. Ce peuplement en termes d'espèces et d'abondance relative est équivalent à celui observé de manière plus générale sur les salins de Giraud.

Tout au long de l'année, le Bécasseau variable reste l'espèce la plus abondante, suivi du Bécasseau minute. Le Bécasseau cocorli peut atteindre des effectifs importants en migration postnuptiale (2400 oiseaux en 2011). Lors de la migration postnuptiale le secteur a également accueilli des stationnements importants de



Gravelot à collier interrompu (plus de 1400 individus). Le chiffre de 19 tournepierres à collier est particulièrement important pour la Camargue.

La tradition d'hivernage du Pluvier doré dans le secteur Pèbre / Fangassier se poursuit. Il s'agit du seul site connu d'importance en Camargue. Les effectifs dépassaient le millier d'individus il y a quelques années.

**Tableau 42** : Limicoles migrateurs : Maxima observés en migration prénuptiale en 2010 et 2011.

	Migration prénuptiale			
	2010		2011	
	N	Lieu	N	Lieu
Grand gravelot	40	Quarantaine 2	122	Enfores de la Vignolle
Pluvier argenté	48	Etang du Fangassier 2	120	Etang de Beauduc
Tournepieuvre à collier	19	Sainte-Anne		
Courlis cendré	1	Etang de Beauduc	6	Sainte-Anne
Courlis corlieux	1	Etang de Beauduc	2	Etang de Beauduc
Barge rousse	0		12	Etang de Beauduc
Chevalier aboyeur	2	Sainte-Anne		
Bécasseau minute	410	Pourtour Rascaillan	203	Quarantaine 3
Bécasseau de Temminck	0		1	Enfores de la Vignolle
Bécasseau variable	1034	Galabert 1	304	Quarantaine 3
Bécasseau cocorli	100	Grand rascaillan	25	Grand rascaillan
Bécasseau maubèche	9	Galabert 1	2	Pourtour rascaillan 1
Bécasseau sanderling	20	Quarantaine 2	7	Enfores de la Vignolle
Combattant varié			1	Fangassier 2

A noter également plus de 500 bécasseaux variables en migration prénuptiale sur Galabert 1 et le Grand Rascaillan et plus de 200 bécasseaux minutes sur le Pourtour du Rascaillan, Sainte-Anne et Quarantaine 3.

**Tableau 43** : Limicoles migrateurs : Maxima observés en migration postnuptiale en 2010 et 2011.

	Migration postnuptiale			
	2010		2011	
	N	Lieu	N	Lieu
Grand gravelot	10	Enfores de la Vignolle	145	Quarantaine 3
Petit gravelot	50	Pèbre		
Gravelot à collier interrompu	510	Cabanes de Beauduc	1420	Fangassier 2
Pluvier argenté	128	Galabert 2	345	Etang de Beauduc
Pluvier doré	3	Fangassier 1		
Courlis cendré	100	Sainte-Anne	4	Etang de Beauduc
Courlis corlieux			1	Sur 4 sites différents
Barge rousse	23	Beauduc	2	Enfores de la Vignolle
Chevalier culblanc	1	Pèbre		
Chevalier aboyeur	1	Vaisseau 2		
Bécasseau minute	359	Galabert 2	900	Quarantaine 3
Bécasseau de Temminck			7	Enfores de la Vignolle
Bécasseau variable	876	Galabert 2	530	Quarantaine 3
Bécasseau cocorli	667	Galabert 2	2400	Quarantaine 3
Bécasseau sanderling	17	Cabanes de Beauduc		
Bécasseau falcinelle	1	Enfores de la Vignolle		

A noter également 377 gravelots à collier interrompu sur Galabert 2 et 194 aux Enfores de la Vignolle, et 230 bécasseaux minutes sur le Fangassier 2.

**Tableau 44** : Limicoles hivernants : Maxima observés (janvier et février 2010).

	N	Lieu
Grand gravelot	6	Enfores de la Vignolle
Gravelot à collier interrompu	10	Pèbre
Pluvier argenté	18	Vieux-Rhône nord
Pluvier doré	600	Pèbre
Huitrier-pie	21	Cabanes de Beauduc
Avocette élégante	74	Galabert 3
Courlis cendré	4	Vaisseau 1
Bécasseau minute	540	Pèbre
Bécasseau variable	950	Pèbre
Bécasseau maubèche	23	Vieux-Rhône nord
Bécasseau sanderling	33	Cabanes de Beauduc

A noter également des effectifs de bécasseaux variables dépassant 200 individus sur Vieux-Rhône Nord, Quarantaine 1, Pourtour de Rascaillan et Vaisseau 1 en janvier et Q2A en février.

#### 4.6.2.2.3. La Sterne caspienne, la Sterne hansel et la Guifette noire

##### **Sterne caspienne**

Fin mai et début juin 2010, quelques individus ont été observés sur Galabert 1 et 3 et Briscon. Durant l'été et l'automne 2010, les étangs ayant accueillis des reposoirs/dortoirs sont Galabert 1 (maximum observé de 56 individus le 31/08/2010) et le Vieux Rhône Sud (maximum observé de 42 individus le 08/09/2010). Toutefois ces lieux de rassemblement sont mobiles et il est probable que d'autres étangs ont parfois été utilisés. Des oiseaux ont été vus sur Galabert 2 (10 individus) et Quarantaine 1 (9 individus).

A l'automne 2011, 42 individus ont été observés le 20 août rejoignant un dortoir non localisé précisément, au sud-est de Galabert, et 58 sur la Goule (Vieux Rhône Sud) le 8 septembre. A la mi-septembre, des groupes entre 20 et 52 individus ont été observés sur le Rascaillan.

En Camargue, les salins d'Aigues-Mortes pourraient également accueillir de tels rassemblements mais il existe beaucoup moins d'observations pour en estimer la taille et les échanges entre les deux zones ne sont pas connus. Il est donc difficile de dégager des tendances d'évolution pour cette espèce car il n'y a pas eu de protocole standardisé pour estimer la taille des dortoirs/reposoirs, les oiseaux pouvant revenir tard le soir. Il serait également nécessaire de compter simultanément les deux secteurs (Salins d'Aigues-Mortes et de Giraud).

##### **Sterne hansel**

A l'été 2010, les Enfores de la Vignolle ont accueilli des effectifs très importants de sterne hansel en dortoir : 710 le 10/08, minimum 350 le 17/08 et 220 le 20/08.

##### **Guifette noire**

Durant la période, il n'a pas été détecté une utilisation majeure du secteur par cette espèce. Durant les suivis, seuls deux individus ont été observés le 05/08/2011 sur le pourtour du Rascaillan.

## 5. Evaluation patrimoniale

### 5.1. Les critères d'évaluation

Des outils réglementaires ou scientifiques permettent d'évaluer l'intérêt patrimonial des habitats et des espèces :

- La Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvages dite **Directive Habitats** et notamment :
  - **Annexe I** : habitats d'intérêt communautaire à conserver.
  - **Annexe II** : espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont les habitats sont à conserver.
  - **Annexe IV** : espèces animales et végétales d'intérêt communautaire à protéger de façon stricte.
- La Directive 79/409/CEE du 2 mai 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages dite **Directive Oiseaux** et notamment l'**annexe I** concernant les espèces d'oiseaux pour lesquelles des Zones de Protection Spéciales doivent être désignées.
- **Les listes d'espèces animales et végétales protégées en France et en région Provence-Alpes-Côte d'Azur**, dans le cadre de l'application de la loi de protection de la nature (1976).
- Les **Listes rouges** et **Livres rouges** concernent les espèces rares ou menacées à l'échelle d'un territoire. Ces synthèses sont le résultat de travaux de scientifiques et reflètent souvent mieux le statut des espèces que les listes d'espèces protégées. Elles n'ont pas de rôle réglementaire.
- pour les végétaux, un ensemble de critères comprenant une distribution méditerranéenne et des espèces littorales à populations peu nombreuses en France, ou semblant en régression etc (Greuter *et al.*, Tela Botanica, CBNMP 2011).
- Différentes estimations de la taille des populations d'oiseaux, notamment pour la Camargue (Gauthier-Clerc *et al.*, 2008 ; données *Tour du Valat & Amis des Marais du Vigueirat*), pour la France (Deceuninck *et al.*, 2008 à 2011 ; Dubois *et al.*, 2008 ; de Seynes *et al.*, 2010 ; Mahéo, 2007 à 2010) et spécifiquement pour les oiseaux d'eau, à l'échelle internationale (Delany, 2009 ; Wetlands International, 2006).

## 5.2. Les habitats

Tableau 45 : Tableau récapitulatif des enjeux de conservation des habitats

Libellé cartographie	Codes des habitats génériques (Dir. Habitats)	Surface sur le site des habitats dominants	Domaine biogéographique des habitats	Codes sous-habitats** des habitats de la Dir. dans la zone révisée en 2010 et 2011	Domaine biogéographique des sous-habitats	Etat de conservation sur le site	Arguments état de conservation	Enjeu de conservation local (Parc de Camargue)	Enjeu de conservation régional (Camargue et littoral méditerranéen français)	Arguments enjeu +	Arguments enjeu -
Sables littoraux (plages)	1140	90,1	Méd-Atl	1140-7	Med	Moyen à mauvais	Dégradation par le passage de véhicules	ne	ne		
				1140-9	Med	Moyen		ne	ne		
Laisses de mer	1210	0,2	Méd-Atl	1210-3	Med	Ne	Mal connu, à rechercher	ne			
Sansouires annuelles	1310	80,8	Méd-Atl	1310-3	Med	Bon	Grande extension, pas de dégradation	fort	moyen	groupements littoraux et indicateurs du fonctionnement naturel des habitats lagunaires, surface importante	Bien développé sur la Réserve
Prés salés	1410	84,3	Méd-Atl	1410-1	Med	Moyen	Assez envahi Filaire	faible	faible		Groupements non littoraux, communs dans l'intérieur du delta,
				1410-2	Méd	Moyen à Bon	Un peu envahi Filaire	fort	fort	Originalité et rareté des prés salés dunaires littoraux (Code Corine 15.53), peu développés ailleurs en Camargue	
Sansouires pérennes	1420	252,2	Méd-Atl	1420-2	Méd	Bon	Grande extension, pas de dégradation	moyen	moyen	Originalité (et rareté) des sansouires à <i>A. macrostachyum</i> erigé, littorales ; surface importante	Bien développé sur la Réserve nationale de Camargue
*Steppes salées	*1510	19,4	Méd	1510-1	Méd	Moyen	Erosion, mortalité significative (liée à changement régime hydrologique ?)	très fort	très fort	Groupement endémique catalano-provençal, surface importante pour la Camargue, espèce protégée nationale ( <i>Limonium girardianum</i> ) très abondante, peu représenté dans le reste de la Camargue	
Dunes embryonnaires	2110	9,9	Méd-Atl	2110-2	Méd	Mauvais	Erosion littorale, dégradation humaine, risque de disparition	fort	fort	Surface importante pour la Camargue, groupements bien développés, représentativité	
Dunes blanches	2120	53,4	Méd-Atl	2120-2	Méd	Mauvais	Erosion littorale, dégradation humaine, risque de disparition	fort	fort	Surface importante, groupements bien développés, représentativité	
Bas marais dunaires ou roselières dunaires	2190	45,8	Méd-Atl	2190-3	Méd-Atl	Moyen	Envahissement par Filaire et localement par Cortaderia	très fort	très fort	Développement important, forte originalité et représentativité ; la Camargue est le site Natura 2000 méditerranéen français pour cet habitat	
				2190-5	Méd-Atl	Moyen	Envahi par <i>Amorpha</i> et ronces localement	très fort	fort	Forte originalité (avec <i>Cladium mariscus</i> )	Faible surface

ne : non évalué

SCAP : Stratégie nationale de Création d'aires protégées

\*\* : source Cahiers d'habitats

\* habitat prioritaire (Directive Habitats)

Codes SCAP : 1- : réseau insuffisant (mauvais état de connaissance de l'habitat)

2- : réseau à renforcer (mauvaise connaissance de l'habitat)



Libellé cartographie	Codes des habitats génériques (Dir. Habitats)	Surface sur le site des habitats dominants	Domaine biogéographique des habitats	Codes sous-habitats** des habitats de la Dir. dans la zone révisée en 2010 et 2011	Domaine biogéographique des sous-habitats	Etat de conservation sur le site	Arguments état de conservation	Enjeu de conservation local (Parc de Camargue)	Enjeu de conservation régional (Camargue et littoral médit français)	Arguments enjeu +	Arguments enjeu -
Dunes grises	2210	171,8	Méd	2210-1	Méd	Moyen	Erosion, dynamique Filiaire et jeunes pins	très fort	fort	Très grande extension, richesse floristique très importante, nombreuses espèces à valeur patrimoniale	
(Pelouses dunales des <i>Malcolmietalia</i> )	2230	ne	Méd	2230-1	Méd	Moyen	Erosion, dynamique Filiaire et jeunes pins	fort	fort	Grande extension	
Pelouses dunaires xériques	2240	0,7	Méd	6220-2	Méd	ne	Absence de références	ne	ne	Forte originalité en milieu dunaire, seulement dans 2 sites Natura 2000 en France dont un en Camargue	Très faible surface sur le site révisé
*Dunes à genévriers	*2250	0,4	Méd	2250-1	Méd	ne	trop faible surface	faible	faible		Très faible surface et peu représentatif ; grande extension et forte représentativité sur la Réserve nationale de Camargue
*Pinèdes dunaires	*2270	29,5	Méd-Atl	2270-1	Méd	Moyen	Assez envahies Filiaires, sous-bois pauvre	faible	faible		Faible surface et Pinèdes à Pin pignon très bien représentées en Petite Camargue et Camargue gardoise
				2270-2	Méd	Moyen	Envahies Filiaire	moyen	faible	Pinèdes dunaires à Pin maritime rares en Camargue et surface significative	
Pinèdes à Pin d'Alep	9540	2,9	Méd-Atl	9540-3.2	Méd	ne		moyen	faible	Pin endémique de l'ouest médit, grande originalité sur des dunes littorales	Très faible surface ; très commun en Provence
				9540-3.3	Méd	ne					
Fourrés dunaires de Filiaire	-	13,8	Méd-Atl	-	-	Bon	Forte dynamique aussi comme habitat secondaire	très faible (négatif)	faible		Grande pauvreté floristique, détruit des habitats dunaires rares, très faible originalité, très commun en garrigue)

ne : non évalué

SCAP : Stratégie nationale de Création d'aires protégées

\*\* : source Cahiers d'habitats

\* habitat prioritaire (Directive Habitats)

Codes SCAP

1- : réseau insuffisant (mauvais état de connaissance de l'habitat)

2- : réseau à renforcer (mauvaise connaissance de l'habitat)

## 5.3. La flore

### 5.3.1. La flore terrestre

La flore considérée comme patrimoniale sur le périmètre du site étudié (230 ha) comprend dans l'état actuel de nos connaissances 32 espèces :

- 11 espèces protégées, au plan national (1 espèce) ou en région PACA (10 espèces).
- 13 espèces rares et menacées mais non protégées - elles correspondent aux espèces ayant dans le Catalogue des espèces rares et menacées de la région PACA (Roux J.P., Nicolas I., non publié) un coefficient de rareté/menace allant de 1 à 4 pour le département des Bouches-du-Rhône.
- 7 espèces endémiques du bassin méditerranéen répondant en outre à l'un ou plusieurs des critères suivants :
  - bien que considérées dans les Bouches-du-Rhône comme des espèces rares mais non menacées (coefficient 5 dans le Catalogue des espèces rares et menacées de la région PACA), leurs populations semblent en régression et elles sont absentes ou menacées dans les autres départements littoraux PACA.
  - elles ne sont pas mentionnées dans le catalogue régional des espèces rares et menacées (dans un cas peut-être, celui du Genévrier de mer *Juniperus turbinata* parce que le taxon n'était pas clairement identifié) mais leurs populations présentent un intérêt et une sensibilité particulière en raison de leur habitat côtier, de leur rareté sur le littoral méditerranéen français, de leur distribution méditerranéenne réduite.
- 1 espèce cosmopolite rare en région PACA (coeff 5), le Marisque (*Cladium mariscus*), dont c'est la première mention en milieu dunaire sur le littoral méditerranéen français.

Tableau 46 : Flore terrestre patrimoniale : Taxons protégés (11), taxons rares et ou menacés non protégés (13), taxons à surveiller ou originaux (7).

Taxons (présentés par aire géographique mondiale, puis par statut de protection, puis par coefficient de rareté)	Coeff Dpt 13	Coeff Dpt 83	Coeff Dpt 06	Statut protection	Habitat sensible	Chorologie France	Chorologie monde	Estimation des populations dans zone étudiée en 2010 -11 (230 ha)	Nbre stations dans zone étudiée en 2010-11
<b>Espèces endémiques de tout ou partie du bassin méditerranéen et présentes en France uniquement en région méditerranéenne</b>									
<i>Limonium girardianum</i> (Guss.) Fourr.	5	1	-	N	Lit	Med (eE)	Cat-Pro, Baléares	****	141
<i>Crucianella maritima</i> L.	2	3	0	R	Lit	Méd	Méd	****	4 grandes ( 20 petites)
<i>Thymelaea hirsuta</i> (L.) Endl.	2	5	2	R	Lit	Méd	Méd	***	2
<i>Echinophora spinosa</i> L.	3	2	0?	R	Lit	Méd	Méd occ	**	18
<i>Juncus littoralis</i> C.A. Meyer	2	-	-		HL	Corse, BdR, Var, Hérault	Méd	***	30
<i>Limonium densissimum</i> (Pignatti) Pignatti	3	-	-		Lit	Méd	France Espagne Italie	*	3
<i>Rumex roseus</i> L.	3	1	-		Lit	Méd	Méd occ	***	1
<i>Vincetoxicum nigrum</i> (L.) Moench	3	-	-			Méd	Méd occ	**	3
<i>Limonium echioides</i> (L.) Miller	5	0?	0		Lit	Med	Méd	***	7
<i>Olea europaea</i> L.	4	6	5			Méd	Méd	*	3
<i>Teucrium dunense</i> Sennen	5 (2)	0?	-		Lit	Méd Lim	France et Péninsule ibérique	**	1
<i>Juniperus turbinata</i>					Lit	Méd	Méd occ et Grèce	**	14
<i>Limonium bellidifolium</i>					Lit	Med-Atl	Centre ouest Méd	***	8
<b>Espèces endémiques de tout ou partie du bassin méditerranéen et présentes en France sur le littoral méditerranéo-atlantique</b>									
<i>Cutandia maritima</i> (L.) W. Barbey	3	2	0?	R	Lit	Med-Atl	Méd	***	7
<i>Elytrigia elongata</i> (Host.) Nevski subsp. <i>elongata</i>	5	3	-	R	Lit	Med-Atl	Méd	***	13
<i>Bartsia trixago</i> L.	3	5	5		Lit	Méd-Atl	Méd	**	1
<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C.E. Hubbard subsp. <i>hemipoa</i> (Delile ex Sprengel) Kerguélen	3	1	-		Lit	Méd-Atl	Méd occ	**	4
<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>maritimus</i> (Lam.) Batt.	5	1	0?		Lit	Méd-(Atl) Lim	Méd	***	20
<i>Spergularia heldreichii</i> Fouc.	5	0?	-		LH	Med-(Atl)	Méd occ	**	1
<i>Triglochin bulbosum</i> L. subsp. <i>barrelieri</i> (Loisel.) Rouy	5	3	0		Lit	Méd-Atl	Méd	**	1
<b>Espèces à répartition mondiale méditerranéo-atlantique</b>									
<i>Eryngium maritimum</i> L.	3	3	1	R	Lit	Med-Atl, Man, MdN	Méd-Atl	***	15
<i>Pancratium maritimum</i> L.	3	3	2	R	Lit	Méd-Atl	Méd-Atl	***	89
<i>Matthiola sinuata</i> (L.) R. Br. s.l.	2	3	0		Lit	Med-Atl, Man	Méd-Atl	**	11
<i>Vulpia fasciculata</i> (Forsskål) Fritsch	3	3	0		Lit	Méd-Atl, Man	Méd-Atl	***	20
<b>Espèces à large répartition mondiale</b>									
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) Roemer & Schultes	2	2	0	R	Lit	Med-Atl, Man, MdN	Cosm	**	1
<i>Asparagus maritimus</i> (L.) Miller	3	3	-	R	Lit	Med-atl	Eurasiatique méridionale	*	8
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Rauschel	3	1	1	R	Hum	Méd	Cosm	****	70
<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	2	-	-		Lit	Med	Tropicale (naturalisée 1850)	*	1
<i>Erianthus ravennae</i> (L.) P. Beauv.	3	2	0		Hum	Méd	Subtrop (pal)	****	50+
<i>Plantago scabra</i> Moench subsp. <i>scabra</i>	3	2	1			Tte la France	Eurasiatique	**	3
<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl	5	1	0		Hum	Tte la France	Cosm	***	1

**Statut de protection**

R : espèce protégée en région PACA  
N : espèce protégée au plan national

**Habitats sensibles**

Hum : habitat humide  
Lit : habitat littoral  
LH : habitat humide littoral

**Coefficient de rareté/menace dans les départements littoraux PACA (Coeff Dpt)**

1 : espèce en danger (survie peu probable)  
2 : espèce vulnérable, en danger si les menaces persistent  
3 : espèce rare et menacée  
5 : espèce rare, mais non menacée  
6 : espèce ni rare ni menacée mais à surveiller

**Chorologie**

Cat-Pro : catalano-provençale  
Cosm : cosmopolite  
eE : endémique franco-espagnole  
Man : Littoral de la Manche  
MdN : littoral de la Mer du Nord  
Méd : espèce méditerranéenne  
Méd-Atl : espèce méditerranéo-atlantique  
Méd occ : Méditerranée occidentale  
pal : paléarctique  
Subtrop. : subtropicale

**Effectifs des populations**

\* : effectifs compris entre 1 et 10  
\*\* : effectifs compris entre 11 et 100  
\*\*\* : effectifs compris entre 101 et 1000  
\*\*\*\* : effectifs compris entre 1001 et 10000

Aucune des espèces du tableau ci-dessus ne sont référencées dans le Tome I du Livre rouge de la flore menacée de France (Olivier L. *et al.*, 1995)



### 5.3.1.1. Les espèces protégées

#### **Chorologie mondiale** (Tab. 46)

Trois des espèces protégées trouvées sur le site ont une large répartition : le Liseron soldanelle (*Calystegia soldanella*) et l'Impérata cylindrique (*Imperata cylindrica*) sont des espèces cosmopolites et l'Asperge maritime (*Asparagus maritimus*) une espèce eurasiatique méridionale.

Deux espèces, le Chardon maritime (*Eryngium maritimum*) et le Lis des sables (*Pancratium maritimum*), ont une répartition plus restreinte, limitée aux littoraux méditerranéens et atlantiques.

Les six autres espèces ont une répartition limitée aux littoraux du bassin méditerranéen (endémiques) et présentent donc un enjeu de conservation certain au plan mondial : deux espèces, l'Echinophore épineuse (*Echinophora spinosa*) et la Crucianelle maritime (*Crucianella maritima*), ont une distribution limitée à l'ouest du bassin méditerranéen, tandis que l'aire mondiale de la Statice de Girard (*Limonium girardianum*), la seule espèce protégée au niveau national observée en 2010-11, se cantonne aux littoraux de la Provence et à la Catalogne (incluant les îles Baléares).

#### **Chorologie en France** (Tab. 46)

Pour les espèces suivantes, le schéma de la distribution nationale des espèces ne suit pas nécessairement celui de la répartition mondiale :

- Espèces à large répartition mondiale : en France, *Imperata cylindrica* est strictement méditerranéenne, et *Asparagus maritimus* est méditerranéenne mais avec quelques irradiations atlantiques.
- Espèces endémiques du bassin méditerranéen : *Cutandia maritima* et *Elytrigia elongata* peuvent être également observées ponctuellement le long de la façade atlantique française à la faveur de conditions locales particulières.
- Espèces méditerranéo-atlantiques : *Eryngium maritimum* est présente sur tous les littoraux de notre pays.

#### **Types biologiques**

La flore protégée présente sur le site comprend 10 espèces vivaces (dont une espèce ligneuse buissonnante, la Passerine hirsute *Thymelaea hirsuta*) et une espèce annuelle (la Cutandie maritime *Cutandia maritima*).

#### **Habitats** (Tab. 47)

Leur habitat est exclusivement côtier à l'exception d'*Imperata cylindrica*, qui remonte également le long des cours d'eau méditerranéens. Parmi les espèces côtières, 2 seulement, *Elytrigia elongata* subsp. *elongata* et *Asparagus maritimus*, s'éloignent du littoral et pénètrent à l'intérieur du delta, les autres espèces sont strictement littorales car inféodés aux systèmes dunaires ou très thermophiles (la Passerine hirsute *Thymelaea hirsuta*).

**Tableau 47 : Préférences écologiques des espèces protégées.**

Espèces protégées	Habitat sensible	Préférences écologiques	Adaptation à la mobilité sable	Habitat préférentiel
<i>Asparagus maritimus</i>	C	(Ps), Hal, Hyg	non	Prés salés
<i>Calystegia soldanella</i>	L	Ps, Xr	oui	Dune blanche
<i>Crucianella maritima</i>	L	Ps, Xr	non	Dune grise
<i>Cutandia maritima</i>	L	Ps, Xr	oui	Dune blanche
<i>Echinophora spinosa</i>	L	Ps, Xr	oui	Dune blanche et dune embryonnaire
<i>Elytrigia elongata</i>	C	Hal, Hyg	-	Sansouire "haute" et prés salés
<i>Eryngium maritimum</i>	L	Ps, Xr	oui	Dune blanche
<i>Imperata cylindrica</i>		Ps, (Hyg)	non	Dune grise et bas-marais dunaire
<i>Limonium girardianum</i>	L	Ps, Hal, Hyg	oui	Steppes salées
<i>Pancratium maritimum</i>	L	Ps, Xr	oui	Dune blanche
<i>Thymelaea hirsuta</i>	C	Xr	non	Dune grise

C : habitat côtier (s'enfonce dans delta)

Ps : espèce psammophile

Hal : espèce halophile

L : habitat strictement littoral

Xr : espèce xérophile

Hyg : espèce hygrophile

L'habitat des espèces protégées sur le site est lié à leurs préférences écologiques (Tab. 47 et 48) ; elles sont parfois transgressives dans d'autres habitats, où leur fréquence et leur abondance sont alors faibles. Seule la Crucianelle maritime (*Crucianella maritima*) n'a jamais été observée en dehors de son habitat préférentiel.

**Tableau 48 : Fréquence des stations d'espèces protégées dans les différents types d'habitats ; les habitats les plus fréquents pour chaque espèce sont surlignés en jaune.**

% de stations d'espèces par HABITATS, étudiés sur 230 ha étudiés	<i>Asparagus maritimus</i>	<i>Calystegia soldanella</i>	<i>Crucianella maritima</i>	<i>Cutandia maritima</i>	<i>Echinophora spinosa</i>	<i>Elytrigia elongata</i>	<i>Eryngium maritimum</i>	<i>Imperata cylindrica</i>	<i>Limonium girardianum</i>	<i>Pancratium maritimum</i>	<i>Thymelaea hirsuta</i>
Dunes embryonnaires				14,3							
Dunes blanches				57,1	64,3		77,8	1,9	0,6		
Dunes grises et dunes grises érodées	12,5	100	100	28,6	35,7	7,7	22,2	64,2	1,1	67,6	100,0
Pinèdes dunaies								3,8			
Pinèdes à Pin d'Alep										5,4	
Pelouses dunaies xériques										2,7	
Bas-marais dunaire	25					15,4		22,6	1,7	5,4	
Prés salés	50					46,2		5,7	0,6	2,7	
Steppes salées	12,5					7,7		1,9	67,4	13,5	
Sansouire pérenne						23,1			2,8		
Sansouire annuelle									0,6		
Fourrés dunaies de Filaire										2,7	
Nbre stations (Nbre avec habitat renseigné)	8	1	20	7	18 (14)	13	15 (9)	70 (53)	141 (134)	89 (37)	1
Estimation population sur 230 ha étudiés	8	31	milliers	centaines	50 à 100	centaines	150 à 200	milliers	milliers	400	31

Exemple : 28,6% des stations de *Cutandia maritima* sont dans es dunes grises, 57,1% dans les dunes blanches et 14,3% dans les dunes embryonnaires.



Distribution des espèces protégées sur le site et enjeu de conservation (cartes en annexe 10).

### Les espèces endémiques du bassin méditerranéen

#### La Statice de Girard *Limonium girardianum* (protection nationale)

Caractéristique de l'habitat prioritaire des steppes salées, la Statice de Girard est une endémique catalano-provençale qui présente sur le site une population importante de plusieurs milliers de pieds (20 ha de steppes à saladelles dans le secteur révisé). Elle représente sur le site un enjeu de conservation important, de niveau international, national et local, car la Camargue au sens large constitue le noyau principal de populations de cette espèce en France (essentiellement sur les anciens salins et l'est du Grand Rhône) ; des populations sont fréquemment détruites lors d'aménagements sur le littoral méditerranéen français, en particulier dans le secteur de Fos-sur-Mer à Berre.

#### La Passerine hirsute *Thymelaea hirsuta* (protection régionale)

Cette espèce buissonnante à distribution circumméditerranéenne, abondante, est connue en une dizaine de points seulement du littoral méditerranéen français ; elle occupe ici sur une dune grise son seul site camarguais, avec une centaine de pieds de taille et d'âge différents dont certains jaunissent (remontées de sel ?). Elle constitue un enjeu de conservation important pour la France.



La Passerine hirsute, un peuplement d'âge varié, où s'observe le jaunissement de certains pieds. Photo N. Patry, 2011.

#### La Crucianelle maritime *Crucianella maritima* (protection régionale)

Cette espèce méditerranéenne, très sensible à l'érosion comme à l'enfouissement par le sable, s'installe sur les dunes grises abritées et stabilisées dont elle est une caractéristique majeure ; en France, elle est disséminée en populations de tailles variables le long du littoral du Languedoc-Roussillon, de la Camargue, du Var et de la Corse. L'absence de connaissance sur l'abondance et la taille des populations sur l'ensemble du littoral méditerranéen français ne permet pas de préciser l'enjeu de conservation de l'espèce à cette échelle.

Sur le site, elle trouve les conditions favorables à l'installation de populations particulièrement importantes, en particulier dans le secteur du phare de Beauduc (plus de 1000 pieds) ; en Grande Camargue, l'espèce était déjà réputée très rare dans les années 60-70, et encore aujourd'hui en dehors des anciens salins, elle n'est connue qu'en deux stations de petite taille situés sur le territoire de la Réserve Nationale. Sur le site des anciens salins, elle a été observée sur 3 secteurs en 2010-2011 ainsi qu'en 2008 en arrière-dune de la digue des sablons (G. Hémerly *comm. pers.*), où une centaine de pieds ont été observés.

Cette espèce constitue à l'échelle de la Camargue, et peut-être même régionale (manque de données) un enjeu de conservation important sur le site, où elle est par ailleurs trouvée dans des secteurs exposés à court et moyen terme à l'érosion marine et à la fréquentation humaine.

### **L'Echinophore épineuse** *Echinophora spinosa* (protection régionale)

Cette espèce ouest-méditerranéenne remarquablement adaptée à l'enfouissement caractérise aussi bien les végétations des dunes embryonnaires que celle des dunes blanches ; elle est répartie en France sur tout le littoral sableux méditerranéen. L'absence de connaissance sur l'abondance et la taille des populations sur l'ensemble du littoral méditerranéen français ne permet pas de préciser l'enjeu de conservation de l'espèce à cette échelle. Sur notre périmètre d'étude, 18 stations ont été observées en 2010-2011, le plus souvent sur des dunes grises érodées ; l'Echinophore épineuse y est faiblement abondante, à l'exception d'une population nombreuse située sur une dune blanche à l'Homme de Bois. Sur le site, l'espèce représente sans doute une part significative de la population camarguaise.

### **La Cutandie maritime** *Cutandia maritima* (protection régionale)

Cette graminée annuelle méditerranéenne, inféodée à la dune blanche ou la dune grise érodée, a ses plus nombreuses stations françaises sur le littoral de l'Hérault. Elle a été observée dans notre périmètre d'étude dans 7 localités, dont deux abritent des populations importantes, respectivement de 100 (à l'Homme de Bois) et 50 individus. Elle est peu abondante sur le littoral de Grande Camargue (avec quelques stations littorales au droit de la Comtesse, une station de cinq individus sur la montille de la Gerle). Son enjeu de conservation est local (Camargue).

### **Le Chiendent allongé** *Elytrigia elongata* (protection régionale)

Cette espèce inféodée aux prés salés et aux sansouires est faiblement représentée sur le site en comparaison des populations de l'intérieur de la Camargue, et elle ne présente pas ici un enjeu de conservation majeur.

## **Les espèces protégées à répartition mondiale méditerranéo-atlantique**

### **Le Chardon maritime** *Eryngium maritimum* (protection régionale)

Cette espèce inféodée à la dune blanche (et à la dune grise érodée) est bien présente en France sur tous les littoraux, atlantiques, méditerranéens, de la Manche et de la mer du Nord.

Sur le littoral de Grande Camargue, le Chardon maritime a une distribution très dispersée et des populations peu nombreuses (quelques pieds sur la Réserve, sur le littoral saintois, sur le littoral du Galabert). Elle a été observée en quinze points du périmètre étudié en 2010-2011, avec généralement très peu d'individus par station (1 à 3), seules deux stations montrant des populations plus importantes, respectivement dans le secteur du phare de Beauduc (15 ind) et de l'Homme de Bois (100 ind). Une autre station importante est connue sur la partie des salins encore en activité (une centaine de pieds). L'enjeu de conservation de l'espèce sur le site est local (Camargue).

### **Le Lis des sables** *Pancratium maritimum* (protection régionale)

Dans notre pays, l'espèce est surtout fréquente sur les rivages méditerranéens, beaucoup moins sur le littoral atlantique.

La population la plus importante de Grande Camargue (entre 500 et 1000 pieds) s'observe actuellement sur la montille de la Gerle (littoral saintois, propriété du Département. Sur les autres propriétés départementales littorales, 13 stations réparties sur les dunes du sud de la digue à la mer ont été répertoriées en 2009, totalisant plus de 260 pieds (BRL *et al.*, 2010). Quelques pieds sont signalés sur la Réserve Nationale de Camargue.

Dans les anciens salins, entre 300 et 400 pieds ont été observés sur le périmètre étudié en 2010 et 2011, en populations très disséminées (90 stations) et de petite taille (généralement de 1 à quelques pieds), mais pouvant atteindre 10, 15, exceptionnellement 20 pieds. La zone d'étude contribue donc de manière significative à la conservation de l'espèce en Camargue (un quart des populations totales ?), mais l'enjeu n'est pas majeur pour cette espèce.



## **Les espèces cosmopolites ou à large répartition mondiale**

### **Le Liseron soldanelle *Calystegia soldanella* (protection régionale)**

Le Liseron soldanelle, inféodé aux dunes blanches et embryonnaires, est assez commun sur la façade atlantique, mais beaucoup plus rare sur le littoral méditerranéen français. Il est en particulier très sporadiquement observé sur le littoral camarguais : un pied sur la Réserve Nationale de Camargue, un pied sur la plage de Piémanson, quelques stations sur le territoire de la Pointe de Beauduc. Sur le site des anciens salins, il n'est cité qu'en un point par les anciens botanistes (sur la Montille du Platelet), où il n'a pas été retrouvé (Molinier et Tallon, 1976). Nous l'avons observé en 2011 en une seule localité, sur une grande dune située au nord-ouest de la Montille de Beauduc (31 pieds). Cette station est importante à l'échelle de la Camargue et à l'échelle régionale.

### **L'Impérata cylindrique *Imperata cylindrica* (protection régionale)**

L'espèce est très commune au plan mondial, mais de répartition restreinte en France. La faible présence de l'Impérata dans le reste de la Camargue, et par contre ses populations importantes sur le site, en particulier sur la Montille de Beauduc (plusieurs ha) font de la zone d'étude un site particulièrement important pour cette espèce en Camargue. L'espèce est clonale, rhizomateuse, et peut couvrir des surfaces importantes dans son habitat de prédilection, mais sa plasticité lui permet d'être présente çà et là et en petites touffes isolées dans de nombreux habitats (70 stations sur le périmètre étudié). L'enjeu de conservation est régional.

### **L'Asperge maritime *Asparagus maritimus* (protection régionale)**

Cette espèce de prés salés est principalement en France une espèce méditerranéenne. Ses populations, toujours de petite taille, s'expriment de façon très variable d'une année à l'autre, et la reconnaissance de l'espèce dépend de son stade de développement (elle peut être confondue avec *A. officinalis*). Elle a fait l'objet d'une trentaine d'observations récentes seulement sur le littoral méditerranéen (CBNMP, 2011). Sur le site, 8 stations d'un individu ont été trouvées en 2010-2011. L'enjeu de conservation est local, mais difficile à apprécier sur une surface aussi restreinte.

## **5.3.1.2. Quelques autres espèces menacées non protégées, endémiques du bassin méditerranéen (Tab. 46)**

### **Le Jonc des grèves *Juncus littoralis***

Ce jonc inféodé à la frange littorale, est présent très ponctuellement et en petites populations, principalement sur les rivages nord et est de la Méditerranée ; il est rare en France, localisé sur quelques secteurs littoraux du Gard, de l'Hérault, des Bouches du Rhône et de la Corse.

Il a été observé 29 fois en très petits peuplements dans les prés salés et les bas-marais dunaires du périmètre étudié en 2010-2011, souvent associé au jonc piquant *Juncus acutus*. En Camargue, ce jonc reste très peu commun en dehors du site de Beauduc : de petites populations ont été trouvées sur la montille de la Gerle (Saintes-Maries, propriétés départementales), une station a été observée sur la Réserve Nationale de Camargue, et quelques petits peuplements à Piémanson. L'enjeu de sa conservation est régional.

### **La Germandrée des dunes *Teucrium dunense***

Cette espèce a une répartition mondiale très restreinte, limitée à la Péninsule Ibérique et à la France ; elle semble en forte régression dans notre pays, où ses stations, sont actuellement peu nombreuses ; elle caractérise avec l'Armoise (*Artemisia campestris* subsp. *glutinosa*) une association végétale des dunes grises méditerranéennes.

Réputée autrefois commune sur les dunes de Camargue (Molinier et Tallon, 1965 (1)), elle y est devenue aujourd'hui très rare. Quelques stations s'observent en Camargue gardoise dans les trouées de la pinède ou de la junipénaie, ainsi qu'en Grande Camargue où plusieurs localités sont connues : Rièges (observées dans les années 90 et en 2010), bois de la Commanderie (un pied observé en 2010) et deux stations sur le périmètre étudié en 2011 dans les anciens salins, l'une à la Bélugue, l'autre sur une petite dune à l'ouest de la Montille de Beauduc (une centaine de pieds). L'enjeu de sa conservation est régional.



## L'Oseille de Tanger *Rumex roseus*



Oseille de Tanger (*Rumex roseus*). Photo : N. Patry, 2011.

Cette espèce à répartition mondiale restreinte (ouest méditerranéenne) est présente çà et là sur les milieux dunaires du littoral méditerranéen (dunes grises). Assez abondante en Camargue gardoise, elle présente sur le site des anciens salins sa seule localité actuellement connue de Grande Camargue, où elle a été autrefois observée aux Rièges. Nous avons observé 2 populations sur le même massif dunaire, avec plus de cent pieds au total. L'enjeu de sa conservation est local (Grande Camargue).

### **La Carotte maritime** *Daucus carota* subsp. *maritimus*

Elle est présente çà et là sur le littoral méditerranéen avec quelques irradiations atlantiques (1 département).

En dehors du site des anciens salins, l'espèce est très rare en Grande Camargue (une ou deux observations de pieds isolés) ; 20 stations ont été observées dans le périmètre étudié en 2010-2011, dont 11 dans le secteur de la Montille de Beauduc où l'espèce montre de beaux peuplements, surtout dans les prés salés et les bas-marais dunaires mais aussi sur la dune grise. Les effectifs des populations sont très réduits sur le site dès qu'on s'éloigne de cette montille. L'enjeu de conservation de l'espèce est local, et peut-être régional.

### **Le Dompte-venin noir** *Vincetoxicum nigrum*

Cette espèce à distribution mondiale limitée (Méditerranée occidentale : France, Italie, Espagne, Portugal) est rare, particulièrement en Camargue. Elle est connue des pinèdes de Camargue gardoise, sur la commune des Saintes-Maries et à Aigues-Mortes ; en Grande Camargue, elle a été observée en 1993 au bois des Rièges, et en 2011 sur le site des anciens salins en 3 localités (comprenant respectivement 10, 10 et 60 individus) sous le couvert d'une pinède à Pin maritime. L'enjeu de sa conservation est local (Camargue).

### **La Statice dense** *Limonium densissimum*

Cette espèce dont l'extension mondiale est limitée à la Sicile, au delta du Pô et du Rhône (mais une observation récente sur le littoral de l'Aude est signalée), et à quelques secteurs côtiers en Espagne, est une halophyte généralement inféodée à la sansouire, où elle forme çà et là de petites populations, jamais étendues. Trois observations très ponctuelles de l'espèce ont été faites dans le périmètre étudié en 2010 et 2011, respectivement dans un bas-marais dunaire, une steppe salée et une sansouire.

## **Trois espèces originales dans le contexte dunaire et littoral des anciens salins**

**Le Marisque** *Cladium mariscus*, espèce cosmopolite, a été observé dans le cadre de cette étude pour la première fois en Grande Camargue, et pour la première fois sur une dune littorale du rivage méditerranéen français, formant une belle cladiae haute et fleurie (sur une ceinture d'environ 30 m de long et 5 m de large) sur la grande dune située au nord-ouest de la Montille de Beauduc, avec le Jonc maritime ; une

cinquantaine de pieds plus chétifs ont été observés en septembre 2011 dans le vaste bas-marais dunaire à Choin de cette dune.

Dans ce même bas-marais dunaire, l'**Helleborine des marais** *Epipactis palustris* était observée en mai 2008 (Michaud et Crouzet 2008 *com pers*, et CBNMP 2011) avec le Choin, la Canne de Ravenne, et une exotique envahissante, l'Herbe de la pampa (*Cortaderia solleana*).

La **Germandrée jaune** *Teucrium flavum*, chaméphyte des rochers et coteaux pierreux des garrigues du midi, a été observée en milieu dunaire pour la première fois en deux endroits sur le flanc Est de la Montille de Beauduc.

### 5.3.1.3. Des espèces protégées non retrouvées

Quelques espèces protégées citées par le passé dans les dunes de Beauduc n'ont pas été retrouvées récemment et doivent être recherchées :

- **La Scorzonère à petites fleurs** *Scorzonera parviflora* a été observé par les anciens botanistes dans la partie nord du complexe de Beauduc (Molinier et Tallon, 1965 (1) et 1976) ; cette espèce a beaucoup régressé en Camargue.
- **L'Orchis pyramidal** *Anacamptis palustris* a été observé par ces mêmes auteurs immédiatement à l'est des cabanes des sablons (Molinier et Tallon 1965 (1)) et à l'Homme de bois dans *l'Imperato-erianthetum* (Molinier et Tallon, 1976).
- **L'Orchis odorant** *Orchis coriophora* subsp. *fragrans* fait l'objet d'une mention non datée dans la fiche ZNIEFF du site de la Pointe de Beauduc (ZNIEFF 1998 révisée 2003).



### 5.3.2. La flore aquatique

Trois espèces, dont les exigences écologiques présentent des similitudes, constituent des enjeux de conservation importants.

**Tableau 49** : Evaluation patrimoniale de la végétation aquatique

Espèce	Protection		Livre Rouge National	Etat de conservation	Répartition		Statut sur la zone d'étude
	France	PACA			France	Monde	
<b>Althénie filiforme</b> <i>Althenia filiformis</i>	X		<b>Tome 2</b> <b>(à surveiller)</b>	Classement régional UICN « Data Deficient » en raison du statut taxonomique controversé. Espèce dépendant d'un habitat sensible en PACA	Méditerranée (3 à 5 dépts côtiers métropolitains et Corse)  35 à 40 stations en France métropolitaine, dont 7 à 8 stations en PACA  La surface totale des herbiers n'est pas connue avec précision. Elle pourrait couvrir de l'ordre de 350 ha	Endémique Méditerranée occidentale (Italie-France)	2 stations (surface totale : 7000 m <sup>2</sup> )
<b>Ruppie maritime</b> <i>Ruppia maritima</i>		X		Non évalué. Espèce dépendant d'un habitat sensible en PACA	24 dépts. dont 22 côtiers : Manche, Atlantique, Méditerranée, Corse	Cosmopolite	1 station (5 m <sup>2</sup> )
<i>Lamprothamnium papulosum</i>				Non évalué. Espèce considérée menacée à des degrés divers dans plusieurs pays d'Europe	Méd - Atl (environ 8 dépts côtiers métropolitains + Haute Corse)	Côtes de l'Europe, Afrique du Nord et du Sud, Australie, Nouvelle Zélande, Chine	3 stations (environ 3000 m <sup>2</sup> )



## 5.4. La faune

### 5.4.1. La faune invertébrée

Seules les données portant sur les invertébrés aquatiques ont été traitées dans le cadre de l'état écologique initial. Parmi les espèces signalées, *Branchinella spinosa* a été observé dans le secteur du Fangassier durant les années 80 (Thiéry et Gasc, 1991). Ce crustacé branchiopode (Anostracé) semble très rare en France, avec seulement deux stations connues (l'autre station étant le salin du Caban à Fos-sur-Mer).

Les données sur les invertébrés terrestres n'ont pas été traitées, toutefois très peu de données se rapportant à la zone d'étude sont disponibles dans la littérature. Il existe cependant de nombreuses études sur les invertébrés camarguais qui ont été réalisées dans les mêmes types de milieux et qui peuvent donner une indication sur le potentiel d'accueil des compartiments concernés.

Une grande richesse spécifique est rencontrée dans le delta du Rhône, favorisée par la mosaïque des différents milieux naturels déterminée par les variations de salinité et d'altitude. A l'intérieur de la zone d'étude, la présence d'espèces à forte valeur patrimoniale est probable, en particulier dans les sansouires, les steppes salées, les dunes blanches, les dunes grises, les bas-marais dunaires et les plages (incluant les laisses de mer). Les groupes taxonomiques présentant des enjeux de conservation potentiels incluent notamment les coléoptères, les hétérocères et les araignées.

Les insectes jouent d'autre part un rôle majeur au sein des chaînes alimentaires et certaines espèces, comme les diptères, sont un des maillons essentiels de la richesse faunistique de la Camargue.

### 5.4.2. La faune vertébrée

#### 5.4.2.1. Les poissons

L'anguille (*Anguilla anguilla*) est la seule espèce est inscrite à la liste rouge mondiale des espèces menacées de l'UICN : elle est considérée « en danger critique d'extinction » en raison d'un déclin important intervenant depuis plusieurs décennies. Les causes de la régression de cette espèce sont multiples : surpêche, limitation de son aire de distribution à cause des obstacles construits sur les cours d'eau, polluants, changements océaniques et introduction d'un parasite, *Anguillicola crassus*. Elle bénéficie désormais d'un plan de gestion dans tous les pays de l'Union européenne visant à réduire toutes les causes de mortalité (y compris la pêche) et à réduire les problèmes de franchissement sur leurs voies de colonisation des milieux. Le plan de gestion français pour l'Anguille a été approuvé le 15 février 2010. Cette espèce est présente dans une partie des étangs de la zone d'étude.

L'**Alose feinte du Rhône** (*Alosa fallax rhodanensis*) est classée « Vulnérable » dans la liste rouge des poissons d'eau douce menacés de France métropolitaine (UICN France *et al.*, 2010). Ce poisson de la famille des harengs (Clupéidés) est une espèce migratrice anadrome remontant les fleuves de février à juin pour se reproduire. La dévalaison des alosons a lieu au début de l'hiver. Cette espèce avait été signalée à la station de pompage de Beauduc dans les années 60 et pourrait être présente au moins occasionnellement dans certains étangs au cours de ses migrations.

Tableau 50 : Evaluation patrimoniale des poissons.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Habitats	Statut de menace UICN France	Statut de menace UICN Monde
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>		CR	CR
Alose feinte	<i>Alosa fallax</i>	Annexes 2 et 5	V	DD

**Annexe 2** : Espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

**Annexe 5** : Espèces dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

**CR** = En Danger Critique ; **VU** = Vulnérable ; **DD** = Données insuffisantes.



### 5.4.4.2. Les amphibiens

Les peuplements d'amphibiens présents sur la zone d'étude sont caractérisés par une très faible richesse spécifique. Compte tenu des connaissances actuellement disponibles, seul le **Crapaud calamite** constitue un enjeu de conservation avéré.

Cette espèce monotypique a une répartition strictement européenne qui s'étend de la péninsule Ibérique au sud-ouest aux Pays Baltes au nord, en passant par la France, le Bénélux, l'Allemagne et le sud de la Suède. Elle est considérée comme abondante dans la région méditerranéenne française. Toutefois, dans le delta du Rhône, le « Crapaud des joncs » est actuellement localisé aux espaces laguno-marins, où il est une espèce pionnière recherchant une végétation ouverte et rase et la présence de sols sableux.



Crapaud calamite, Camargue. Photo : N. Beck.

Les facteurs de déclin souvent évoqués pour cette espèce sont les aménagements (en particulier sur le littoral) et l'embroussaillage des milieux ouverts.

Actuellement, deux populations importantes sont encore présentes en Camargue : celle des anciens salins du Caban (Golfe de Fos), estimée en 2008 entre 4500 et 5200 mâles chanteurs (Olivier A. *com. pers.*) et celle des milieux arrière-dunaires du golfe de Beauduc. La zone d'étude abrite la plus importante population connue dans l'île de Camargue et la seconde de l'ensemble du delta (après celle du Caban). Aucune mesure spécifique n'est à prévoir en dehors du maintien en l'état des habitats terrestres et aquatiques.

Le **Pélobate cultripède** signalé dans les années 70, n'a pas été retrouvé, cependant des prospections complémentaires doivent être effectuées, afin de confirmer sa disparition.

**Tableau 51** : Statut de protection et de conservation des espèces d'amphibiens.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Protection en France	Directive Habitats	Statut de menace UICN France <sup>1</sup>	Statut de menace UICN Monde	Statut sur la zone d'étude
Crapaud calamite	<i>Bufo calamita</i>	X	Annexe 4			Commun
Rainette méridionale	<i>Hyla meridionalis</i>	X	Annexe 4			Rare et localisée
Pélobate cultripède	<i>Pelobates cultripes</i>	X	Annexe 4	VU	NT	Eteint ?

**Annexe 4** : Espèces qui nécessitent une protection stricte, sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne.

**Annexe 5** : Espèces dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

**VU** = Vulnérable ; **NT** = Quasi-Menacé ; **DD** = Données insuffisantes.

<sup>1</sup> D'après UICN France & MNHN, 2008.

### 5.4.2.3. Les reptiles

Le secteur des salins et anciens salins présente une importance particulière pour la conservation du **Psammodrome d'Edwards** (*Psammodromus hispanicus*) en raison des vastes superficies de milieux dunaires favorables et de l'abondance de l'espèce dans les secteurs de Galabert, Val Agricola, Beauduc, Sablons et Platelet. Les importantes populations présentes dans la Réserve Naturelle de Camargue (Chabrun, 1999 ; Lombardini, 2000) et dans une moindre mesure dans les massifs dunaires des propriétés départementales (BRL ingénierie, Tour du Valat & SNPN, 2010) sont situées en continuité des populations rencontrées dans la zone d'étude. Ce petit lézard est une espèce spécialiste des massifs dunaires littoraux. Ces milieux ont fortement régressé au cours des dernières décennies en Méditerranée du fait de l'intense phénomène d'urbanisation du littoral. Les populations qui occupent les massifs dunaires sont ainsi très



fragmentées et certaines ont disparu. Il est classé « quasi menacé » dans la liste rouge de la faune menacée de France Métropolitaine (UICN France & MNHN, 2008).

**Le Lézard ocellé** (*Timon lepidus*), espèce rare en Camargue, pourrait être présent dans les dunes grises fixées. Il est trouvé dans ce type de milieu en particulier en présence de fortes densités de Lapin de garenne (ex : île d'Oléron). Une observation « d'un grand lézard de couleur verte » en 2011 dans les montilles du Platelet (Arnassant S. *com. pers.*) pourrait potentiellement se rattacher à cette espèce.



Psammodrome d'Edwards. Photo : O. Pineau.

#### **5.4.2.4. Les oiseaux**

Au moins 256 espèces ont été observées à l'intérieur de la zone d'étude (*cf.* liste en annexe 12). Parmi celles-ci, au moins 162 sont contactées régulièrement et 94 sont occasionnelles, accidentelles ou disparues. Au moins 38 espèces sont nicheuses de façon certaine et 4 sont nicheurs possibles (Faisan de colchide, Pigeon ramier, Coucou geai, Rossignol philomèle).

##### **5.4.2.4.1. Les oiseaux nicheurs**

L'avifaune nicheuse est caractérisée par une faible richesse spécifique (38 espèces nicheuses certaines) et un faible nombre d'espèces nicheuses régulières (27). Les peuplements nicheurs sont cependant remarquables car ils comprennent une proportion importante d'espèces rares ou menacées en France et qui sont inféodées aux milieux lagunaires et littoraux (17).

Parmi les espèces nichant de façon régulière ou occasionnelle sur la zone d'étude, 12 sont inscrites en annexe 1 de la Directive Oiseaux et 7 ont un statut de conservation défavorable en France (tableau 52).

**Tableau 52** : Evaluation patrimoniale de l'avifaune nicheuse.

Nom français	Annexe 1 Dir. Oiseaux	Statut Liste rouge de France métropolitaine*	Statut sur la zone d'étude
Flamant rose	X	En danger	Nicheur régulier
Tadorne de Belon			Nicheur régulier
Huïtrier-pie			Nicheur régulier
Avocette élégante	X		Nicheur régulier
Echasse blanche	X		Nicheur occasionnel
Gravelot à collier interrompu	X	Quasi menacé	Nicheur régulier
Chevalier gambette			Nicheur régulier
Mouette mélanocéphale	X		Nicheur occasionnel
Mouette rieuse			Nicheur régulier
Goéland railleur	X	En danger	Nicheur occasionnel
Sterne hansel	X	Vulnérable	Nicheur occasionnel
Sterne caspienne	X		Nicheur accidentel
Sterne caugek	X	Vulnérable	Nicheur régulier
Sterne pierregarin	X		Nicheur régulier
Sterne naine	X		Nicheur régulier
Coucou geai		Quasi menacé	Nicheur ?
Alouette calandrelle	X	Quasi menacé	Nicheur disparu ?
Pipit rousseline	X		Nicheur régulier
Fauvette à lunettes		En danger	Nicheur régulier
Linotte mélodieuse		Vulnérable	Nicheur régulier
Bruant proyer		Quasi menacé	Nicheur régulier ?

\* D'après UICN *et al.*, 2011



## Flamant rose

La zone d'étude accueille depuis les années 70 et presque chaque année l'unique colonie de reproduction du Flamant rose en France. La colonie comptait en moyenne 11500 couples nicheurs durant la période 2000-2009, ce qui représente une moyenne de 31% (et jusqu'à 55%) des effectifs nicheurs européens et une moyenne de 29% de la population nicheuse en Méditerranée occidentale (incluant la Tunisie et l'Algérie). Les effectifs nicheurs sur l'étang du Fangassier dépassent largement le seuil d'importance internationale fixé actuellement à 3000 oiseaux. Après avoir connu un accroissement, la population est actuellement stable. En Europe, seulement 7 sites réguliers de nidification étaient répertoriés à la fin des années 2000 : 3 en Italie, 3 en Espagne, 1 en France.

## Les charadriiformes coloniaux

Pour 8 espèces, la zone d'étude a accueilli à plusieurs reprises des effectifs importants à l'échelle de la Camargue et de la France (cf. tableau 53) et même, certaines années, la totalité de l'effectif de Mouette mélanocéphale, Goéland railleur et Sterne hansel nichant en France. Des colonies importantes se sont installées la plupart des années de la fin des années 60 jusqu'à 2001. Les grosses colonies ont cependant déserté le site depuis cette date.

La zone d'étude a été l'un des tous premiers sites de reproduction de la Mouette mélanocéphale en France (en 1970) et elle a accueilli encore récemment (2000 et 2001) plus de 80% de ses effectifs nicheurs en France.

Les effectifs nicheurs de Sterne hansel ont dépassé le seuil d'importance internationale (fixé à 180 oiseaux par Delany *et al.*, 2009) en 2000 et 2001. Les effectifs de Sterne caujek ont dépassé le seuil d'importance internationale (fixé à 1700) en 1985, 1993 et 2001.

La reproduction d'un couple de Sterne caspienne en 2004 constitue pour cette espèce, l'unique cas de nidification confirmé en France.



Couple de Sterne caujek, Beauduc. Photo: M. Thibault



Goéland railleur, Etang du Galabert. Photo: M. Thibault.

Tableau 53 : Petits charadriiformes coloniaux : Effectifs nicheurs sur la zone d'étude comparés aux effectifs en Camargue et en France (période 1956 – 2010).

Année	Mouette rieuse			Mouette mélanocéphale			Goéland raileur			Sterne pierregarin			Sterne naine			Sterne caugek			Sterne hansel			Avocette		
	Effectif Zone d'étude	En % Effectif Camargue	En % Effectif France	Effectif Zone d'étude	En % Effectif Camargue	En % Effectif France	Effectif Zone d'étude	En % Effectif Camargue	En % Effectif France	Effectif Zone d'étude	En % Effectif Camargue	En % Effectif France	Effectif Zone d'étude	En % Effectif Camargue	En % Effectif France	Effectif Zone d'étude	En % Effectif Camargue	En % Effectif France	Effectif Zone d'étude	En % Effectif Camargue	En % Effectif France	Effectif Zone d'étude	En % Effectif Camargue	En % Effectif France
1956	1	0,3%	-	0			0			405	14%	-	0			0			0			0		
1957	7	-	-	0			0			180	-	-	108	-	-	0			0			52	-	-
1962	137	2%	-	0			0			95	5%	-	0			0			0			87	12%	-
1967	623	14%	4,3%(1)	0			1	100%	100%(1)	261	24%	-	146	29%	-	128	45%	-	166	100%	100%	195	35%	-
1969	822	11%	5,7% (1)	0			0			140	14%	-	34	12%	-	419	95%	-	103	49%	49%	227	39%	-
1970	605	6%	2,4% (2)	1	50%	50% (2)	0			186	10%	-	90	23%	-	450	99%	9% (16)	5	7%	7%	244	30%	16 - 24% (20)
1973	730	11%	2,9% (2)	0			0			207	15%	-	152	43%	-	134	43%	-	40	29%	29%	118	29%	7 - 12% (20)
1976	1731	22%	-	5	71%	-	1	8%	8%	292	19%	-	86	19%	-	450	43%	-	50	25%	25%	340	40%	22 - 34% (20)
1979	2539	36%	-	2	29%	-	13	100%	100%	31	3%	0,9% (8)	138	55%	17% (8)	39	6%	0,7% (17)	150	75%	75%	215	43%	14 - 21% (20)
1982	5297	53%	15 % (3)	13	100%	-	0			481	27%	9,8% (9)	30	9%	2,7% (9)	1250	97%	21% (17)	0			0		
1985	1514	28%	4,3% (3)	22	96%	-	6	35%	35%	628	39%	16,2% (10)	92	28%	7,7% (10)	1000	100%	17% (17)	0			154	40%	9,4 - 10% (21)
1988	635	9%	-	4	11%	-	224	78%	78%	352	27%	7,6% (11)	41	16%	3,6% (11)	489	76%	7,4% (11)	0			109	22%	-
1991	84	2%	-	0			0			142	13%	-	57	15%	-	2	0,1%	-	0			126	26%	-
1992	290	22%	-	0			0			235	-	-	109	-	-	0			0			90	-	-
1993	470	12%	-	10	3%	-	0			84	11%	-	112	31%	-	1056	66%	-	0			188	31%	-
1994	178	6%	-	11	4%	-	0			19	2%	-	83	23%	-	828	53%	-	0			179	35%	-
1995	36	1%	-	0			0			99	10%	-	21	10%	-	83	7%	-	0			111	20%	4,4% (22)
1997	121	4%	0,3% (4)	0	0%	-	0			118	12%	2,5% (12)	49	20%	3,5% (12)	0	0%		0			116	25%	4,6% (22)
1998	150	5%	0,4% (4)	25	2%	<2% (4)	0			177	15%	3,6% (13)	91	21%	5,1% (13)	0	0%		0			52	11%	-
1999	271	13%	0,7% (4)	13	1%	<1% (4)	0			25	2%	-	105	64%	-	62	5%	0,9% (18)	3	1%	1%	68	19%	-
2000	484	43%	1,3% (5)	1876	100%	<86% (6)	419	49%	49%	137	17%	-	135	65%	6,3% (5)	66	6%	1% (19)	257	96%	96%	100	43%	3,5% (23)
2001	479	49%	1,3% (5)	1895	98%	83% (7)	384	44%	44%	162	29%	3% (14)	55	66%	2,6% (5)	1088	96%	15,7% (19)	185	55%	55% (7)	153	51%	3,5% (23)
2002	0			0			0			0			0			0			0			0		
2003	0			0			0			0			0			0			0			0		
2004	0			0			0			0			0			0			0			0		
2005	0			0			0			0			0			0			0			0		
2006	0			0			0			0			0			0			0			0		
2007	0			0			0			25	7%	0,5% (14)	9	6%	-	0			0			0		
2008	0			0			0			0			2	2%	-	0			0			0		
2009	0			0			0			48	9%	<0,9%(15)	10	4%	0,5% (15)	0			0			0		
2010	0			0			0			0			2	1%	0,1% (15)	0			0			0		

En gras : effectifs et % les plus importants - : non renseigné

Les effectifs donnés pour la zone d'étude et la Camargue sont issus des résultats de recensements de la *Tour du Valat* et des *Amis des Marais du Vigueirat*

- (1) D'après l'estimation de l'effectif national à la fin des années 60 (Cadiou et al 2004)
- (2) D'après l'estimation de l'effectif national dans les années 1970 - 1975 (Cadiou et al 2004)
- (3) D'après l'estimation de l'effectif national au début des années 1980 (Cadiou et al 2004)
- (4) D'après l'estimation de l'effectif national à la fin des années 90 (Cadiou et al., 2004)
- (5) D'après l'estimation de l'effectif national au début des années 2000 (Dubois et al., 2008)
- (6) D'après l'estimation de l'effectif national au début des années 2000 (Cadiou et al., 2004)
- (7) D'après l'estimation annuelle de l'effectif national (de Seynes et al., 2010 ; 2011)
- (8) D'après l'estimation de l'effectif national en 1978 - 1980 (Cadiou et al., 2004)

- (9) D'après l'estimation de l'effectif national en 1982 (Cadiou et al., 2004)
- (10) D'après l'estimation de l'effectif national en 1985 (Cadiou et al., 2004)
- (11) D'après l'estimation de l'effectif national en 1987-88 (Cadiou et al., 2004)
- (12) D'après l'estimation de l'effectif national en 1997 (Cadiou et al., 2004)
- (13) D'après l'estimation de l'effectif national en 1998 (Cadiou et al., 2004)
- (14) D'après l'estimation de l'effectif national dans les années 2000 (Dubois et al., 2008)
- (15) D'après l'estimation de l'effectif national en 2009-2010 (Cadiou et al., 2011)
- (16) D'après l'estimation de l'effectif national en 1970 (Cadiou et al., 2004)

- (17) D'après l'estimation de l'effectif national en 1979 (Cadiou et al., 2004)
- (18) D'après l'estimation de l'effectif national en 1999 (Cadiou et al., 2004)
- (19) D'après l'estimation de l'effectif national en 2000 (Cadiou et al., 2004)
- (20) D'après l'estimation de l'effectif national dans les années 70 (Dubois et al., 2008)
- (21) D'après l'estimation de l'effectif national en 1984 (Dubois et al., 2008)
- (22) D'après l'estimation de l'effectif national en 1996 (Dubois et al., 2008)
- (23) D'après l'estimation de l'effectif national dans les années 2000 (Dubois et al., 2008)



## Autres espèces nicheuses

Deux autres espèces nicheuses atteignent des effectifs d'importance nationale : le Gravelot à collier interrompu et la Fauvette à lunettes (cf. tableau 54).

**Tableau 54** : Autres espèces d'oiseaux nicheurs : évaluation quantitative des effectifs

Nom français	Annexe 1 Dir. Oiseaux	Statut Liste rouge France*	Effectifs estimés (en nombre de couples)		Effectifs zone d'étude en % effectifs Camargue	Effectifs en France (en nombre de couples)	Effectifs zone d'étude en % effectifs France
			Zone d'étude	Camargue			
Tadorne de Belon			9 - 24 (en 2010)	> 500 (1)	<5%	3000 (2)	<1%
Huîtrier-pie			7 (en 2008) 8 (en 2010)	< 100 (1)	> 7%	1100 - 1200 (2)	<1%
Gravelot à collier interrompu	X	NT	44 (en 2008) >10 (en 2010) >16 (en 2011)	> 300 (3)	3 - 14%	1200 - 1600 (1)	0,6 - 3,6 %
Chevalier gambette			4 (en 2008)	60 (7)	6%	1400 (3)	<1%
Fauvette à lunettes		EN	15-20 (en 2010)	250 - 500 (5)	3-8%	550 - 1350 (4)	1 - 3,6 %

\* D'après UICN *et al.*, 2011

NT : Quasi-Menacé

EN : En Danger

(1) Effectif estimé au début des années 2000, d'après Dubois et al. (2008).

(2) Effectif estimé dans les années 2000, d'après Dubois et al. (2008).

(3) Effectif estimé en 1996, d'après Dubois et al. (2008).

(4) Effectif estimé à la fin des années 2000, d'après Bailleul (2009), modifié.

(5) Effectif estimé à la fin des années 2000, M. Thibault comm. pers.



Fauvette à lunettes, Camargue. Photo : M. Thibault.



Gravelot à collier interrompu, Fangassier. Photo : M. Thibault.

### 5.4.2.4.2. Les oiseaux migrateurs et hivernants

Parmi les espèces migratrices et hivernantes dont la présence est régulière à l'intérieur de la zone d'étude, 39 sont inscrites en annexe 1 de la directive Oiseaux, 7 ont un statut de conservation défavorable en France et 3 sont considérées quasi-menacées à l'échelle mondiale (tableau 55).

**Tableau 55** : Avifaune migratrice et hivernante : Liste des espèces patrimoniales régulièrement présentes sur le site

Nom français	Statut sur la zone d'étude	Annexe 1 Dir. Oiseaux	Catégorie Liste rouge France*		Catégorie Liste rouge mondiale**
			Hivernant	De passage	
Aigrette garzette	MR, ER, HR	X			
Grande Aigrette	MR, ER, HR	X			
Héron pourpré	MR ?	X			
Spatule blanche	ER	X	VU		
Flamant rose	NR, MR, HR	X			
Sarcelle d'été	MR			NT	
Bondrée apivore	MR	X			
Milan noir	ER, MR	X			
Circaète Jean-le-Blanc	ER	X			
Busard des roseaux	MR, ER	X			
Busard Saint-Martin	MR, HR	X			
Busard cendré	MR	X			
Balbusard pêcheur	MR, HO	X			
Faucon kobez	MR	X			NT
Faucon émerillon	MR, HR	X			
Faucon d'Eléonore	MR	X			
Faucon pèlerin	MR, HR	X			
Avocette élégante	NR, MR, HR	X			
Echasse blanche	MR	X			
Gravelot à c. interrompu	NR, MR, HR	X			
Pluvier doré	HR	X			
Bécasseau maubèche	MR		NT		
Combattant varié	MR	X		NT	
Barge rousse	MR, HR	X			
Courlis corlieu	MR, HA			VU	
Courlis cendré	MR, ER, HR				NT
Chevalier sylvain	MR	X			
Phalarope à bec étroit	MR	X			
Mouette mélanocéphale	MR	X			
Goéland railleur	MR, HR	X			
Sterne hansel	ER, MR	X			
Sterne caspienne	ER, MR	X		NT	
Sterne caugek	MR, HR	X			
Sterne pierregarin	MR	X			
Sterne naine	MR	X			
Guifette noire	MR	X			
Hibou des marais	MR, HO	X			
Engoulevent d'Europe	MR	X			
Martin-pêcheur d'Europe	MR, HR	X			
Alouette calandrelle	MR	X			
Fauvette pitchou	MR, HR	X			NT
Pie-grièche écorcheur	MR	X			
Bruant ortolan	MR	X		EN	

\* D'après UICN et al., 2011.

\*\* D'après <http://www.birdlife.org/datazone/home>

M : Migrateur ; H : Hivernant ; R : Régulier ; O : Occasionnel

EN : En danger ; VU : Vulnérable ; NT : Quasi menacé



## Les anatidés migrateurs et hivernants

Seuls les effectifs hivernants de tadornes de Belon et de canard siffleurs sont significatifs à l'échelle de la Camargue et du territoire national (tableau 56). Les effectifs de tadornes de Belon sont proches du seuil d'importance internationale (1%).

**Tableau 56** : Anatidés hivernants : Evaluation des effectifs dénombrés aux comptages de janvier (période 2007-2010).

	Effectifs dans la zone d'étude (1)		% Effectifs Camargue (2)		% Effectifs France (3)		% Effectifs internationaux (4)	
	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moy.	Max.
Tadorne de Belon	622	724	n.r.	n.r.	1,1%	1,3%	0,8%	0,9%
Canard siffleur	1007	1760	11%	21%	2,2%	4,0%	0,3%	0,6%

(1) données *Tour du Valat*.

(2) d'après Gauthier-Clerc / *Tour du Valat*.

(3) D'après Deceuninck & Maillet (2008-2011).

(4) D'après Delany *et al.* (2009).

## Les limicoles migrateurs et hivernants

La zone d'étude est l'un des sites majeurs pour l'hivernage des limicoles à l'échelle de la Camargue et du littoral méditerranéen français (tableau 57). Les effectifs des avocettes élégantes, des gravelots à collier interrompu et des bécasseaux minutes atteignent régulièrement en hiver le seuil d'importance nationale (1%). Le site accueille certaines années plus de 1% des limicoles hivernants (toutes espèces) dénombrés en France.

Seuls les effectifs d'avocettes élégantes dépassent certaines années 1% des effectifs internationaux.



Courlis cendré, Camargue. Photo : M. Thibault.



**Tableau 57** : Limicoles hivernants : Evaluation des effectifs dénombrés aux comptages de janvier (période 2007-2010).

	Effectifs dans la zone d'étude (1)		% Effectifs Camargue (2)		% Effectifs littoral méditerranéen français (2)		% Effectifs France (2)		% Effectifs internationaux (3)	
	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moy.	Max.
Huîtrier pie	14	26	72%	100%	69%	100%	-	-	-	-
Pluvier argenté	262	537	36%	76%	25%	50%	0,9%	<b>1,9%</b>	0,1%	0,2%
Pluvier doré	200	755	25%	94%	18%	67%	0,9%	3,4%	-	-
Avocette élégante	338	1332	19%	77%	12%	49%	<b>1,9%</b>	<b>7,1%</b>	0,5%	<b>1,8%</b>
Gravelot à c. interrompu	19	59	24%	73%	8%	28%	<b>5,8%</b>	<b>19,7%</b>	-	-
Courlis cendré	140	430	22%	50%	20%	49%	0,7%	<b>2,1%</b>	-	-
Chevalier gambette	10	14	7%	14%	5%	7%	0,2%	0,3%	-	-
Bécasseau minute	236	466	23%	43%	16%	38%	<b>14,9%</b>	<b>36,6%</b>	-	0,15%
Bécasseau variable	2264	4904	30%	60%	22%	45%	0,8%	2,0%	0,17%	0,36%
Bécasseau sanderling	42	29	64%	78%	46%	78%	0,2%	0,3%	-	-
<b>LIMICOLES (TOUTES ESPECES)</b>	<b>3707</b>	<b>7908</b>	<b>25%</b>	<b>58%</b>	<b>15%</b>	<b>34%</b>	<b>0,7%</b>	<b>1,6%</b>	-	-

- : non significatif (effectifs sur la zone d'étude inférieurs à 0,1%).

(1) données *Tour du Valat*

(2) d'après Mahéo (2007, 2008, 2009, 2010)

(3) D'après Delany et al. (2009).

Le site accueille une diversité importante de limicoles en période de migration (cf. tableau 58), avec sur la période considérée, 15 espèces régulièrement présentes en période de migration pré-nuptiale et 24 en période de migration post-nuptiale. En l'absence de recensements exhaustifs effectués en période de migration sur les sites du littoral français, il n'est pas possible d'évaluer à l'échelon national, l'importance numérique des effectifs transitant sur le secteur des anciens salins. A l'échelon international, les effectifs de gravelots à collier interrompu dénombrés en période de migration post-nuptiale dépassent régulièrement 1% des effectifs internationaux. Ce seuil est atteint irrégulièrement par l'Avocette élégante.

**Tableau 58** : Limicoles en période de migration : Evaluation des effectifs.

	Passage pré-nuptial (5 comptages durant les mois d'avril et mai)(1)		En % des effectifs internationaux (3)		Passage post-nuptial (15 comptages durant les mois de juillet à octobre)(2)		En % des effectifs internationaux (3)	
	Moy	Max	Moy	Max	Moy	Max	Moy	Max
Echasse blanche	24	37	-	-	36	184	0,05%	0,24%
Avocette élégante	3	9	-	-	294	918	0,40%	<b>1,26%</b>
Huitrier pie	10	48	-	-	6	20	-	-
Pluvier argenté	3	12	-	-	74	368	-	0,15%
Vanneau huppé	0	0	-	-	1	9	-	-
Grand Gravelot	190	296	0,26%	0,41%	391	1192	0,54%	1,63%
Petit Gravelot	0	0	-	-	51	190	-	-
Gravelot à c. interrompu	46	64	-	-	681	1543	<b>1,03%</b>	<b>2,34%</b>
Bécasseau sanderling	19	45	-	-	42	241	-	0,20%
Bécasseau minute	398	1131	0,13%	0,38%	908	2385	0,30%	0,80%
Bécasseau de temminck	0	0	-	-	1	5	-	-
Bécasseau variable	867	2566	0,07%	0,19%	1191	2751	-	0,21%
Bécasseau cocorli	34	133	0,00%	0,01%	347	2488	-	0,25%
Bécasseau falcinelle	0	0	-	-	0	1	-	-
Bécasseau maubèche	0	0	-	-	2	17	-	-
Bécasseau tacheté	0	0	-	-	0	1	-	-
Bécasseau rousset	0	0	-	-	0	2	-	-
Combattant varié	0	0	-	-	0	4	-	-
Bécassine des marais	0	0	-	-	0	3	-	-
Courlis corlieu	1	2	-	-	2	14	-	-
Courlis cendré	2	6	-	-	53	116	-	-
Barge rousse	1	4	-	-	5	25	-	-
Barge à queue noire	0	0	-	-	1	13	-	-
Chevalier arlequin	0	0	-	-	0	3	-	-
Chevalier gambette	1	2	-	-	13	101	-	-
Chevalier aboyeur	0	1	-	-	11	62	-	-
Chevalier sylvain	0	0	-	-	2	22	-	-
Chevalier culblanc	0	0	-	-	0	3	-	-
Chevalier guignette	0	0	-	-	15	43	-	-
Tourneperre à collier	4	19	-	-	2	16	-	-
Phalarope à bec étroit	0	0	-	-	1	5	-	-
<b>LIMICOLES (TOUTES ESPECES)</b>	<b>1604</b>	<b>4097</b>			<b>4172</b>	<b>7193</b>		

(1) recensements réalisés en 2010 (21-23 avril et 12 mai) et 2011 (3, 9 et 17 mai).

(2) recensements réalisés en 2007 (27 juillet, 14 et 28 août, 13 septembre, 2 octobre), 2010 (11-12 août) et 2011 (4-5, 12, 18 et 26 août, 8, 16, 23 et 30 septembre, 14 octobre).

(3) d'après les seuils définis par Delany *et al.* (2009).

- : non significatif (effectifs sur la zone d'étude inférieurs à 0,1%).

## Autres espèces migratrices et hivernantes

Le seuil d'importance internationale est régulièrement dépassé par les effectifs de Flamant rose hivernants sur la zone d'étude (tableau 59). Il est dépassé au moins occasionnellement par la Spatule blanche et la Sterne hansel en période de dispersion post-nuptiale des oiseaux nichant en Camargue et par la Sterne caspienne durant sa migration post-nuptiale.

**Tableau 59** : Autres espèces d'oiseaux migrateurs ou hivernants : évaluation quantitative

Nom français	Effectifs recensés sur la zone d'étude		Seuil d'importance internationale (1)
	Moy.	Max.	
Spatule blanche	-	131 (août 2011)	113
Flamant rose	3952 (mois de janvier, de 2007 à 2010)	6371 (janvier 2009)	3000
Sterne hansel	-	1044 (août 2010)	180
Sterne caspienne	-	141 (sept 1998), 108 (sept 2011)	95

(1) d'après Delany *et al.*, 2009

### 5.4.2.5. Les mammifères

Le principal enjeu de conservation porte sur le **Lapin de garenne** (*Oryctolagus cuniculus*). Cette espèce a une répartition qui s'étend à l'Europe occidentale et centrale et à l'Afrique du Nord ; il est introduit en Nouvelle-Zélande, en Australie et en Amérique du sud. Dans une partie de son aire naturelle de répartition, et notamment en Camargue, ses populations ont connu un déclin spectaculaire résultant de deux épizooties (myxomatose et VHD - Viral Hemoragic Disease). En Camargue, les populations de Lapin de garenne jouent un rôle important, d'une part en contribuant à maintenir ouverts certains milieux herbacés et d'autre part, en constituant une part significative du régime alimentaire de plusieurs prédateurs.

**Tableau 60** : Evaluation patrimoniale des mammifères.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut de menace France
Lapin de garenne	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	QM
Crocidure des jardins	<i>Crocidura suaveolens</i>	QM

Légende : QM = Quasi-Menacé.

## 6. Perspectives d'évolution du patrimoine naturel

### 6.1. Facteurs et tendances d'évolution des conditions écologiques sur la zone d'étude

L'un des facteurs majeurs d'évolution des conditions écologiques est le **rétablissement de la dynamique côtière**, couplée sur le long terme avec **l'augmentation du niveau marin**. Depuis 2009, la dynamique côtière s'exprime déjà de façon spectaculaire dans la partie sud du site, l'érosion du littoral provoquant la **multiplication des brèches** sur les digues situées en front de mer.

Avec l'abandon de la protection côtière, on assistera à moyen terme à un **recul du trait de côte assez rapide au sud**, comme le montrent les chiffres obtenus sur la période antérieure aux équipements de protection (Suanez, 1997). Cette évolution renforcera le transit sédimentaire, notamment en direction de Beauduc, avec à long terme (50 ou 100 ans), **un colmatage du fond du golfe de Beauduc qui pourrait être important** (Suanez *et al.*, 1999). A l'intérieur de la zone d'étude, l'abandon de la protection côtière provoque déjà le rétablissement des intrusions marines, celles-ci se traduisant dans l'immédiat par une **« marinisation »** des étangs de Sainte Anne et de Beauduc. A court terme, et sur l'ensemble des espaces situés à l'extérieur de la digue à la mer, les intrusions marines vont également provoquer des **modifications importantes de l'hydrologie** (niveaux et salinité des eaux de surface et de la nappe), une **remobilisation des sédiments** (dunes, îlots, fonds des étangs et anciens partènements) et **la dégradation des digues et des ouvrages**.

Ces changements vont interagir avec **l'arrêt de la gestion hydraulique salicole**, cette dernière ayant pour corolaire une **hydrologie moins dirigée**, **l'arrêt des évacuations forcées des eaux de pluie** et bien sur également, des **modifications importantes dans les périodes de mise en eau et d'assèchement des habitats côtiers et des salinités des eaux et du sédiment**.

Ces changements des conditions environnementales seront (et sont déjà) considérables et vont entraîner des modifications des habitats et de la flore, ainsi que des changements importants d'usage par la faune. Ils se juxtaposeront également **aux choix d'aménagement et de gestion hydraulique qui seront pris sur la zone d'étude**, pour lesquels trois options, qui peuvent être envisagées de façon indépendante ou complémentaire, sont identifiées :

- le **décloisonnement des étangs** : celui-ci entraînera une augmentation des échanges hydrauliques, avec plus ou moins de maîtrise des niveaux et des salinités en fonction des ouvrages qui seront mis en place,
- les **reconnexions avec l'hydro-système Vaccarès et la mer** : initiées en 2011 avec la mise en place d'un ouvrage entre le Tampan et le Galabert, celles-ci pourraient se traduire par une augmentation considérable des apports d'eau saumâtre et d'eau de mer,
- les **apports d'eau douce** : initiés en 2011 également pour maintenir le Fangassier en eau en été à partir du canal du Versadou, ces apports pourraient, selon l'importance des volumes introduits et des stocks de sel évacués, entraîner un adoucissement important des secteurs concernés.

Ces différentes options sont donc susceptibles de jouer également un rôle majeur dans l'évolution des conditions écologiques (niveaux d'eau et salinités) de la zone d'étude.

D'autres facteurs d'évolution, ceux-là « secondaires », sont également identifiés :

- les **végétaux exotiques envahissants** (Herbe de la pampa, Sénéçon en arbre, griffes de Sorcière, Faux-indigo principalement). La dynamique de ces espèces est difficile à prédire sur le site, cependant l'extension et la multiplication des secteurs colonisés semble probable en l'absence d'action de limitation ;
- le **Goéland leucopnée** : la diminution des effectifs nicheurs de cette espèce concurrente des autres laro-limicoles coloniaux devrait s'accélérer, d'une part en raison de facteurs extérieurs (fermeture des décharges) et d'autre part en raison du rétablissement de l'instabilité des conditions environnementales sur le site ;
- les **sangliers** : la tendance est à l'augmentation en Camargue ;
- les **lapins de garenne** : les populations sont aujourd'hui très réduites en Camargue et bien qu'elles ne montrent pas, pour l'heure, de développement de résistances aux maladies (myxomatose, VHD), la



dynamique démographique de cette espèce ne peut être prédite sur le long terme. L'herbivorie par les lapins est un facteur déterminant de la dynamique de la végétation de nombreux milieux naturels, notamment les dunes fixées.

Enfin, de **nombreux usages exercés sur le site ou sa périphérie** interagissent avec les écosystèmes ou les populations d'espèces :

- les activités de prélèvement (pêche professionnelle, pêche à pied, chasse),
- la cabanisation en périphérie,
- les activités de plein air (tourisme balnéaire, kite surf, quad et moto-cross),
- le développement éventuel, à l'intérieur de la zone d'étude, de nouvelles activités socio-économiques comme le tourisme.

La conservation du patrimoine naturel sur le périmètre d'étude devrait inclure :

- une gestion renforcée de la circulation des véhicules, y compris sur les axes menant au golfe de Beauduc,
- le renforcement de la réglementation et de la surveillance des usages exercés dans les anciens salins, du fait de l'acquisition par le *Conservatoire du Littoral*. Du fait de la multiplication des brèches et du rétablissement des intrusions marines, une partie des terrains acquis par le *Conservatoire du Littoral* (notamment le secteur des Sablons) pourrait toutefois être reclassé en Domaine Public Maritime,
- le renforcement de l'encadrement des usages sur le DPM, avec notamment la mise en œuvre d'un schéma de gestion (actuellement en cours de réalisation).

Le devenir du hameau de Beauduc est également à prendre en compte, la tendance allant plutôt vers la patrimonialisation de cet art de vivre et une délimitation du DPM favorable à la pérennisation du vieux village.

## 6.2. Perspectives d'évolution du patrimoine naturel

### 6.2.1. La végétation aquatique

Dans la partie sud, la « marinisation » des lagunes pourrait favoriser l'extension des herbiers de *Ruppia spiralee*, voire la réapparition des herbiers de *Zostère naine*. Cependant, le recul du trait de côte pourrait accélérer le comblement des étangs et favoriser davantage le développement de la végétation émergente (végétations à *Salicornes* annuelles et sansouires). Avec le rétablissement de cycles hydrologiques plus naturels, ces successions devraient également être observées sur les secteurs où les conditions favorables aux herbiers étaient maintenues artificiellement par pompage d'eau de mer. Sur une grande partie des étangs, l'évolution de la composition et du recouvrement des herbiers dépendra du fonctionnement hydro-salin (niveaux d'eau, salinités).

Les groupements à *Althénie filiforme* et *Ruppia maritime* et les communautés de characées halophiles constituent d'importants enjeux de conservation du patrimoine. Leur situation est actuellement précaire, avec des surfaces totalisant moins d'un hectare, dont une partie est exposée à la marinisation. Ces végétations sont susceptibles de régresser encore, voire de disparaître dans le sud du site, mais elles pourraient s'établir dans d'autres secteurs, notamment plus au nord et à l'est, à condition ici également, que les choix de gestion hydraulique le permettent.

### 6.2.2. Les peuplements piscicoles

Dans la partie sud du site, l'augmentation des échanges hydrologiques avec la mer devrait favoriser la circulation des poissons et la colonisation des étangs, cependant le comblement résultant du recul du trait de côte deviendra un facteur limitant. Plus globalement, peu d'étangs sont suffisamment profonds pour permettre l'établissement de peuplements piscicoles en dehors des périodes de hauts niveaux d'eau et cette contrainte est rendue plus forte encore par les conditions climatiques locales, celles-ci provoquant un déficit hydrique important.





Les pratiques de pêche sont un autre facteur à prendre en compte.

### 6.2.3. Les amphibiens

Les populations importantes de crapauds calamites présentes sur le site pourraient être exposées à un risque de dégradation d'une partie de leurs sites terrestres et de leurs sites de reproduction, résultant du recul du trait de côte et du rétablissement des intrusions marines. Cette espèce est dépendante des précipitations pour la mise en eau de ses sites de reproduction. Les prévisions de changement climatique, si elles se confirment, pourraient donc rendre plus irrégulières les conditions favorables à sa reproduction. Cependant, cette espèce pionnière est assez largement répartie dans la zone d'étude et pourrait donc montrer, au moins à court terme, une forte résilience aux changements des conditions écologiques.

### 6.2.4. Les oiseaux d'eau

De façon générale, les choix de gestion des niveaux d'eau et des salinités auront une influence majeure sur la composition et la disponibilité des ressources alimentaires exploitées par les oiseaux d'eau, ainsi que sur leurs conditions de reproduction à l'intérieur de la zone d'étude.

**Flamants roses** : le rétablissement de conditions écologiques plus proches des cycles naturels pourrait induire une reproduction plus irrégulière, avec la probabilité d'abandons ou d'échecs plus fréquents. Ces changements des conditions environnementales pourraient d'autre part provoquer le déplacement de la colonie vers de nouveaux sites en Camargue.

**Laro-limicoles coloniaux** : la diminution probable des effectifs de goélands leucophées devrait favoriser les autres laro-limicoles coloniaux, cependant la prédation par les prédateurs terrestres pourrait augmenter (au moins localement) avec le rétablissement d'une hydrologie plus proche des cycles naturels. Pour ce cortège à forte valeur patrimoniale, d'autres contraintes locales sont à prendre en compte : la disponibilité en îlots, le dérangement qui pourrait résulter d'une augmentation de la fréquentation touristique, les ressources alimentaires. A ces facteurs s'ajoutent, à une échelle géographique plus large, des dynamiques démographiques encore mal connues.

**Limicoles migrateurs et hivernants** : les conséquences induites par les changements hydrologiques sur les ressources alimentaires exploitées par les limicoles migrateurs et hivernants n'ont pas été évaluées.

**Anatidés migrateurs et hivernants** : les effectifs sont dépendants des ressources alimentaires disponibles et des conditions de sécurité. Pour les espèces herbivores, les stationnements pourraient être favorisés si les choix de gestion hydraulique permettent l'extension des herbiers, cependant l'éventuelle reconstitution de remises diurnes sera très fortement conditionnée par l'évolution des usages (chasse, fréquentation) à l'intérieur du site.

### 6.2.5. Les milieux terrestres et la faune associée

**Dunes blanches et dunes embryonnaires** : l'érosion des systèmes dunaires au sud des Sablons va s'accroître. Sur les autres secteurs (ouest des Sablons, Galabert), les potentialités de reconstitution ou de confortement des dunes blanches n'ont pas été évaluées. L'évolution de ces habitats dépendra également des mesures qui seront prises pour limiter l'érosion provoquée par la fréquentation.

**Dunes fixées & pinèdes dunaires** : l'abaissement probable en été du toit de la nappe d'eau douce des dunes suite à l'arrêt de l'exploitation salinière (assèchement plus long des étangs) et le rétablissement des intrusions marines, pourraient occasionner la régression des filaires et des pins. L'ampleur des phénomènes d'érosion résultant des intrusions marines n'est pas évaluée.

**Bas-marais dunaires et roselières dunaires** : ces habitats semblent fortement exposés au rétablissement des intrusions marines. Ces dernières pourraient d'autre part limiter l'extension des plantes exotiques



envahissantes. La moindre mise en charge de la nappe d'eau douce suite à l'arrêt de l'exploitation salinière pourrait également avoir des effets sur ces habitats.

**Prés salés dunaires** : des déplacements topographiques résultant de l'abaissement des nappes d'eau douce dunaires sont attendus.

**Steppes salées à saladelles** : la restauration locale des processus naturels (submersion marine, mobilisation et aplanissement des sables dunaires) devrait provoquer des modifications importantes sur cet habitat pionnier, avec localement des phénomènes de régression / disparition, mais aussi la colonisation de nouveaux secteurs. L'assèchement prolongé et la possible salinisation (?) des partènements soustraits de la gestion hydraulique salinière vont également modifier les conditions écologiques d'une partie importante des stations occupées par cet habitat.

**Sansouires pérennes & végétation à salicornes annuelles** : le rétablissement de cycles hydrologiques plus naturels devrait entraîner des phénomènes de successions favorisant la reconstitution de ces habitats en bordures d'étangs et sur les partènements situés sur des terres hautes, mais localement le développement de ces végétations pourrait être freiné par les concentrations de sel présentes dans le sédiment. A moyen / long terme, le recul du trait de côte pourrait accélérer le comblement des étangs et favoriser l'extension de ces habitats.

**Gravelot à collier interrompu** : L'extension des surfaces de replats sableux, de vasières et de sansouires ouvertes devrait augmenter de façon importante les zones favorables à la reproduction de cette espèce. Une augmentation des effectifs est donc attendue. D'autre part, les gravelots seront probablement beaucoup moins exposés à la prédation des nids sur ces espaces que sur les digues des salins.

**Fauvette à lunettes** : Une augmentation des effectifs est attendue avec l'extension des surfaces des sansouires à *Sarcocornia fruticosa*.

## 7. Recommandations pour l'amélioration des connaissances et le suivi du patrimoine naturel

L'amélioration des connaissances et le suivi du patrimoine naturel doit répondre à trois principaux objectifs :

- connaître et comprendre l'évolution à long terme du site et son fonctionnement,
- évaluer les effets de la gestion et des aménagements,
- être en capacité d'informer et sensibiliser des publics cibles : décideurs, usagers, grand public, autres gestionnaires de zones côtières...

Des lacunes et des incertitudes importantes ont été identifiées concernant le fonctionnement existant ou à venir du site :

- effets des changements de la dynamique sédimentaire et des changements climatiques,
- évolution des niveaux et des salinités de la nappe,
- évolution du littoral (brèches, profils dunaires...),
- impacts des apports d'eau douce (et des polluants apportés),
- évolution de la bathymétrie des étangs et des anciens partènements.

Des lacunes de connaissances importantes ont également été identifiées concernant la biodiversité présente sur le site :

- les poissons et les invertébrés aquatiques demeurent mal connus actuellement,
- les invertébrés terrestres n'ont presque pas été étudiés,
- la présence, chez les vertébrés, de deux espèces potentielles présentant un fort enjeu patrimonial n'est pas confirmée : Pélobate cultripède et Lézard ocellé,
- La cartographie détaillée des habitats terrestres est encore incomplète,
- L'inventaire de la flore est incomplet,
- Pour deux espèces d'oiseaux présentant une forte valeur patrimoniale, les effectifs nicheurs ne sont pas connus de façon précise et les tendances d'évolution ne sont pas suivies (Fauvette à lunettes, Gravelot à collier interrompu).

Un atelier associant le *Conservatoire du Littoral*, le *Parc Naturel Régional de Camargue* et la *Société Nationale de Protection de la Nature* a été organisé le 14 octobre 2011, afin d'identifier les priorités d'améliorations des connaissances sur le patrimoine naturel. Il a été admis que les actions d'amélioration des connaissances doivent prioritairement permettre :

- de comprendre les changements dans le milieu physique (sous les effets des changements globaux et de la gestion directe) et leurs effets sur le patrimoine naturel,
- de préciser les connaissances sur le statut et/ou l'évolution des habitats et des espèces à enjeu,
- d'améliorer les connaissances et suivre les usages et leurs interactions avec le fonctionnement du site et son patrimoine naturel.

Les propositions et les discussions suscitées lors de cet atelier ont permis d'identifier les grandes **lignes thématiques essentielles** pour répondre à ces trois objectifs, et devraient constituer le programme de suivi et d'inventaire à mettre en œuvre progressivement sur la zone d'étude.

Seules les priorités thématiques essentielles pour répondre aux objectifs fixés ci-dessus sont restituées dans les tableaux présentés dans les chapitres suivants.



## 7.1. Les paramètres physiques

Thématique	Commentaire
Suivi du climat	Un suivi est déjà mis en place, avec l'installation d'une station météorologique à la Vignolle.
Suivi des niveaux et des salinités des eaux de surface	Le suivi est initié sur les principaux étangs, mais le calage NGF des points de mesure n'a pas été effectué. La mise en place d'instruments de mesure en continu est à prévoir.
Suivi du niveau marin	En complément des suivis du niveau marin existants à la Fourcade et au Grau de la dent, il sera important de suivre en continu les niveaux d'eau dans l'étang de Beauduc.
Niveaux et salinités de la nappe	
Stock de sel dans le sédiment	Les apports ont été potentiellement importants par le passé, du fait des pompages de l'eau de mer mélangée aux apports du Rhône et on peut émettre l'hypothèse d'un stockage considérable résultant de cette gestion.
Mouvements d'eau de surface / Gestion hydraulique	Suivi des manipulations d'ouvrage.
Qualité physico-chimique des eaux : nutriments, polluants organiques, chimiques, métalliques	Si apport d'eaux usées. Suivi sur un cycle annuel lancé sur Enfores & Pèbre.
Qualité du sédiment : - nutriments, carbone organique - autres polluants	Prévu sur Enfores, Pèbre et Rascaillan en 2012.
Brèches, trait de cote et topo-bathymétrie du littoral	Topo-bathymétrie sur le littoral de la digue de Véran - CEREGE / Samat (2007). Pas de mise à jour ? Suivi du trait de côte effectué par la <i>SNPN</i> .
Profils des plages et des dunes	Le MNT constitue actuellement la seule source de données (précision +/- 20 cm ?).
Bathymétrie des étangs	Les données disponibles ( <i>SALICAM</i> ) remontent aux années 60 et doivent être mises à jour.

## 7.2. Hydrobiologie

Thématique	Commentaire
Macrofaune benthique	L'état initial a été réalisé partiellement.
Phanérogames et macroalgues	L'état initial est réalisé.
Poissons	Une priorité haute est donnée au suivi des peuplements piscicoles en raison de l'enjeu sur l'Anguille, des potentialités de colonisation par les poissons résultant de la formation des brèches et du fait qu'ils constituent une ressource exploitée.

## 7.3. Les habitats et la flore terrestres

Thématique	Commentaire
Habitats terrestres : - Compléments de cartographie - Suivi des habitats	Différentes approches complémentaires doivent être envisagées : - suivi sur placettes fixes et transects - suivi par télédétection en utilisant des images satellitales haute définition
Flore terrestre : - Compléments d'inventaire - Suivi des populations d'espèces à forte valeur patrimoniale	
Espèces exotiques envahissantes : - Suivi	

## 7.4. La faune

### 7.4.1. Les amphibiens et les reptiles

Thématique	Commentaire
Crapaud calamite	Compléments d'inventaires sur la répartition (Val Agricola). Suivi de l'évolution des populations et des mares (salinités et hydropériodes).
Pélobate cultripède - poursuite des recherches	La détection du Pélobate (signalé encore au début des années 70) et du Lézard ocellé (présence potentielle d'une population relictuelle) nécessite des recherches spécifiques.
Lézard ocellé - recherche de sa présence	

### 7.4.2. Les oiseaux

Thématique	Commentaire
Gravelot à collier interrompu - Compléments de recensements - Suivi des populations	Etat initial partiel.  Les effectifs (d'importance nationale) ne sont pas estimés précisément. Les effectifs sont susceptibles d'évoluer rapidement par suite des changements de gestion hydraulique et du rétablissement de vastes surfaces exondées au printemps et en été.
Fauvette à lunettes - compléments de recensements - Suivi des populations	Etat initial partiel.  Espèce classée « en danger » en France, dont le statut et la répartition sont susceptibles d'évoluer sur la zone d'étude dans le cas d'une recolonisation par les fourrés halophiles méditerranéens.
Laro-limicoles coloniaux nicheurs : - Suivi de la reproduction	Suivi en cours.
Flamant rose - Suivi de la reproduction - Suivi de la répartition des effectifs à l'intérieur des étangs (saison de reproduction et hivernage)	Suivi en cours.
Oiseaux d'eau migrateurs et hivernants : - Suivi des effectifs	Suivi en cours.





### 7.4.3. Les mammifères

Thématique	Commentaire
Lapin de garenne : - Suivi des populations	Le lapin de garenne est classé « Quasi-Menacé » sur la liste nationale IUCN, il joue un rôle important dans l'évolution de certains habitats ouverts et ses populations dans les anciens salins font l'objet de prélèvements. Un suivi des populations devrait donc être effectué.

### 7.5. Les usages

Thématique	Commentaire
Pêche professionnelle	Les pressions s'exerçant à l'intérieur du site et celles intervenant en périphérie devront être distinguées.  Plusieurs usages (cueillette, ramassage de bois...) sont difficiles à suivre.  S'agissant de la fréquentation des plages, il faudra distinguer les différents secteurs : Comtesse, Beauduc et Ste Anne.
Chasse dans le site et autour du site	
Autres usages : - fréquentation de la plage - fréquentation dans le site - kite surf - quad, 4X4 - pêche à pied - cabanisation - cueillette, ramassage de bois, pâturage en périphérie	
Infractions constatées	Suivi mis en place.

# CONCLUSION

La présente étude fournit une première analyse de l'état écologique initial du secteur des salins et anciens salins et contribue, en complément de l'étude hydraulique lancée en 2011 et de l'étude socio-économique prévue en 2012, à la préparation d'un plan de gestion pour ce secteur.

Des données scientifiques précises sont seulement disponibles à partir de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, lorsque le système était déjà fortement modifié par la construction de la digue à la mer. A cette époque, la plupart des étangs étaient déjà colmatés et s'asséchaient en été. Ils présentaient donc peu d'intérêt piscicole, à l'exception du Grau des Figues et du Vieux Rhône. Durant la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, la zone d'étude a accueilli d'importantes colonies de laro-limicoles et plusieurs tentatives de reproduction du flamant rose furent constatées. La richesse biologique exceptionnelle des systèmes dunaires de Beauduc était déjà décrite avec précision à cette époque.

Les aménagements salicoles réalisés à partir des années 1950 et jusqu'au début des années 1980 ont progressivement conduit à une extension importante des surfaces mises en eau au printemps et en été, à la stabilisation des niveaux d'eau et la salinisation des étangs. Ces changements ont notamment eu pour conséquence :

- la diminution des surfaces de sansouires ;
- une transformation radicale du fonctionnement hydrologique des lagunes par inversion du cycle hydrologique (inondation hivernale remplacée par une inondation estivale), conduisant à l'appauvrissement des herbiers de macrophytes submergés et des peuplements piscicoles ;
- la multiplication, dans un premier temps, du nombre de sites favorables à l'installation des petits charadriiformes coloniaux, puis un déclin important par compétition des goélands leucophées et érosion des îlots ;
- la reproduction régulière du Flamant rose, sur un îlot spécialement aménagé et géré pour l'espèce.

Les données collectées en 2010 et 2011 ainsi que celles disponibles pour les dernières décennies, permettent de préciser la richesse biologique exceptionnelle de la zone d'étude :

- La diversité des habitats côtiers est remarquable, avec au moins 14 habitats d'intérêt communautaire inventoriés en 2010-2011, dont trois sont prioritaires au titre de la Directive Habitats. Les dunes grises constituent un des enjeux de conservation majeurs, notamment en raison de la représentativité de leurs surfaces à l'échelle du littoral méditerranéen français. Les anciens salins constituent d'autre part en Camargue le seul site représentatif pour les bas-marais dunaires et l'un des sites les plus importants pour les steppes salées à saladelles.
- Les zones dunaires abritent un important cortège d'espèces végétales patrimoniales et des populations d'importance régionale pour un reptile (le Psammodrome d'Edwards) et un amphibien (le Crapaud calamite).
- Les lagunes constituent également un enjeu de conservation important, cependant différentes contraintes (salinités, hydropériodes, cloisonnement des étangs) limitent l'extension et la richesse spécifique des herbiers ainsi que les possibilités de colonisation par les poissons.
- Un cortège remarquable de végétaux macrophytiques, comprenant l'Althénie filiforme, la Ruppie maritime et *Lamprothamnium papulosum*, a été trouvé en 2010. Ce cortège actuellement circonscrit à quelques mares temporaires saumâtres, est en situation précaire.
- La zone d'étude a constitué au cours des dernières décennies le seul site de nidification du Flamant rose en France, avec des effectifs d'importance internationale ; elle a accueilli jusqu'au début des années 2000 des colonies importantes de laro-limicoles, avec selon les espèces, des effectifs d'importance nationale ou internationale. Les effectifs de la fauvette à lunettes et du gravelot à collier interrompu sont d'importance nationale. En période de migration, la richesse avifaunistique du site est remarquable et plusieurs espèces atteignent des effectifs d'importance internationale, de façon régulière (Flamant rose, Gravelot à collier interrompu) ou occasionnelle (Spatule blanche, Avocette élégante, Sterne hansel, Sterne caspienne).



Au cours des deux années de réalisation de l'étude, des changements environnementaux majeurs ont été observés, avec d'une part, la multiplication des brèches sur les digues en front de mer et, d'autre part, des modifications générales de la gestion des eaux. A l'intérieur de la zone d'étude, le rétablissement des intrusions marines et une « marinsation » des étangs de Sainte Anne et de Beauduc sont observés. Ces changements, auxquels s'ajoute sur une partie de la zone d'étude, le rétablissement d'une hydrologie moins dirigée et l'arrêt des évacuations forcées des eaux de pluie, ont déjà modifié profondément les rythmes et les durées d'inondation, les niveaux d'eau et donc la force érosive et la salinité des eaux, la salinité des sédiments et le bilan sédimentaire. Ces changements considérables des conditions environnementales ont induit des phénomènes de succession secondaire des écosystèmes perceptibles dès l'été 2010.

D'autres facteurs d'évolution du patrimoine naturel sont à surveiller, notamment le développement des végétaux exotiques envahissants et l'évolution des effectifs de goélands leucophées, de sangliers et de lapins de garenne.

Enfin, de nombreux usages exercés sur le site ou sa périphérie interagissent et certains ont parfois un impact important sur les écosystèmes ou les populations d'espèces : pêche, chasse, cabanisation (en périphérie), activités de plein air (tourisme balnéaire, kite surf, quad et moto-cross).

L'amélioration des connaissances et le suivi du patrimoine naturel constituent des enjeux majeurs pour la gestion du site. Il s'agit en effet de connaître et comprendre l'évolution à long terme du site et son fonctionnement, évaluer les effets des changements de gestion et être en capacité d'informer et sensibiliser les décideurs, les usagers et le grand public. Les priorités identifiées portent notamment sur des compléments d'inventaires (habitats et flore terrestres, amphibiens, reptiles) et le suivi :

- des paramètres physiques (climat, niveaux d'eau, salinités, qualité de l'eau, géomorphologie).
- des écosystèmes aquatiques, en ciblant plusieurs compartiments essentiels pour la compréhension de leur fonctionnement (benthos, macrophytes immergés, peuplements piscicoles).
- des habitats terrestres et de la flore patrimoniale.
- des oiseaux d'eau.
- des usages.

# BIBLIOGRAPHIE

## Informations générales

- Académie des sciences, 2010. Le changement climatique. Rapport, 19 p.
- Arnaud-Fassetta G., 1998. Dynamiques fluviales Holocène dans le delta du Rhône. Thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-Marseille I, 324 p.
- Blanc J.-J., 1977. Recherches de sédimentologie appliquée au littoral du delta du Rhône, de Fos au Grau-du-Roi. CNEXO, 75/1193, 69 p.
- Carrio C., 1988. Contribution à l'étude dynamo-sédimentaire du delta rhodanien et du processus d'emersion de la plaine deltaïque associée. Thèse de Doctorat, Aix-Marseille, 1-361.
- Chauvelon P., 2009. Gestion Intégrée d'une Zone humide littorale méditerranéenne aménagée : contraintes, limites et perspectives pour l'île de Camargue (GIZCAM). Programme LITEAU 2, Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, Tour du Valat, Rapport de fin de contrat, août 2009, 84 p. + annexes.
- Collins W., Colman R., Haywood J., Manning M. & Mote P., 2007. Réchauffement climatique, le temps des incertitudes. Pour la Science N°360 : 68-75.
- Coulet E., 2011. Historique des anciens salins et réflexions sur leur évolution potentielle. Rapport SNPN - Réserve Nationale de Camargue, Conservatoire du Littoral, 38p.
- Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt, 1970. Camargue : étude hydrogéologique, pédologique et de la salinité. Rapport général.
- Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Languedoc-Roussillon & Conseil Régional Languedoc-Roussillon, 2011. Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) du Languedoc-Roussillon. Etat des lieux des effets attendus du changement climatique en région. Document de travail, 30 pp.
- Duboul-Razavet C., 1955. Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du delta du Rhône. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de Paris.
- EID Méditerranée, 2006. Étude de définition des enjeux de protection du littoral sableux. Phase A : Réflexion sur les principes intégrant la GIZC dans le cadre d'une démarche de concertation avec les acteurs locaux. Rapport pour le Parc Naturel Régional de Camargue, 26 pp.
- GIEC, 2007 : Bilan 2007 des changements climatiques. Contributions des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat. GIEC, Genève, Suisse, 103 p.
- Gourret P., 1897. Les étangs saumâtres du Midi de la France et leurs pêcheries. *Annales du Musée d'Histoire Naturelle de Marseille*, série zoologique. 5 : 1-386.
- Heurteaux P., 1969. Recherche sur les rapports des eaux souterraines avec les eaux de surface, les sols halomorphes et la végétation en Camargue. Thèse de Docteur ès Sciences Naturelles, Université de Montpellier, Faculté des Sciences, 1-226.
- Loquet P., 2008. Plan de gestion environnementale de l'Espace de Gestion Environnementale de Salin de Giraud. Première Edition, 15/09/2008. Mémoire de fin d'Etude d'Agronomie. Rapport Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est, 104 p.
- Rey T., Lefevre D. et Vella C., 2009. Deltaic plain development and environmental changes in the Petite Camargue, Rhône Delta, France, in the past 2000 years, *Quaternary Research* 71, 284-294.
- Sadoul N., 1996. *Dynamique spatiale et temporelle des colonies de charadriiformes dans les salins de Camargue : implications pour la conservation*. Thèse de doctorat, Université de Montpellier, 161p.
- Suarez S. & Sabatier F., 1999. Eléments de réflexion pour une gestion plus cohérente d'un système anthropisé : exemple du littoral du delta du Rhône. In: *Revue de géographie de Lyon*. Vol. 74 n°1. Géographie des littoraux : la nature et les hommes. pp. 7-25.
- Suarez S., 1997. *Dynamiques sédimentaires actuelles et récentes de la frange orientale du delta du Rhône*. Thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-Marseille I, 283 p.
- Vella C., Fleury T.-J., Raccasi G., Provansal M., Sabatier F. & Bourcier M., 2005. Evolution of the Rhône delta plain in the Holocene. *Marine Geology* 222-223: 235-265.

## Milieus, faune et flore aquatiques

- Aguesse P., 1956. Quelques considérations sur les copépodes de Camargue. *Vie et Milieu* 7 : 38-42.
- Aguesse P., 1957. Complément à l'inventaire de la faune invertébrée des eaux camarguaises. *Terre & Vie* 11 : 241-252.



- Aguesse P., 1959. Complément à l'inventaire de la faune invertébrée des eaux camarguaises (3e note) *Terre & Vie*. 13 : 158-161.
- Aguesse P., 1960. Complément à l'inventaire de la faune invertébrée des eaux camarguaises (4e note). *Terre & Vie* 14 : 132-136.
- Aguesse P., 1960. Notes sur l'écologie des odonates de Provence. *L'Année Biologique*. 44 : 217-230.
- Aguesse P. & Bigot L., 1962. Complément à l'inventaire de la faune camarguaise: Les mollusques terrestres et des eaux douces et saumâtres (5e note). *Terre et Vie*. 16 : 82-90.
- Aguesse P. & Dussart B.H., 1956. Sur quelques crustacés de Camargue et leur écologie. *Vie et Milieu*. 7 : 481-520.
- Aguesse P. & Marazanof F., 1965. Les modifications des milieux aquatiques de Camargue au cours des 30 dernières années. *Annales de Limnologie*. 1 : 163-190.
- Appeltans W., Bouchet P., Boxshall G.A., Fauchald K., Gordon D.P., Hoeksema B.W., Poore G.C.B., Van Soest R.W.M., Stöhr S., Walter T.C. & Costello M.J. [ed], 2010, pages consultées en août 2010. World Register of Marine Species, [En ligne], URL: <http://www.marinespecies.org>.
- Britton R.H., 1985. Life cycle and production of *Hydrobia acuta* Drap (Gastropoda, Prosobranchia) in a hypersaline coastal lagoon. *Hydrobiologia*. 122: 219-230.
- Britton R.H. & Johnson A.R., 1987. An ecological account of a mediterranean salina: The Salin de Giraud, Camargue (S.France). *Biological Conservation* 42: 185-230.
- Champeau A., 1975. Contribution à l'écologie du copépode Harpacticoïde, *Nitocra spinipes* Boeck en Camargue. *CIESM-Rapport et Communications Inter. sur la Mer Méditerranée*. 23(3): 117-118.
- Conservatoire du Littoral, pages consultées le 9 août 2010. Le conservatoire, [En ligne], URL: <http://www.conservatoire-du-littoral.fr/front/process/Rubrique.asp?rub=4&rubec=4>
- Conservatoire du Littoral, pages consultées le 10 août 2010. La Bélugue et Beauduc-Fangassier, [En ligne], URL : <http://www.conservatoire-du-littoral.fr/front/process/Content.asp?rub=8&rubec=433&site=7801&entite=433>
- Cook Ch.D.K. & Guo. Y-H., 1990. A contribution to the natural history of *Althenia filiformis* Petit. *Aquatic Botany*, 38: 261-268.
- De Ridder M., 1958. Recherche sur les de rotifères des eaux saumâtres. III Quelques rotifères de Camargue. *Hydrobiologia Acta Hydrobiologica Hydrographica et Prostistologica*. 11 : 99-118.
- ETI Bioinformatics in the KeyToNature program, pages consultées en août 2010. Marine species identification portal, [en ligne], URL : [species-identification.org](http://species-identification.org)
- Fauna Europaea Web Service, 2004. Pages consultées en août 2010. Fauna Europaea version 1.1, [En ligne], URL : <http://www.faunaeur.org>
- GBIG data portal, pages consultées en août 2010. GBIF data portal, [En ligne], URL : [data.gbif.org](http://data.gbif.org)
- Gourret P., 1897. Les étangs saumâtres du Midi de la France et leurs pêcheries. *Annales du Musée d'Histoire Naturelle de Marseille*, série zoologique. 5 : 1-386.
- Guerlesquin M. & Podlejski V., 1980. Characées et végétaux submergés et flottants associés dans quelques milieux camarguais. *Naturalia Monspeliensia*, Série Botanique. 36 : 1-20.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS), pages consultées en août 2010. ITIS, [En ligne], URL : [www.itis.gov](http://www.itis.gov)
- Lévêque R., 1957. Notes sur la faune ichthyologique de Camargue. *Terre et Vie*. 11 : 231-240.
- Lévêque R., 1963. Complément à l'inventaire ichthyologique de la Camargue. *Terre et Vie*. 17 : 316-318.
- Marazanof F., 1964. Complément à l'inventaire de la faune invertébrée camarguaise: Mollusques des eaux douces et saumâtres. *Terre et Vie*. 18 : 375-379.
- Marazanof F., 1965. Ostracodes de Camargue. *Annales de Limnologie*. 1 : 95-102.
- Molinier R. & Devaux J.P., 1978. Carte phytosociologique de la Camargue au 1/50 000. Thématique. Le Paradou, Actes Sud.
- Molinier R. & Tallon G., 1965. La Camargue, pays de dunes. *Terre et Vie*. 19 : 3-131.
- Molinier R. & Tallon G. 1970. Prodrôme des unités phytosociologiques observées en Camargue. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille*. 30: 5-110.
- Molinier R. & Tallon G., 1974. Documents pour un inventaire des plantes vasculaires de la Camargue. 1. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille*. 34 : 7-165.
- MNHN [Ed], 2003-2010, pages consultées en août 2010. Inventaire national du patrimoine naturel, [En ligne], URL : <http://inpn.mnhn.fr>
- Paulus M., 1949. Malacologie marine et saumâtre de la Camargue. Saintes. 182 p.
- Réseau de Suivi Lagunaire, 2011. Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes des lagunes du Languedoc-Roussillon. 148p.
- Réserves Naturelles de France, 2009. Protocole de surveillance de la macrofaune benthique intertidale. Fiche de stage Formation-Action ATEN-RNF « mise en œuvre du protocole de surveillance RNF de la macrofaune benthique intertidale » *Luc sur mer, du 29 sept. au 02 oct. 2009*.





- Rosecchi E., Noel P.Y. & Crivelli A.J., 1998. Fresh and brackish water Decapod Crustacea of the Camargue (Rhône delta, France). *Crustaceana*. 71 : 280-298.
- Sadoul N., Walmsley J. & Charpentier B., 1998. *Les salins, entre terre et mer*. Conservation des zones humides méditerranéennes – n°9. Tour du Valat, Arles (France), 96 p.
- Schachter D., 1949. Contribution à l'étude écologique de la Camargue. Thèse, Paris 354 p.
- Tallon G., 1957. Ruppiales de Camargue. *Terre et Vie*. 11 : 103-116.
- Tallon G., 1959. Additions à la flore de la Camargue (suite). *Terre et Vie*. 13 : 18-25.
- Thiéry A. & Gasc C., 1991. Resting eggs of Anostraca, Nostraca and Spinicaudata (Crustacea, Branchiopoda) occurring in France: identification and taxonomical value. *Hydrobiologia*. 212 : 254-259.
- Thiéry A., Robert F. & Gabrion C., 1991. Distribution des populations d'*Artemia* (Crustacea Anostraca) et de leur parasites *Flamingolepis liguloides* (Cestode Cyclophyllidae) dans les salins du littoral méditerranéen français. *Canadian Journal of Zoology*. 68 : 2199-2204.
- UICN France, MNHN, SFI & ONEMA, 2010. La liste rouge des espèces menacées en France. Poissons d'eau douce de France métropolitaine. Paris, France.
- Veran G., 1862. Plan topographique et géométrique des communes d'Arles et des Saintes Maries.
- Verhoeven J.T.A., 1975. *Ruppia*-communities in the Camargue, France. Distribution and structures in relation to salinity and salinity fluctuations. *Aquatic Botany*. 1 : 217-241.
- Verhoeven J.T.A., 1979. The ecology of *Ruppia*-dominated communities in western Europe. I. Distribution of *Ruppia* representatives in relation to their autecology. *Aquatic Botany*. 6 : 197-268.
- Verhoeven J.T.A., 1980. The ecology of *Ruppia*-dominated communities in western Europe. II. Synecological classification. Structure and dynamics of marcoflora and macrofauna communities. *Aquatic Botany*. 8 : 1-85.

## Flore et végétation terrestres

- Arrêté du 9 mai 1994 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Ministère de l'Environnement, Journal officiel, du 26 juillet 1994
- Bensettiti F., Bioret F., Roland J. & Lacoste J.-P. (coord.), 2004. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 399 p
- Bensettiti F., Bouillet V., Chauvaudret-Laborie C. & Deniaud J. (coord.), 2005. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 - Habitats agropastoraux*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 445 p. et 487 p.
- Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J. (coord.), 2002. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides*. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 457 p.
- Bensettiti F., Rameau J.-C. & Chevallier H. (coord.), 2001. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers*. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 339 p. et 423 p.
- Bensettiti F. & Trouvilliez J., 2009. Rapport synthétique des résultats de la France sur l'état de conservation des habitats et des espèces conformément à l'article 17 de la directive habitats. Rapport SPN 2009/12, MNHN-DEGB-SPN, Paris, 48 p.
- BRL ingénierie, Tour du Valat & SNPN, 2010. Plan de gestion des propriétés départementales de Camargue. Diagnostic en enjeux. Rapport pour le Conseil Général des Bouches-du-Rhône, 290 p + annexes
- Castroviejo, S. et al. (Ed.) (1980-2011). Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica, e Islas Baleares, 12 Vol. . Real Jardín Botánico, C.S.I.C. Madrid  
<http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/000%20clavegeneral.pdf>.
- Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles, 2011. SILENE (Système de localisation et d'information des espèces natives et envahissantes du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles) <http://flore.silene.eu/index.php?cont=accueil>.
- Commission Européenne DG Environnement, 1999. Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne – EUR 15. 132 p.
- Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles (non daté). Catalogue de la flore rare et menacée en région PACA.
- Coste S., Comolet-Tirman J., Grech G., Poncet L. & Sibley J.-Ph., 2010. Stratégie Nationale de Création d'Aires Protégées : Première phase d'étude – Volet Biodiversité. Rapport SPN 2010 / 7 MNHN (SPN) – MEEDDM, Paris, 84 p.
- Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (JO L 206 du 22.7.1992, p. 7)
- Danton P. & Baffray M., 1995. Inventaire des plantes protégées en France, Nathan et AFCEV. 294 p.



- Devaux J.-P., 1978. Notice explicative de la carte phytosociologique de la Camargue au 1/50.000°. *Biologie-Écologie méditerranéenne* 5 : 159-197.
- Fiche ZNIEFF Pointe de Beauduc, 2003. Inventaire du Patrimoine Naturel de Provence-Alpes Côte d'Azur - ZNIEFF n° 13-136-155 - ÉTANGS DES SALINS - POINTE DE BEAUDUC (1998 actualisée 2003) : [http://basecommunale.paca.ecologie.gouv.fr/pdf/fiches/znief1\\_generation2/13136155.pdf](http://basecommunale.paca.ecologie.gouv.fr/pdf/fiches/znief1_generation2/13136155.pdf)
- Fiche ZNIEFF Etangs et dunes de Petite Camargue, 1997. Inventaire du Patrimoine Naturel de Provence-Alpes Côte d'Azur. ZNIEFF n° 13-136-157 [http://basecommunale.paca.ecologie.gouv.fr/pdf/fiches/znief1\\_generation2/13136157.pdf](http://basecommunale.paca.ecologie.gouv.fr/pdf/fiches/znief1_generation2/13136157.pdf)
- Fiche ZNIEFF Salins de Petite Camargue, 1997. Inventaire du Patrimoine Naturel de Provence-Alpes Côte d'Azur . ZNIEFF n° 13-136-58 [http://basecommunale.paca.ecologie.gouv.fr/pdf/fiches/znief1\\_generation2/13136158.pdf](http://basecommunale.paca.ecologie.gouv.fr/pdf/fiches/znief1_generation2/13136158.pdf)
- Flahaut C. & Combres P., 1894. Sur la flore de la Camargue et des alluvions du Rhône. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 41 : 37-57
- Greuter, W., Burdet, H. M. & Long G., 1984, 1986, 1989. *Med-Checklist*. Vols 1,2 & 4. Geneva/Berlin, Conservatoire et Jardin botanique de la Ville Genève/ Botanischer Garten & Botanisches Museum Berlin-Dahlem. <http://ww2.bgbm.org/mcl/query.asp>
- Médail F., Affre L. & Suehs C.M. 2004. *Carpobrotus* sp. [*C. edulis* (L.) N.E. Br., *C. aff. acinaciformis* (L.) L. Bolus], les griffes-de-sorcière. In : Muller S. (ed.). *Plantes invasives en France*. Collection Patrimoines Naturels vol. 62, Publications scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, pp. 52-55.
- Molinier R. & Martin P., 1981. Catalogue des plantes vasculaires des Bouches du Rhône. Imprimerie Municipale, Marseille. 375 p.
- Molinier R. & Devaux J.-P., 1978. Carte phytosociologique de la Camargue au 1/50 000e. *Biol. et Écol. Médit.*, 5(4) : p. 159-195. Gap
- Molinier R. & Tallon G., 1976. Documents pour un inventaire des plantes vasculaires de la Camargue. *Bulletin de Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille* 34, 7-165.
- Molinier R. & Tallon G., 1965. Etudes botaniques en Camargue. I. la Camargue pays de dunes. *La Terre et la Vie* 1-2 : 3-131.
- Molinier R. & Tallon G., 1965. Etudes botaniques en Camargue. II Vers la forêt en Camargue. *La Terre et la Vie* 1-2, 135-185
- Molinier R. & Tallon G., 1970. Prodrôme des unités phytosociologiques observées en Camargue. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille* 30 : 5-110.
- Olivier L., Galland J.P. & Maurin H., Eds. 1995. *Livre Rouge de la flore menacée de France. Tome I : Espèces prioritaires*. Collection Patrimoines Naturels (Série Patrimoine Génétique). SPN-IEGB /MNHN, DNP/Ministère Environnement, CBN Porquerolles, Paris. n°20. 486 pp. + Annexes.
- PNRC & SNPN – Réserve Nationale de Camargue, 2009. Habitats d'intérêt communautaire (Carte) in Atlas cartographique Natura 2000 du parc : [http://www.parc-camargue.fr/Francais/upload/11\\_HIC\\_TERRESTRE\\_NATURA2000.pdf](http://www.parc-camargue.fr/Francais/upload/11_HIC_TERRESTRE_NATURA2000.pdf)
- PNRC, 2009 (1). Documents d'Objectifs Site Natura 2000 « Camargue » SIC FR 9301592 – ZPS FR 9310019 Tome 1 Diagnostic, Enjeux et objectifs de conservation hiérarchisés. DREAL, 174 p [http://www.parc-camargue.fr/Francais/upload/DOCOB\\_CAMARGUE\\_tome\\_1.pdf](http://www.parc-camargue.fr/Francais/upload/DOCOB_CAMARGUE_tome_1.pdf)
- PNRC, 2009 (2). DOCOB NATURA 2000 « CAMARGUE » FR 9301592 & FR 9310019. Fiches synthétiques descriptives (Habitats d'intérêt communautaire, Espèces animales de l'annexe 2 de la Directive « Habitats », Espèces d'oiseaux de l'annexe 1 de la Directive) [http://www.parc-camargue.fr/Francais/upload/DOCOB\\_CAMARGUE\\_tome%201\\_ANNEXES%20Fiches.pdf](http://www.parc-camargue.fr/Francais/upload/DOCOB_CAMARGUE_tome%201_ANNEXES%20Fiches.pdf)
- Roux J.-P. & Nicolas I., version 2000 (Non publié) Catalogue des espèces rares et menacées de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles ; Agence régionale pour l'environnement
- Syndicat Mixte pour la Protection et la Gestion de la Camargue Gardoise, 2007. Documents d'objectifs de la Petite Camargue (Directives Habitats et Oiseaux) : [http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DOCOB\\_Petite\\_Camargue\\_cle66159f.pdf](http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DOCOB_Petite_Camargue_cle66159f.pdf)
- SNPN, 2006. Carte d'occupation du sol du Parc Naturel Régional de Camargue 2006. [http://www.parc-camargue.fr/Francais/upload/Carte\\_occup\\_sol\\_2006\\_A3.pdf](http://www.parc-camargue.fr/Francais/upload/Carte_occup_sol_2006_A3.pdf)
- Suehs C.M., Affre L. & Médail F. 2004. Invasion dynamics of two alien *Carpobrotus* (Aizoaceae) taxa on a Mediterranean Island: I. Genetic diversity and introgression. *Heredity* 92 : 31-40.
- Suehs C.M., Affre L. & Médail F. 2004. Invasion dynamics of two alien (Aizoaceae) taxa on a Mediterranean Island: II. Reproductive strategies. *Heredity* 93: 1-7.
- Tela botanica, 2011. Le réseau de la botanique francophone : [http://www.tela-botanica.org/page:accueil\\_botanique](http://www.tela-botanica.org/page:accueil_botanique)



## Avifaune

- Bailleul J., 2009. Recensement et caractérisation d'habitat de la population nicheuse de Fauvette à lunettes sur la Zone de Protection Spéciale FR9312012 "Plateau de Valensole". PNR du Verdon.
- Béchet A., Germain C., Sandoz A., Hirons G. J., Green R. E., Walmsley J.G. & Johnson A.R., 2009. Assessment of the impacts of hydrological fluctuations and salt pans abandonment on Greater flamingos in the Camargue, South of France. *Biodiversity and Conservation*, 18:1575-1588
- Béchet A. & Johnson A.R., 2007. Anthropogenic and environmental determinants of Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* breeding numbers and productivity in the Camargue (Rhône delta, southern France). *Ibis*.
- Birdlife International, 2004. *Birds in the European Union: a status assessment*. Wageningen, The Netherlands: Birdlife International.
- Blondel J. & Isenmann P., 1981. *Guide des Oiseaux de Camargue*. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel-Paris.
- Bourdelle M., 1930. Actes de la Réserve Zoologique et Botanique de Camargue. Annexe du Bulletin de la Société Nationale d'Acclimatation. N°3.
- Cadiou B., Pons J.-M. & Yésou P. (Eds), 2004. *Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960–2000)*. Editions Biotope, Mèze, 218 p.
- Cadiou B. (coord.), 2011. Cinquième recensement national des oiseaux marins nicheurs en France métropolitaine 2009-2011. 1<sup>ère</sup> synthèse : bilan intermédiaire 2009-2010. Rapport GISOM, Agence des aires marines protégées. <http://files.biolovision.net/www.atlas-ornitho.fr/pdf/ROMN2009-2010RP1-mars2011-9035.pdf>
- Crespon, J. 1844. *Faune Méridionale. Vol. 1. Nîmes Ballivet & Fabre*.
- Darlu, M. 1782-1786. *Histoire Naturelle de Provence. Vol. I. J. J. Niel, 1782*
- Deceuninck B., Maillat N., Ward A., Dronneau C. & Maheo R., 2008. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de fous hivernant en France – Mi-janvier 2007. *Wetlands International / LPO*.
- Deceuninck B., Maillat N., Ward A., Dronneau C. & Maheo R., 2009. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de fous hivernant en France – Mi-janvier 2008. *Wetlands International / LPO*.
- Deceuninck B., Maillat N., Ward A., Dronneau C. & Maheo R., 2010. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de fous hivernant en France – Mi-janvier 2009. *Wetlands International / LPO*.
- Deceuninck B., Maillat N., Ward A., Dronneau C. & Maheo R., 2011. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de fous hivernant en France – Mi-janvier 2010. *Wetlands International / LPO*.
- Delany S. & Scott D., 2009. *Waterbird populations estimates – Fourth edition*. Wetlands International. Wageningen, NL.
- De Seynes (coord.), 2010. Les oiseaux nicheurs rares en France en 2009. *Ornithos* 17(3) : 137-168.
- De Seynes (coord.), 2011. Les oiseaux nicheurs rares en France en 2009. *Ornithos* 18(3) : 145-181.
- Dubois P.J., Le Maréchal P., Oliosio G. & Yésou P., 2008. *Nouvel Inventaire des Oiseaux de France : Avifaune de la France métropolitaine*. Nathan, Paris.
- Flitti A., Kabouche B., Kayser Y. & Oliosio G., 2009. *Atlas des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur*. LPO PACA. Delachaux et Niestlé, Paris.
- Gallet E. 1949. Les flamants roses de Camargue. *Payot*.
- Gauthier-Clerc M., Sadoul N., Willm L., Kayser Y., Pin C. & Arnaud A., 2008. Étude de définition des enjeux avifaunistiques liés à l'élaboration du DOCOB Natura 2000 de la ZPS FR9310019 «Camargue». Rapport Tour du Valat, MEDDEM.
- Gilot F. & Rousseau E., 2008. La fauvette à lunettes *Sylvia conspicillata*, en France : répartition, effectifs et évolution. *Alauda* 76(1) :47-58.
- Hoffmann L., 1955. La nidification des flamants en 1955. *La Terre et la Vie* 102(9), 327-328.
- Hoffmann L., 1957. La nidification des flamants en 1956. *La Terre et la Vie* 104, 179-181.
- Hoffmann L., 1958. La nidification des Flamants en 1958. *La Terre et la Vie* 107, 118-119.
- Hoffmann L., 1959. La nidification des flamants en 1957. *La Terre et la Vie* 107(1), 74-76.
- Hoffmann L., 1962. La nidification des Flamants en 1959. *La Terre et la Vie* 109, 78-79.
- Hoffmann L., 1963. La nidification des Flamants en 1960 et 1961. *La Terre et la Vie* 110, 289-297.
- Hoffmann L., 1964. La nidification des Flamants en 1962 et 1963. *La Terre et la Vie* 111, 331-334.
- Hinloopen A.A., de Peer J. & Resoort W. J., 1954. Observations ornithologiques en Camargue du 2 au 11 mai 1951. Actes de la Réserve de Camargue *in* *La Terre et la Vie* (101) -1.
- Hughes A., 1932. Observations Zoologiques. Pp 70-74 in *Actes de la réserve zoologique et botanique, Annexe du bulletin national de la société nationale d'acclimatation*.
- Johnson A.R., 1966. Les flamants en 1964 et 1965. *Revue d'Ecologie. La Terre et la Vie*, 20, 255-257.
- Johnson A.R., 1970. La nidification des flamants roses en 1968 et 1969. *Revue d'Ecologie. La Terre et la Vie*, 24, 594-603.
- Johnson A.R., 1973. La nidification des Flamants de Camargue en 1970 et 1971. *La Terre et la Vie*, 27:95-101



- Johnson A.R., 1983. Etho-écologie du Flamant rose (*Phoenicopterus ruber roseus* Pallas) en Camargue et dans l'ouest paléarctique. Thèse de doctorat. *Université Paul Sabatier de Toulouse*.
- Johnson A. & Barbraud C., 2004. Le Flamant rose en Camargue. Les Oiseaux de Camargue et leurs habitats: une histoire de 50 ans 1954-2004 (ed P. Isenmann), pp. 123-146. Buchet Chastel, Paris.
- Johnson A. & Cézilly F., 2007. The Greater Flamingo, T & AD Poyser, London.
- Kayser Y., Gauthier-Clerc M., Béchet A., Poulin B., Massez G., Chérain Y., Paoli J., Sadoul N., Vialet E., Paulus G., Vincent-MAartin N., Pilard P. & Isenmann P., 2008. Compte-rendu ornithologique camarguais pour les années 2001-2006. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, vol. 63, 2008.
- Lomont H., 1930. Observations ornithologiques *in* Actes de la Réserve Zoologique et Botanique de Camargue, N°1.
- Lomont H., 1938. Observations ornithologiques *in* Actes de la Réserve Zoologique et Botanique de Camargue, N°22.
- Lomont H., 1939. Observations ornithologiques *in* Actes de la Réserve Zoologique et Botanique de Camargue, N°23.
- Lomont H., 1941. Observations ornithologiques *in* Actes de la Réserve Zoologique et Botanique de Camargue, N°24.
- Lomont H., 1954. Observations ornithologiques sur les flamants. La nidification du Flamant rose en 1950, 1951 et 1952. Actes de la Réserve de Camargue *in* La Terre & la Vie (101) -1.
- Mahéo R., 2007. Limicoles séjournant en France (Littoral). Janvier 2007. Rapport Wetlands International / ONCFS.
- Mahéo R., 2008. Limicoles séjournant en France (Littoral). Janvier 2008. Rapport Wetlands International / ONCFS.
- Mahéo R., 2009. Limicoles séjournant en France (Littoral). Janvier 2009. Rapport Wetlands International / ONCFS.
- Mahéo R., 2010. Limicoles séjournant en France (Littoral). Janvier 2010. Rapport Wetlands International / ONCFS.
- Marc H., Naudot C. & Quenin V., 1948. Terres de Camargue (Terro Camarguenço) *Arthaud, Grenoble & Paris*.
- UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2011. *Communiqué de presse La liste rouge des espèces menacées en France. Oiseaux de France métropolitaine*. Paris.
- Quiqueran de Beaujeu P., 1551. De Laudibus Provinciae Paris. Traduction française, Arles. M. Claret. 1614. La Provence. 3 vols.
- Rendon-Martos M. & Johnson A. R., 1996. Management of nesting sites for Greater Flamingos. *Colonial Waterbird*, 19 NSP1, 167-183.
- Vincent-Martin N., 2005. Première reproduction de la Sterne caspienne *Sterna caspia* en Camargue et en France depuis le XIXème siècle. *Alauda* 73 : 5-8.
- Wetlands International, 2006. Waterbirds Population Estimates – Fourth Edition. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.
- Yeates G. K., 1947. Bird Life in two deltas. *Faber & Faber, London*.

## Amphibiens et reptiles

- Béchet A., Gauthier-Clerc M., Arnaud A., Kayser Y., Blanchon T., Olivier A. et Germain C., 2009. Suivi et baguage des oiseaux d'eau dans les salins. Rapport d'activités 2009. 6 p.
- BRL ingénierie, Tour du Valat & SNPN, 2010. Plan de gestion des propriétés départementales de Camargue. Diagnostic en enjeux. Rapport pour le Conseil Général des Bouches-du-Rhône, 290 p + annexes
- Chabrun S., 1999. Cartographie des vertébrés présents sur la Réserve Nationale de Camargue. Rapport BTA Gestion de la Faune Sauvage. Vendôme. 34 p.
- Ecomed, 2010 *in* Stucky France, 2010. Etude du renforcement et décorsetage limité des digues du Petit Rhône. Etude environnementale. Phase 2 – Campagnes de terrain « Flore-Faune » et « Peuplements piscicoles ». Rapport pour le SYMADREM
- Guillaume C.P., 1975. Reptiles et batraciens de grande Camargue. Approche comparative avec la faune des Marismas (sud-ouest de l'Espagne). Thèse, Montpellier. 97p.
- Lombardini K., 2000. Répartition des reptiles et amphibiens de la Réserve Nationale de Camargue : approche préliminaire. Rapport RNC/SNPN, 28 p.
- Oliver G., 2011. Le réseau Tortues marines de Méditerranée française : origine, organisation, fonctionnement et résultats. Bulletin de la Société Herpétologique de France. 139-140 : 143-150.
- UICN France & MNHN, 2008. *Communiqué de presse Liste rouge d'espèces menacées d'amphibiens et de reptiles de métropole* (2008). Paris.



## Mammifères

- Poitevin F., Olivier A., Bayle P. & Scher O., 2010. Mammifères de Camargue. Regard du Vivant & Parc naturel Régional de Camargue. 232 p.
- Tallon G., 1933. Observations botaniques in Actes de la Réserve Zoologiques et Botanique de Camargue, Actes scientifiques. Annexe du Bulletin de la Société Nationale d'Acclimatation, N°12.
- UICN France & MNHN, 2009. *Communiqué de presse. Liste rouge d'espèces menacées de mammifères de métropole* (2009). Paris.







## ANNEXES





## Annexe 1 : Structuration de la base de données historique Faune et flore aquatiques

Base de données Faune	Base de données Flore
Date 1	Date 1
Date 2	Date 2
Observateurs (Prénom Nom 1, Prénom Nom 2...)	Observateurs (Prénom Nom 1, Prénom Nom 2...)
Habitat	Habitat
Lieu	Lieu
Précision (rayon en m)	Précision (rayon en m)
Latitude (deg decim WGS84)	Latitude (deg decim WGS84)
Longitude (deg decim WGS84)	Longitude (deg decim WGS84)
Embranchement	Associations/Biocénose (flore)
Classe	Embranchement
Sous-classe	Classe
Ordre	Ordre
Sous-ordre	Famille
Famille	Genre et Espèce
Genre et Espèce	Groupement
Synonymie	Humide/Hygrophile/Aquatique
Nom vernaculaire	Synonymie
Effectif 1	Nom vernaculaire
Effectif 2	Effectif 1
Présence / Rareté / Abondance	Effectif 2
Commentaires observation	Présence / Rareté / Abondance
Commentaires localisation	Commentaires observation
Commentaires autres	Commentaires localisation
Référence bibliographique	Commentaires autres
Source (page)	Référence bibliographique
Référentiel taxonomique	Source (page)
	Référentiel taxonomique

## Annexe 2 : Faune et flore aquatiques : liste des références bibliographiques non exploitées

Auteur	Année	Titre	Observation
BUSSON G.	1983	Nature et genèse des faciès confinés? (Salin-de-Giraud). Rapport Scientifique 1981-1983. CNRS, 71p	
CHAMPEAU A.	1970	Etude de la vie latente chez les Calanoides (Copépodes) caractéristiques des eaux temporaires de basse Provence. Annales de l'Université de Provence. 44 : 155-189.	
CHAMPEAU A.	1971	Originalité du peuplement en Copépodes dans les eaux temporaires de basse Provence et de Corse. Annales de l'Université de Provence. 45 : 55-80.	
CHAMPEAU A.,	1970	Recherches sur l'écologie et l'adaptation à la vie latente des copépodes des eaux temporaires provençales et corses, Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille, 360p.	
DEVAUX J.-P.	1965	Etudes phytosociologiques et écologiques dans le complexe dunaire de Beauduc (Camargue). Thèse, Marseille	Disponible à l'université Aix-Marseille I-BU Saint Charles.
THOMAS J.C. and GEISLER D.,	1982	Peuplements benthiques à Cyanophycées des marais salants de Salin-de-Giraud (Sud de la France). Géologie Méditerranéenne. 9 : 391-412	Disponible dans la revue "Géologie méditerranéenne", vol 9 mais pas disponible à la bibliothèque de la TdV



## Annexe 3 : Coordonnées des points de relevés de la végétation aquatique

Coordonnées des points de relevés (système de projection : UTM WGS 84 zone 31 Nord)

Site	Code	Coordonnées	
Briscon	O8	633500	4809000
Briscon	O9	633500	4808500
Briscon	P10	634000	4808000
Briscon	Q11	634500	4807500
Enfores de la Vignolle	G2	629500	4812000
Enfores de la Vignolle	H1	630000	4812500
Enfores de la Vignolle	I3	630500	4811500
Enfores de la Vignolle	J2	631000	4812000
Etang de Beauduc	F21	629000	4802500
Etang de Beauduc	G18	629548	4803975
Etang de Beauduc	G19	629500	4803500
Etang de Beauduc	G20	629500	4803000
Etang de Beauduc	H19	630000	4803500
Etang de Beauduc	H21	630000	4802500
Etang de Beauduc	H22	630000	4802000
Etang de Beauduc	I17	630500	4804500
Etang de Beauduc	I18	630500	4804000
Etang de Beauduc	I20	630500	4803000
Etang de Beauduc	I21	630500	4802500
Etang de Beauduc	J17	631000	4804500
Etang de Beauduc	J22	631000	4802000
Etang de Beauduc	J23	631000	4801500
Fangassier 1	J4	631000	4811000
Fangassier 1	J6	631000	4810000
Fangassier 1	K5	631500	4810500
Fangassier 1	K7	631500	4809500
Fangassier 1	K9	631500	4808500
Fangassier 1	L8	632000	4809000
Fangassier 1	M9	632500	4808500
Fangassier 1	N9	633000	4808500
Fangassier 2	L5	632000	4810500
Fangassier 2	M7	632500	4809500
Fangassier 2	N10	633000	4808000
Galabert 0	E6	628500	4810000
Galabert 0	F8	629000	4809000
Galabert 1	E5	628500	4810500
Galabert 1	F6	629000	4810000
Galabert 1	G8	629500	4809000
Galabert 1	H10	630000	4808000
Galabert 1	H9	630000	4808500
Galabert 2	E3	628500	4811500
Galabert 2	F3	629000	4811500
Galabert 2	F4	629000	4811000
Galabert 2	G5	629500	4810500
Galabert 2	H4	630000	4811000
Galabert 2	H6	630000	4810000
Galabert 2	I5	630500	4810500
Galabert 2	I7	630500	4809500
Galabert 2	J9	631000	4808500
Galabert 3	F2	629000	4812000
Montilles d'Arnauds	Q12	634500	4807000
Pebre	L4	632000	4811000
Pebre	M6	632500	4810000
Pebre	N7	633000	4809500
Pourtour Rascaillan 1	M10	632500	4808000
Pourtour Rascaillan 1	P11	634000	4807500

Site	Code	Coordonnées	
Pourtour Rascaillan 2	I11	630500	4807500
Pourtour Rascaillan 2	J13	631000	4806500
Pourtour Rascaillan 2	K14	631500	4806000
Q2A	Q13	634500	4806500
Quarantaine 1	O14	633500	4806000
Quarantaine 1	O16	633500	4805000
Quarantaine 2	P13	634000	4806500
Quarantaine 3	M14	632500	4806000
Rascaillan	K12	631500	4807000
Rascaillan	L11	632000	4807500
Rascaillan	L13	632000	4806500
Rascaillan	M12	632500	4807000
Rascaillan	N11	633000	4807500
Rascaillan	N13	633000	4806500
Rascaillan	O12	633500	4807000
Rascaillan	P12	634000	4807000
Sablons	B17	627000	4804500
Sablons	C15	627500	4805500
Sablons	C18	627500	4804000
Sablons	C19	627500	4803500
Sablons	D16	628000	4805000
Sablons	D17	628000	4804500
Sablons	D20	628000	4803000
Sablons	D21	628000	4802500
Sablons	E15	628500	4805500
Sablons	E18	628500	4804000
Sablons	F16	629000	4805000
Sablons	F17	629000	4804500
Sablons	G16	629500	4805000
Sablons	H14	630000	4806000
Sainte Anne	K23	631500	4801500
Sainte Anne	M22	632500	4802000
Sainte Anne	M23	632500	4801500
Sainte Anne	N23	633000	4801500
Vaisseau 1	K16	631500	4805000
Vaisseau 1	K18	631500	4804000
Vaisseau 2	L19	632000	4803500
Vaisseau 2	M16	632500	4805000
Vaisseau 2	M18	632500	4804000
Vaisseau 2	M20	632500	4803000
Vaisseau 2	N17	633000	4804500
Vaisseau 2	N19	633000	4803500
Vaisseau 2	O18	633500	4804000
Vaisseau 2	O20	633500	4803000
Val Agricola	H12	630000	4807000
Val Agricola	I15	630500	4805500
Val Agricola	J14	631000	4806000
Vieux Rhone Nord	P15	634000	4805500
Vieux Rhone Nord	P17	634000	4804500
Vieux Rhone Nord	Q14	634500	4806000
Vieux Rhone Nord	R13	635000	4806500
Vieux Rhone Sud	O22	633500	4802000
Vieux Rhone Sud	P21	634419	4802983
Vieux Rhone Sud	P22	634000	4802000
Vieux Rhone Sud	Q23	634500	4801500

Coordonnées des points de relevés complémentaires



<b>Site</b>	<b>Code</b>	<b>Coordonnées (UTM31 WGS84)</b>	
Quarantaine 2	V5	632978	4805891
Etang de Beauduc	R7	631665	4802345
Etang de Beauduc	R11	631683	4802369
Etang de Beauduc	R10	631690	4802395
Etang de Beauduc	R8	631715	4802414
Etang de Beauduc	R9	631715	4802414
Etang de Beauduc	R14	631716	4802635
Etang de Beauduc	R1	630451	4804088
Etang de Beauduc	R4	630472	4804061
Etang de Beauduc	R2	630558	4802793
Etang de Beauduc	R3	630566	4802803
Etang de Beauduc	R15	631755	4802415
Etang de Beauduc	R12	631761	4802414
Pourtour Rascaillan 1	PR1	631893	4807993
Vaisseau 1	V0	631883	4803005
Vaisseau 2	V4	633558	4802511
Vaisseau 2	V3	633652	4802658
Vaisseau 2	V2	633748	4802883
Vaisseau 2	V1	633822	4803001

## Annexe 4 : Relevés floristiques de la végétation aquatique

SITE: GALABERT 0

% du site en eau : 0

Date: 22/06/2010

CODE RELEVES	E6	F8
Recouvrement hydrophytes total (%)	0	0
Sédiment nu (%)	100	100

SITE: GALABERT 1

% du site en eau : 0

Date: 22/06/2010

CODE RELEVES	E5	F6	G8	H9	H10
Recouvrement hydrophytes total (%)	0	0	0	0	0
Sédiment nu (%)	100	100	100	100	100

SITE: GALABERT 2

% du site en eau : 85

Date: 23/06/2010

CODE RELEVES	E3	F3	F4	G5	H4	I5	H6	I7	J9
Recouvrement hydrophytes total (%)	15	5	10	25	3	10	0	15	0
Sédiment nu (%)	85	95	90	75	97	90	100	85	100
Taxons et recouvrement									
<i>Ruppia cirrhosa</i>	6	4	3	8	3	8	0	8	0
<i>Cladophora sp.</i>	9	1	7	17	0	2	0	7	0

SITE: GALABERT 3

% du site en eau : 100

Date: 22/06/2010

CODE RELEVES	F2
Recouvrement hydrophytes total (%)	0
Sédiment nu (%)	100

SITE: ENFORES DE LA VIGNOLLE

% du site en eau : 95%

Date: 9/06/2011

CODE RELEVES	I3	J2	H1	G2
Recouvrement hydrophytes total (%)	0	0	0	0
Sédiment nu (%)	100	100	100	100





SITE: VIEUX RHONE SUD

% du site en eau : 100

Date: 28/06/2010

CODE RELEVES	Q23	P22	P21	O22
Recouvrement hydrophytes total (%)	100	100	35	90
Sédiment nu (%)	0	0	65	10
<b>Taxons et recouvrement</b>				
<i>Ruppia cirrhosa</i>	2	10	28	30
<i>Cladophora sp.</i> , <i>Polysiphonia sertularioides</i> , <i>Ulva sp.</i> , <i>Monostroma sp.</i>	98	90	7	60

SITE: VAISSEAU 1

% du site en eau : 0

Date: 24/06/2010

CODE RELEVES	K16	K18
Recouvrement hydrophytes total (%)	0	0
Sédiment nu (%)	100	100

CODE RELEVES COMPLEMENTAIRES	V0
Salinité (g/l)	130
Profondeur	3
Recouvrement hydrophytes total (%)	30
Sédiment nu (%)	70
<b>Taxons et recouvrement</b>	
<i>Ruppia cirrhosa</i>	30

SITE: ETANG DU VAISSEAU 2

% du site en eau : 90%

Date: 9/06/2011

CODE RELEVES	L19	M16	M18	M20	N17	N19	O18	O20
Recouvrement hydrophytes total (%)	45	8	45	95	21	81	30	16
Sédiment nu (%)	55	92	55	5	79	19	70	84
<b>Taxons et recouvrement</b>								
<i>Ruppia cirrhosa</i>	15	4	15	15	1	1	0	1
<i>Cladophora sp.</i>	30	4	30	80	20	80	30	15

CODE RELEVES COMPLEMENTAIRES	V1	V2	V3	V4
Salinité (g/l)	49	49	41	59
Profondeur	7	4	11	2
Recouvrement hydrophytes total (%)	70	70	80	80
Sédiment nu (%)	30	30	20	20
<b>Taxons et recouvrement</b>				
<i>Althénia filiformis</i>	1	1	2	40
<i>Cladophora sp.</i>	69	69	78	40





SITE: ETANG DES SABLONS

% du site en eau : 5%

Date: 31/05/2011

CODE RELEVES	H14	G16	F16	F17	E18	D20	D21	C19	C18	B17	D17	D16	C15	E15
Recouvrement hydrophytes total (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sédiment nu (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

SITE: ETANG DE BEAUDUC

% du site en eau : 80

Date: 24/06/2010

CODE RELEVES	F21	G18	G19	G20	H19	H21	H22	I17	I18	I20	I21	J17	J22	J23
Recouvrement hydrophytes total (%)	100	65	95	95	100	20	2	10	95	95	100	0	100	30
Sédiment nu (%)	0	35	5	5	0	80	98	90	5	5	0	100	0	70
<b>Taxons et recouvrement</b>														
<i>Ruppia cirrhosa</i>	0	20	5	70	5	1	1	10	60	35	50	0	0	20
<i>Cladophora sp.</i>	100	45	90	25	95	19	1	0	35	60	50	0	100	10

CODE RELEVES COMPLEMENTAIRES	R1	R2	R3	R4	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R14	R15
Salinité (g/l)	?	?	?	?	36	36	36	36	36	36	39	36
Profondeur	20	20	20	20	10	12	10	10	15	20	4	10
Recouvrement hydrophytes total (%)	100	15	15	95	100	100	100	100	40	50	10	80
Sédiment nu (%)	0	85	85	5	0	0	0	0	60	50	96	20
<b>Taxons et recouvrement</b>												
<i>Athénia filiformis</i>	0	0	0	0	1	20	2	20	4	20	3	24
<i>Ruppia cirrhosa</i>	20	1	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lamprothamnium papulosum</i>	5	4	5	15	49	0	78	30	24	10	0	0
<i>Ruppia maritima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
<i>Cladophora sp.</i>	75	10	9	65	50	80	20	50	12	20	0	56

SITE: SAINTE ANNE

% du site en eau : 95

Date: 24/06/2010

CODE RELEVES	K23	N23	M22	M23
Recouvrement hydrophytes total (%)	100	90	90	85
Sédiment nu (%)	0	10	10	15
<b>Taxons et recouvrement</b>				
<i>Ruppia cirrhosa</i>	10	20	10	70
<i>Cladophora sp.</i>	90	70	80	15



SITE: Quarantaine 1

% du site en eau : 95%

Date:30/05/2011

CODE RELEVES	O14	O16
Recouvrement hydrophytes total (%)	0	50
Sédiment nu (%)	100	50
Taxons et recouvrement		
<i>Ruppia cirrhosa</i>	0	15
<i>Cladophora sp.</i>	0	40

SITE: Quarantaine 2

% du site en eau : 80%

Date: 30/05/2011

CODE RELEVES	P13
Recouvrement hydrophytes total (%)	0
Sédiment nu (%)	100

CODE RELEVES COMPLEMENTAIRES	V5
Salinité (g/l)	50
Profondeur	15
Recouvrement hydrophytes total (%)	5
Sédiment nu (%)	95
Taxons et recouvrement	
<i>Ruppia cirrhosa</i>	5

SITE: QUARANTAINE 3

% du site en eau : 80

Date: 24/06/2010

CODE RELEVES	M14
Recouvrement hydrophytes total (%)	15
Sédiment nu (%)	85
Taxons et recouvrement	
<i>Cladophora sp.</i>	15

SITE: RASCAILLAN

% du site en eau : 70

Date: 29/06/2010

CODE RELEVES	P12	N11	O12	N13	L11	M12	L13	K12
Recouvrement hydrophytes total (%)	1	0	0	0	0	0	0	0
Sédiment nu (%)	99	100	100	100	100	100	100	100
Taxons et recouvrement								
<i>Cladophora sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0



SITE: POURTOUR RASCAILLAN 1

% du site en eau : 100

Date: 22/06/2010

CODE RELEVES	P11	M10
Recouvrement hydrophytes total (%)	0	0
Sédiment nu (%)	100	100

CODE RELEVES COMPLEMENTAIRES	PR1
Salinité (g/l)	60
Profondeur	15
Recouvrement hydrophytes total (%)	25
Sédiment nu (%)	75
Taxons et recouvrement	
<i>Ruppia cirrhosa</i>	20
<i>Cladophora sp.</i>	5

SITE: POURTOUR RASCAILLAN 2

% du site en eau : 50

Date: 31/05/2011

CODE RELEVES	K14	J13	I11
Recouvrement hydrophytes total (%)	0	0	0
Sédiment nu (%)	100	100	100

SITE: Val agricola

% du site en eau : 0%

Date: 31/05/2011

CODE RELEVES	H12	I15	J14
Recouvrement hydrophytes total (%)	0	0	0
Sédiment nu (%)	100	100	100

SITE: Q2A

% du site en eau : 95%

Date: 31/05/2011

CODE RELEVES	Q13
Recouvrement hydrophytes total (%)	0
Sédiment nu (%)	100

SITE: Montilles d'Arnauds

% du site en eau : 100

Date: 22/06/2010

CODE RELEVES	Q12
Recouvrement hydrophytes total (%)	0
Sédiment nu (%)	100



## Annexe 5 : Libellés cartographiques des habitats des anciens salins et correspondance avec la Directive Habitats et Corine Biotope

Libellé	Code générique (Dir. Habitats)	Libellé des habitats génériques des anciens salins (Directive Habitats)	Code Corine Biotope des habitats génériques	Code sous-habitats** (Directive habitats)	Libellés des sous-habitats ** (Directive habitats)	Code Corine Biotope des sous-habitats
Sables littoraux (plages)	1140	Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	14	1140-7	Sables supralittoraux avec ou sans laisses à dessiccation rapide (Méditerranée)	14
				1140-9	Sables médiolittoraux (Méditerranée)	14
Laisses de mer	1210	Végétation annuelle des laisses de Mer	17.2	1210-3	Laisses de mer des côtes méditerranéennes	17.2
Sansouires annuelles	1310	Végétations pionnières à <i>Salicornia</i> et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses	15.1	1310-3	Salicorniales des prés salés méditerranéens	15.11
Prés salés	1410	Prés salés méditerranéens ( <i>Juncetalia maritimi</i> )	15.5	1410-1	Prés salés méditerranéens des bas niveaux	15.55
				1410-2	Prés salés méditerranéens des hauts niveaux	15.51 à 15.53, 15.57
Sansouires pérennes	1420	Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques ( <i>Sarcocornietea fruticosi</i> )	15.6	1420-2	Fourrés halophiles méditerranéens	15.6
Steppes salées	*1510	* Steppes salées méditerranéennes ( <i>Limnietalia</i> )	15.8	*1510-1	* Steppes salées du littoral du Languedoc et de Provence	15.8114
Dunes embryonnaires	2110	Dunes mobiles embryonnaires	16.211	2110-2	Dunes mobiles embryonnaires méditerranéennes	16.2112
Dunes blanches	2120	Dunes mobiles du cordon littoral à <i>Ammophila arenaria</i> (dunes blanches)	16.212	2120-2	Dunes mobiles à <i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>australis</i> des côtes méditerranéennes	16.2122

\* habitats prioritaire de la Directive Habitats

\*\* source : Cahiers d'habitats



Libellé	Code générique (Dir. Habitats)	Libellé des habitats génériques des anciens salins (Directive Habitats)	Code Corine Biotope des habitats génériques	Code sous-habitats** (Directive habitats)	Libellés des sous-habitats ** (Directive habitats)	Code Corine Biotope des sous-habitats
Bas marais dunaires ou roselières dunaires	2190	Dépressions humides intradunales		2190-3	Bas-marais dunaires	16.33
				2190-5	Roselières et cariçaies dunaires	16.35
Dunes grises	2210	Dunes fixées du littoral du <i>Crucianellion maritima</i>	16.223	2210-1	Dunes fixées du littoral méditerranéen du <i>Crucianellion maritima</i>	16.223
(Pelouses dunales des <i>Malcolmietalia</i> )	2230	Dunes avec pelouses des <i>Malcolmietalia</i>	16.228	2230-1	Pelouses dunales des <i>Malcolmietalia</i>	16.228
Pelouses dunaires xériques	2240	Dunes avec pelouses du <i>Brachypodietalia</i> et de plantes annuelles	16.229 x 34.5	*6220-2	(Dunes avec) Pelouses à thérophytes méditerranéennes mésothermes	16.229 x 34.5131
Dunes à genévriers	*2250	*Dunes littorales à <i>Juniperus</i> spp	16.27 et 64.613	*2250-1	* Fourrés à Genévriers sur dunes	16.272
Pinèdes dunaires	*2270	* Dunes avec forêts à <i>Pinus pinea</i> et/ou <i>Pinus pinaster</i>	16.29 x 42.8	*2270-1	Forêts dunales à Pin parasol ( <i>Pinus pinea</i> )	16.29 x 42.8331
				*2270-2	Forêts dunales à Pin maritime ( <i>Pinus pinaster</i> )	16.29 x 42.823
Pinèdes à Pin d'Alep	9540	Pinèdes méditerranéennes de pins mésogéens et endémiques (Pin d'Alep)	42.8	9540-3.2	Peuplements littoraux de Pin d'Alep et Oléastre du thermoméditerranéen supérieur	42.843
				9540-3.3	Peuplements de Pin d'Alep et Genévriers de Phénicie sur sables et rochers	42.843
Fourrés dunaires de Filaire	-	-	32.21	-	-	32.21A3

\* habitats prioritaire de la Directive Habitats

\*\* source : Cahiers d'habitats





## Annexe 6 : Végétation terrestre : les quadrats permanents (placettes fixes)

### Annexe 6.1 : Inventaires réalisés en 2010 dans 36 placettes fixes de 50 x 50 cm à proximité des brèches de l'étang de Beauduc et des Sablons (secteur de la Montille de Beauduc)

N° quadrat	% sol nu	hauteur max sp1 dominante en cm	hauteur max sp2 dominante en cm	Anthemis maritima	Artemisia caerulescens subsp. gallica	Arthrocnemum fruticosum vivante	Arthrocnemum fruticosum morte	Arthrocnemum macrostachyum	Brachypodium perenne	Cakile maritima	Daucus maritimus	Elytrogia elongata	Elytrogia juncea subsp. juncea	Euphorbia paralias	Halimione portulacoides	Helychysum stoechas	Hymenoboe procumbens	Hypochaeris glabra	Limonium bellidifolium	Limonium densissimum	Limonium gilardianum	Limonium narbonense	Limonium virgatatum	Melilotus alba	Oenothera sp	Parapholis filiformis	Plantago crassifolia	Puccinellia festuciformis	Sagina maritima	Salicornia cf emerici	Salicornia cf patula	Schoenus nigricans	Scirpus romanus	Spartina vesicolor	Spargularia media ou S. heldreichii	Suaeda arenarius	Vulpia maritima	Vulpia fasciculata	Rich IQ			
1	7	30		0	0	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	2	0	6
2	45	28		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12	0	25	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
3	60	26		0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	1	0	3		
4	55	30		0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
5	35	17		0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
6	35	25		0	0	3	0	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
7	7	30		0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
8	10	33	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	3		
9	60	25		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
10	10	32		0	0	25	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5		
11	60	23	55	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
12	30	12,5	17,5	0	0	16	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	1	0	5			
13	15	28	36	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2			
14	40	36		0	0	0	0	10	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3			
15	65	24	24	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2			
16	15	22		0	0	21	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
17	65	16	22	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	19	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
18	35	11	7	0	0	0	0	8	21	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4			
19	60	15		0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
20	15	21	28,5	0	0	14	0	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5			
21	20	23		0	0	3	0	21	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5			
22	2	40		0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
23	35	15	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	4	20	0	5	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
24	85	21,5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
25	30	18	22,5	0	0	15	23	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4			
26	15	33		0	0	24	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2			
27	70	35		0	0	0	0	21	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	5	0	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
28	50	12	8	0	0	6	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	0	6	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6			
29	15	38		0	0	21	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2			
30	55	41	48	0	0	0	0	0	0	18	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	19	24	0	2	0	0	0	0	0	0	7				
31	10	64	68	5	0	0	0	0	24	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	8	7				
32	0	28		0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
33	80	24		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
34	0	64		0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
35	0	56		0	0	25	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2			
36	60	15	17	0	18	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	6			

**Annexe 6.2 : Habitats et géo-référencement des placettes fixes étudiées en 2010 à proximité des brèches des étangs de Beauduc et de Sablons**

N° quadrat	GPS Est	GPS Nord	Unité cartographique
1	627295	4802964	Steppes salées ( <i>Limonium virgatum</i> et <i>L. girardianum</i> )
2	627271	4802938	Steppes salées ( <i>Limonium virgatum</i> et <i>L. girardianum</i> )
3	627371	4803005	Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
4	627234	4803003	Steppes salées ( <i>Limonium virgatum</i> et <i>L. girardianum</i> )
5	627481	4802904	Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
6	627497	4802799	Sansouire pérenne ( <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> )
7	627593	4802762	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> )
8	627645	4802676	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> )
9	692774	4802556	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> ) x Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
10	627795	4802593	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> ) x Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
11	627284	4802557	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> ) x Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
12	628303	4802420	Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
13	628284	4802287	Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
14	628242	4802624	Sansouire pérenne ( <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> )
15	628269	4802671	Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
16	628349	4802671	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> )
17	628493	4802424	Steppes salées ( <i>Limonium virgatum</i> et <i>L. girardianum</i> )
18	628481	4802396	Sansouire pérenne ( <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> )
19	628486	4802310	Sansouire pérenne ( <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> )
20	628472	4802234	Sansouire pérenne ( <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> )
21	628641	4802156	Sansouire pérenne ( <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> ) x Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
22	628631	4802131	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> ) x Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
23	628645	4802232	Prés salé ( <i>Schoenus nigricans</i> et <i>Plantago crassifolia</i> )
24	628826	4802190	Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
25	629125	4801953	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> ) x Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
26	629201	4801893	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> ) x Sansouire annuelle ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
27	628759	4802228	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> et <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> )
28	628908	4802423	Steppes salées ( <i>Limonium virgatum</i> et <i>L. girardianum</i> )
29	628942	4802447	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> )
30	629017	4802356	Dune grise à <i>Scirpoides romanus</i> (x Prés salé à <i>Plantago crassifolia</i> )
31	628992	4802370	Bas marais dunaire à <i>Schoenus nigricans</i> x Pelouse dunaire xérique à <i>Brachypodium phoenicoides</i>
32	628879	4802562	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> )
33	628853	4802578	Sansouires annuelles ( <i>Salicornia patula</i> et/ou <i>S. emerici</i> )
34	628834	4802695	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> )
35	628788	4802751	Sansouire pérenne ( <i>Sarcocornia fruticosa</i> )
36	628706	4802743	Steppes salées ( <i>Limonium virgatum</i> et <i>L. girardianum</i> )



**Annexe 6.3 : Localisation cartographique des des placettes fixes étudiées en 2010 à proximité des brèches des étangs de Beauduc et des Sablons**



## Annexe 7 : Les relevés de végétation : quelques exemples pour chaque habitat

Légende des tableaux :

**Style gras** : espèces caractéristiques de l'habitat considéré

Style souligné : espèces protégées

0,5 : présent très ponctuellement

1 : abondance faible

2 : abondance moyenne

3 : abondance forte

4 : abondance très forte

5 : recouvrement proche de 100 % (très peu ou pas de flore compagne)

Le géoréférencement de ces relevés est fourni en fin d'annexe





## Annexe 7.1 : Laises de mer

Espèces - relevé V1	Laisse de mer x Steppes salées
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	1
<b><i>Cakile maritima</i></b>	<b>1</b>
<u><i>Limonium girardianum</i></u>	1
<i>Limonium virgatum</i>	1
<i>Parapholis filiformis</i>	1
<b><i>Salsola kali</i></b>	<b>3</b>
<i>Suaeda maritima</i>	1

## Annexe 7.2 : Sansouires pérennes et annuelles et leurs croisements d'habitats

Espèce / numéro relevé	z	av	at	ap	l	e	aq	ar	f	as	au
<i>Artemisia caerulescens subsp. gallica</i>						0,5					
<b><i>Arthrocnemum fruticosum</i></b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	1		<b>3</b>	<b>3</b>	1		<b>1</b>
<b><i>Sarcocornia fruticosa</i></b>		1			<b>3</b>	<b>1</b>	0,5	0,5			<b>1</b>
<b><i>Sarcocornia perennis</i></b>	0,5	0,5		2							
<i>Cakile maritima</i>	1		0,5					2			
<i>Elytrigia atherica</i>			1								
<i>Halimione portulacoides</i>	0,5	0,5	1			1					
<i>Juncus littoralis</i>			1								
<i>Juncus maritimus</i>			1								
<i>Limonium bellidifolium</i>									1		1
<u><i>Limonium girardianum</i></u>						0,5					
<i>Limonium narbonense</i>	0,5				0,5		0,5		1		0,5
<i>Limonium virgatum</i>						0,5					
<i>Polypogon maritimus</i>	0,5										
<i>Puccinellia festuciformis</i>	1		1				0,5				1
<b><i>Salicornia patula</i> ou <i>S. emerici</i></b>	1	0,5	1	1			<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<i>Sporobolus pungens</i>											1
<i>Suaeda maritima</i>	0,5	0,5	1	1					1		



### Annexe 7.3 : Steppes salées

Espèces / numéro relevé	k	ac	ad	ae
<i>Ammophila arenaria</i>				0,5
<i>Anthemis maritima</i>	0,5	0,5	0,5	
<b><i>Artemisia caerulescens</i> subsp. gallica</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<i>Arthrocnemum fruticosum</i>	1	0,5		
<i>Arthrocnemum glaucum</i>		3		
<i>Carpobrotus</i> sp				1
<i>Elytrigia atherica</i>			1	
<i>Euphorbia paralias</i>				0,5
<i>Halimione portulacoides</i>	0,5			
<i>Juncus acutus</i>	0,5			
<b><i>Limonium girardianum</i>*</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b><i>Limonium virgatum</i></b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<i>Melilotus albus</i>				0,5
<i>Parapholis filiformis</i>		2		
<i>Polypogon maritimus</i>	0,5			
<i>Valantia muralis</i>			0,5	
<i>Vulpia fasciculata</i>	1			

## Annexe 7.4 : Prés salés

Espèces / numéro de relevé	j	r	u	y	al	d
<i>Artemisia caerulescens</i> subsp. <i>gallica</i>	1		1			
<i>Arthrocnemum fruticosum</i>	1					
<i>Blackstonia acuminata</i>						0,5
<b>Carex extensa</b>		2				
<i>Centaurium cf erythrae</i>						0,5
<i>Centaurium spicatum</i>						0,5
<i>Dittrichia viscosa</i>						1
<b>Elytrigia atherica</b>	1					
<i>Elytrigia elongata</i>	2					
<i>Erianthus ravenae</i>						1
<i>Halimione portulacoides</i>			1			
<i>Imperata cylindrica</i>						2
<b>Juncus acutus</b>		1	3			
<b>Juncus littoralis</b>	1					2
<b>Juncus maritimus</b>	4	3				
<i>Limonium narbonense</i>	1					
<i>Limonium virgatum</i>						1
<i>Malcolmia littorea</i>		0,5				
<i>Oenothera</i> sp						1
<i>Parapholis filiformis</i>		2				
<i>Phragmites australis</i>					1	
<i>Pistacia lentiscus</i>					0,5	
<b>Plantago crassifolia</b>				4		3
<b>Schoenus nigricans</b>	0,5					4
<b>Spartina versicolor</b>					4	
<i>Suaeda maritima</i>						0,5

## Annexe 7.5 : Bas-marais dunaires et roselières dunaires

Espèces/ numéro relevé	ai	c	h	i	t	ab	aj	ah	b
<i>Amorpha fruticosa</i>					1	4			
<i>Aristolochia clematitis</i>					0,5				
<i>Artemisia caerulescens</i>							1		
<i>Brachypodium phoenicoides</i>							1		
<i>Carex extensa</i>				1					
<i>Centaurium erythraeae</i>			0,5						
<i>Daucus maritimus</i>			0,5				1		
<i>Dittrichia viscosa</i>		1	0,5				1		1
<i>Elytrigia atherica</i>				0,5				2	
<b><i>Erianthus ravennae</i></b>		<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>3</b>					<b>2</b>
<i>Helychrysum stoechas</i>		1	0,5						1
<i>Holcus lanatus</i>		1							
<b><i>Imperata cylindrica</i></b>		<b>2</b>	<b>3</b>						<b>0,5</b>
<i>Juncus littoralis</i>		2	1				1		2
<i>Juncus maritimus</i>				0,5			1		
<i>Oenothera cf biennis</i>		1	0,5						
<i>Phillyrea angustifolia</i>			0,5						
<b><i>Phragmites australis</i></b>			<b>0,5</b>	<b>2</b>		<b>2</b>			
<b><i>Phragmites cf gigantea</i></b>					<b>0,5</b>				
<i>Pinus halepensis</i>				0,5					
<i>Rubus fruticosus</i>					2				1
<b><i>Schoenus nigricans</i></b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<i>Scirpoides romanus</i>			1	1					
<i>Sonchus maritimus</i>				1			1		

## Annexe 7.6 : Dunes grises (et pelouses dunaes des *Malcomietalia*)

Espèce / numéro relevé	ag	p	g	a	n	q
<i>Ammophila arenaria</i>			1	2	0,5	
<i>Anthemis maritima</i>			2	1		
<i>Bromus diandrus</i> subsp. <i>diandrus</i>				0,5		
<i>Crepis foetida</i>				0,5		
<b><i>Crucianella maritima</i></b>		<b>2</b>	<b>3</b>		<b>1</b>	
<i>Cutandia maritima</i>				1	0,5	
<i>Daucus maritimus</i>		2	0,5	0,5		
<i>Dittrichia viscosa</i>			0,5	0,5		
<i>Echinophora spinosa</i>			1	0,5		
<i>Elytrigia juncea</i>			0,5	0,5		
<i>Eryngium maritimum</i>					0,5	
<i>Euphorbia paralias</i>			1	0,5		
<b><i>Helichrysum stoechas</i></b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		
<i>Holcus lanatus</i>				0,5		
<i>Hypochaeris radicata</i>				0,5		
<b><i>Imperata cylindrica</i></b>		<b>3</b>	<b>0,5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<i>Juncus littoralis</i>	1					
<b><i>Lagurus ovatus</i></b>			0,5	0,5		
<i>Medicago marina</i>			1	1		
<i>Melilotus albus</i>				0,5	0,5	
<i>Oenothera cf biennis</i>	3		0,5	0,5		
<i>Phillyrea angustifolia</i>			0,5			
<b><i>Scirpoides romanus</i></b>				<b>0,5</b>		<b>1</b>
<i>Sporobolus pungens</i>					0,5	
<i>Tamaris gallica</i>			0,5			
<b><i>Vulpia fasciculata</i></b>			<b>3</b>	1		
<b><i>Vulpia membranacea</i> (L.) Dumort.</b>			0,5			

## Annexe 7.7 : Pelouses dunaires xériques

Espèce/ numéro relevé	Pelouses dunaire xérique am	Pelouse dunaire xérique ak	Bas-marais dunaire x Pelouse dunaire xérique aj	Prés salés x Pelouses dunaire xérique AF12
<i>Artemisia caerulescens</i>			1	
<b>Brachypodium phoenicoides</b>	4	4	1	
<i>Bromus hordeaceus</i>				1
<b>Bromus madritensis</b>				1
<i>Carex divisa</i>				1
<i>Centaurium erythraea</i>				1
<i>Daucus maritimus</i>			1	
<i>Dittrichia viscosa</i>			1	
<i>Imperata cylindrica</i>				1
<i>Juncus littoralis</i>		1	1	
<i>Juncus maritimus</i>			1	2
<i>Limonium virgatum</i>				1
<i>Pancratium maritimum</i>		0,5		
<i>Phillyrea angustifolia</i>				3
<i>Phragmites australis</i>	2			
<i>Schoenus nigricans</i>			4	
<i>Scirpoides romanus</i>		1		
<b>Trifolium campestre</b>				2
<b>Trifolium sdcabrum</b>				1
<i>Vulpia spp</i>				1

## Annexe 7.8 : Dunes blanches

Espèces/ numéro relevé	I	II	III	IV
<i>Ammophila arenaria</i>	2	3	2	1
<i>Anthemis maritima</i>				1
<i>Crepis foetida</i>				1
<b><i>Echinophora spinosa</i></b>	0,5			
<i>Elytrigia juncea</i>	1		1	
<b><i>Eryngium maritimum</i></b>	0,5			1
<b><i>Euphorbia paralias</i></b>				1
<i>Phragmites australis</i>				1
<i>Sporobolus pungens</i>		1		
<i>Tamaris gallica</i>				1



## Annexe 7.9 : Dunes embryonnaires

Dune embryonnaire	AV2
<i>Anthemis maritima</i>	2
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	2
<i>Cutandia maritima</i>	1
<i>Elytrigia juncea</i>	1
<i>Halimione portulacoides</i>	2

## Annexe 7.10 : Pinèdes dunaires

Espèces / relevés	Pinède dunaire x Dunes grise AI10	Pinède dunaire AI23	Pinède dunaire x Dune grise AM2	Pinède dunaire x Dune grise AQ2	Pinède dunaire x Dune grise BC6	Pinède dunaire AA9
<i>Agrostis stolonifera</i>				0,5		
<i>Artemisia campestris subsp. glutinosa</i>			1	1	1	
<b><i>Asparagus acutifolius</i></b>				0,5	0,5	
<i>Bromus diandrus subsp. diandrus</i>					1	
<i>Clematis flammula</i>			1			
<i>Cynodon dactylon</i>					1	
<i>Erianthus ravenae</i>					1	1
<i>Euphorbia paralias</i>				0,5		1
<i>Helychysum stoechas</i>	2		1	1	1	2
<i>Holcus lanatus</i>				0,5		
<i>Imperata cylindrica</i>			1			1
<i>Lagurus ovatus</i>					0,5	
<i>Mathiola sinuata</i>					0,5	
<i>Medicago marina</i>					0,5	
<b><i>Phillyrea angustifolia</i></b>			2	2	0,5	
<b><i>Phillyrea media</i></b>			1		0,5	
<i>Pinus halepensis</i>		0,5				
<b><i>Pinus pinaster</i></b>	2	2	2			
<b><i>Pinus pinea</i></b>		0,5	1	3	2	3
<i>Scirpoides romanus</i>					0,5	1
<i>Scolymus hispanicus</i>					0,5	
<i>Vulpia fasciculata</i>					1	
<i>Vulpia membranacea</i>					1	
<b><i>Vincetoxicum nigrum</i></b>						1

## Annexe 7.11 : Pinèdes à pin d'Alep

Espèces/ relevés	Pinède à Pin d'Alep B1	Pinède à Pin d'Alep AH8	Dunes grises x Pinède à Pin d'Alep AJ3
<i>Centaurium erythraea</i>		0,5	
<i>Centaurium spicatum</i>		0,5	
<i>Limonium narbonense</i>		1	
<i>Olea europaea</i> subsp. <i>sylvestris</i>	0,5		
<b><i>Phillyrea angustifolia</i></b>	0,5	<b>3</b>	<b>1</b>
<b><i>Phillyrea cf latifolia</i></b>	0,5		
<b><i>Phillyrea media</i></b>		0,5	
<i>Picris hieracioides</i>	0,5		
<b><i>Pinus halepensis</i></b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<i>Artemisia campestris</i>			1
<i>Vulpia fasciculata</i>			1
<i>Pancratium maritimum</i>			0,5
<i>Pinus pinaster</i>			0,5
<i>Helychrysum stoechas</i>			2

**Annexe 7.12 : Géoréférencement des relevés cités ci-dessus (Coordonnées GPS dans le système WGS84 31 N)**

Numéros	Année	Longitude	Latitude
a	2010	628620	4802315
b	2010	628632	4802330
c	2010	628599	4802308
d	2010	628596	4802308
e	2010	628572	4802309
f	2010	628281	4802494
g	2010	628483	4802733
h	2010	628508	4802741
i	2010	628525	4802753
j	2010	628540	4802750
k	2010	628559	4802744
l	2010	628587	4802765
n	2010	628583	4802650
p	2010	628496	4802641
q	2010	628467	4802619
r	2010	628432	4802555
t	2010	628620	4802575
u	2010	628653	4802516
y	2010	628643	4802240
z	2010	627685	4802643
ab	2010	628648	4802895
ac	2010	628602	4802775
ad	2010	628804	4802703
ae	2010	628718	4802658
ag	2010	628676	4802620
ah	2010	628720	4802454
ai	2010	628854	4802434
aj	2010	628994	4802347
ak	2010	629020	4802346
al	2010	629037	4802301
am	2010	628960	4802313
ap	2010	627645	4802681
aq	2010	627779	4802598
ar	2010	627813	4802558
as	2010	628303	4802420
at	2010	628281	4802606
au	2010	628314	4802570
av	2010	628781	4802810
I	2010	627647	4802611
II	2010	627823	4802508
III	2010	627526	4802687
IV	2010	627070	4803054
IV	2010	627070	4803054
AA9	2011	630051	4804622
AF12	2011	630841	4803376
AH8	2011	631000	4805408
AI10	2011	630078	4804875
AI23	2011	629932	4804686
AJ3	2011	629770	4804817
AM2	2011	629492	4804187
AQ2	2011	629254	4804415
AV2	2011	627040	4803870
B1	2011	629401	4806379
BC6	2011	629232	4804352
V1	2011	630423	4804975



## Annexe 8 : Espèces végétales observées en juin et juillet 2010 -2011 sur la zone révisée (230 ha)

En gras les espèces protégées ; en italique les espèces exogènes potentiellement envahissantes.

Aeluropus littoralis	Crithmum maritimum
Aetheorhiza bulbosa	<b>Crucianella maritima</b>
Agrostis stolonifera	Cuscuta sp
Allium vineale	<b>Cutandia maritima</b>
Ammophila arenaria subsp. australis	Cynodon dactylon
<i>Amorpha fruticosa</i>	Daucus carota
Andryala integrifolia	Daucus carota subsp. maritimus
Anthemis maritima	Dittrichia viscosa
Anthriscus vulgaris	<b>Echinophora spinosa Ps L</b>
Aristolochia clematitis	Eleagnus angustifolia
Artemisia caerulescens subsp. gallica	Elytrigia atherica
Artemisia campestris subsp. glutinosa	Elytrigia campestre
Arthrocnemum fruticosum	<b>Elytrigia elongata</b>
Arthrocnemum glaucum	Elytrigia juncea
Arthrocnemum perenne	Erianthus ravennae
Asparagus acutifolius	Erodium cicutarium
<b>Asparagus maritimus</b>	<b>Eryngium maritimum</b>
Asparagus officinalis	Euphorbia paralias
Asphodelus ayardii	Euphorbia pubescens
Aster tripolium	Euphorbia segetalis
Atriplex halimus	Frankenia pulverulenta
Avellinia michelii	Fraxinus angustifolia
Avena barbata	Halimione portulacoides
Barlia robertiana	Helychrysum stoechas var. maritimum
Bellardia trixago	Heliotropium curassavicum
Blackstonia acuminata	Holcus lanatus
Blackstonia imperfoliata	Hymenolobus procumbens subsp. procumt
Brachypodium phoenicoides	Hypochaeris glabra
Bromus diandrus subsp. diandrus	Hypochaeris radicata
Bromus hordeaceus	<b>Imperata cylindrica</b>
Bromus madritensis	Inula crithmoides
Bromus molliformis	Juncus acutus
Bupleurum semicompositum	Juncus bufonius
Cakile maritima subsp. maritima	Juncus littoralis
<b>Calystegia soldanella</b>	Juncus maritimus
Carduus tenuiflorus	Juniperus turbinata
Carex divisa	Lactuca serriola
Carex extensa	Lagurus ovatus
<i>Carpobrotus sp</i>	Laurus nobilis
Catapodium hemipoa	Limonium bellidifolium
Centaurea aspera	Limonium densissimum
Centaureum erythraea	Limonium echioides
Centaureum pulchellum	<b>Limonium girardianum</b>
Centaureum spicatum	Limonium narbonense
Centaureum tenuiflorum	Limonium virgatum
Centranthus calcitrapa	Linum maritimum
Cerastium semidecandrum	Linum strictum
Chondrilla juncea	Lobularia maritima
Cladium mariscus	Lolium rigidum
Clematis flammula	Malcolmia littorea
Conyza sumatrensis	Mathiola sinuata
Coris monspeliensis	Medicago littoralis
<i>Cortaderia solleana</i>	Medicago marina
Crepis foetida	Medicago minima
Crepis virens	Melica ciliata



Melilotus albus  
 Oenothera sp  
 Olea europaea var. sylvestris  
 Orobanche sp (sur Artemisia caerulescens subsp. gallica)  
**Pancratium maritimum**  
 Parapholis filiformis  
 Parapholis incurva  
 Phillyrea angustifolia  
 Phillyrea media  
 Phleum arenarium subsp. arenarium  
 Phragmites australis  
 Phragmites australis subsp. chrysantha\*\*  
 Picris hieracioides  
 Pinus halepensis  
 Pinus pinaster  
 Pinus pinea  
 Pistacia lentiscus  
 Plantago coronopus  
 Plantago crassifolia  
 Plantago scabra subsp. scabra (cf arenaria)  
 Polypogon maritimus  
 Populus alba  
 Populus nigra  
 Populus tremulus x Populus alba  
 Puccinellia festuciformis  
 Rosmarinum officinalis  
 Rostraria littorea  
 Rubus fruticosus subsp. ulmifolius  
 Rumex tinginatus  
 Ruppia cf cirrhosa  
 Sagina maritima  
 Salicornia emericii var. emericii  
 Salicornia patula  
 Salicornia cf appressa  
 Salsola kali  
 Schoenus nigricans  
 Scirpoides romanus  
 Scolymus hispanicus  
 Sixalix atropurpurea subsp. maritima  
 Smilax aspera  
 Sonchus maritimus  
 Sonchus oleraceus  
 Spartina versicolor  
 Spargularia heldreichii  
 Spargularia media  
 Sphenopus divaricatus  
 Sporobolus arenarius  
 Suaeda maritima  
 Suaeda vera  
 Tamarix gallica  
 Teucrium flavum  
 Teucrium dunense (ex Teucrium polium var. maritimum)  
**Thymelaea hirsuta**  
 Trifolium campestre  
 Trifolium scabrum  
 Triglochin bulbosum subsp. barrelieri  
 Ulmus minor  
 Valantia muralis  
 Vicia sativa subsp. nigra  
 Vincetoxicum nigrum  
 Vulpia fasciculata  
 Vulpia membranacea  
 Yucca sp





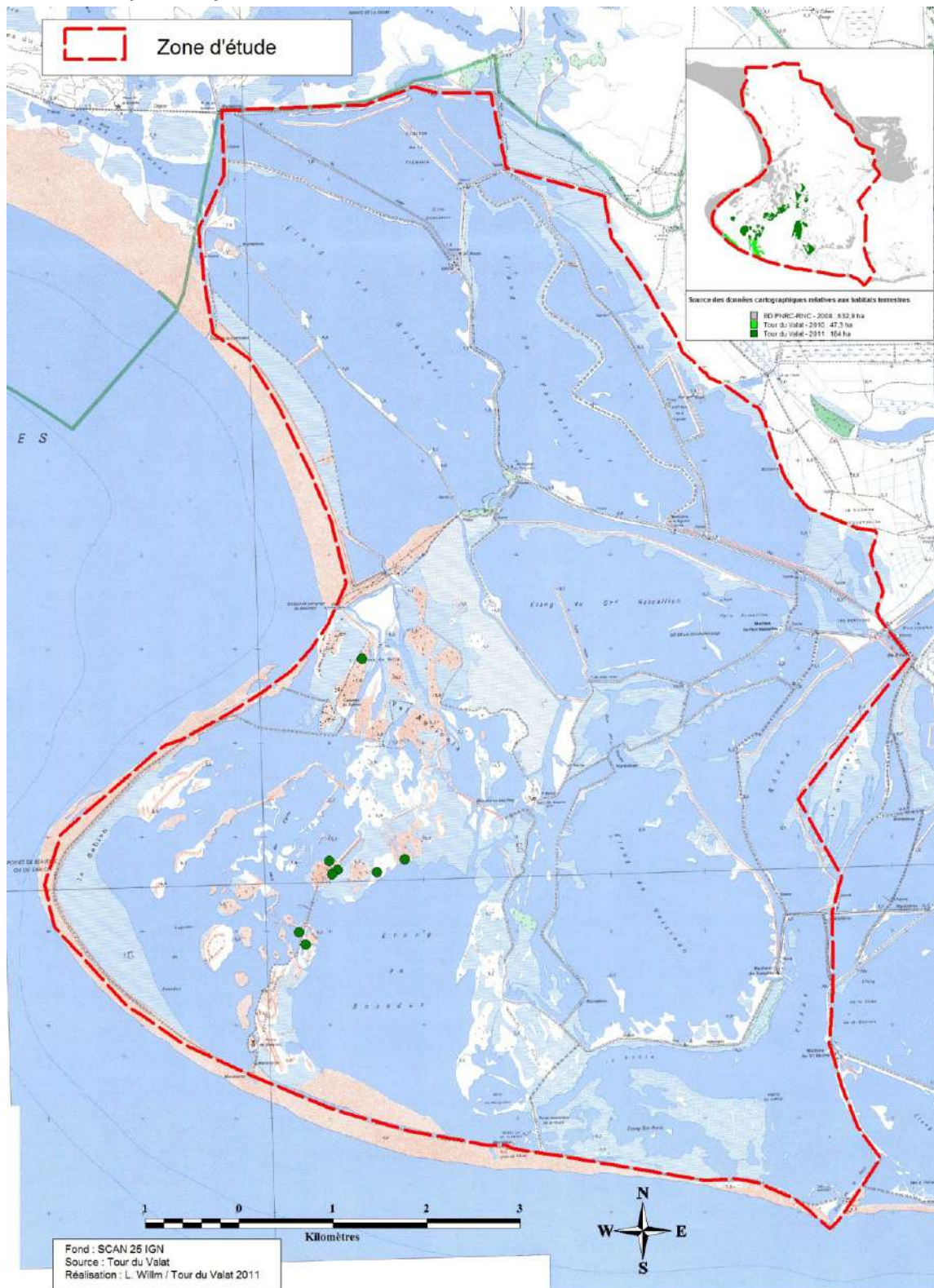
**Annexe 9 : Liste complémentaire des taxons observés par Henri Michaud et Nicolas Crouzet (*Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles*) les 11 mars et 27 mai 2008 et le 24 mai 2010 sur un périmètre presque identique au périmètre étudié en 2010 et 2011**

Allium polyanthum Schult. & Schult.f.  
Aster squamatus (Spreng.) Hieron.  
Bolboschoenus maritimus (L.) Palla  
Bromus diandrus Roth subsp. maximus (Desf.) Soó  
Bromus rubens L.  
Carduus pycnocephalus L.  
Catapodium rigidum (L.) C.E.Hubb.  
Cerastium pumilum Curtis  
Crepis bursifolia L.  
Crepis sancta (L.) Bornm.  
Dactylis glomerata L.  
Dorycnium hirsutum (L.) Ser.  
Epipactis palustris (L.) Crantz  
Erodium cicutarium (L.) L'Her. subsp. cicutarium  
Erodium lebelii Jord.  
Erophila verna (L.) Chevall.  
Galium aparine L.  
Geranium rotundifolium L.  
Hedypnois rhagadioloides (L.) F.W.Schmidt  
Himantoglossum robertianum (Loisel.) P.Delforge  
Inula crithmoides L. subsp. longifolia Arcang.  
Juncus subulatus Forssk.  
Lamium amplexicaule L.  
Linum bienne Mill.  
Marrubium vulgare L.  
Ophrys arachnitiformis Gren. & Philippe  
Orobanche artemisii-campestris Vaucher ex Gaudin  
Pardoglossum cheirifolium (L.) Barbier & Mathez  
Petrorhagia prolifera (L.) P.W.Ball & Heywood  
Phillyrea latifolia L.  
Polygonum maritimum L.  
Portulaca oleracea L.  
Pseudognaphalium luteoalbum (L.) Hilliard & Burt  
Rosa agrestis Savi  
Senecio vulgaris L. subsp. vulgaris  
Sherardia arvensis L.  
Silene conica L.  
Silene italica (L.) Pers.  
Spergularia salina J. & C.Presl  
Stellaria media (L.) Vill.  
Verbascum sinuatum L.



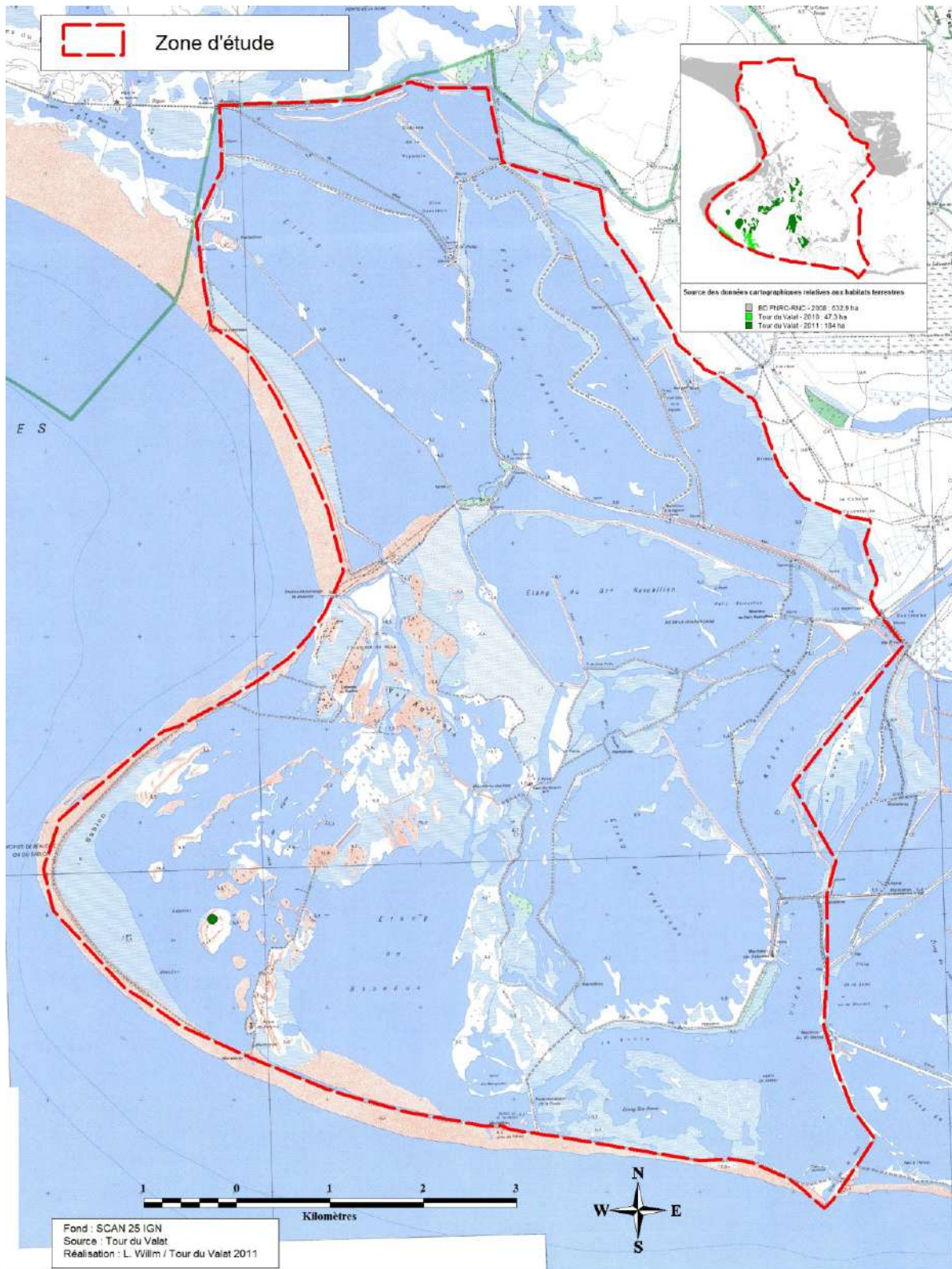
## Annexe 10 : Localisation cartographique des espèces protégées dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha)

### Annexe 10.1 : Localisation des stations d'*Asparagus maritimus* dans la zone révisée en 2010 -2011 (230 ha)



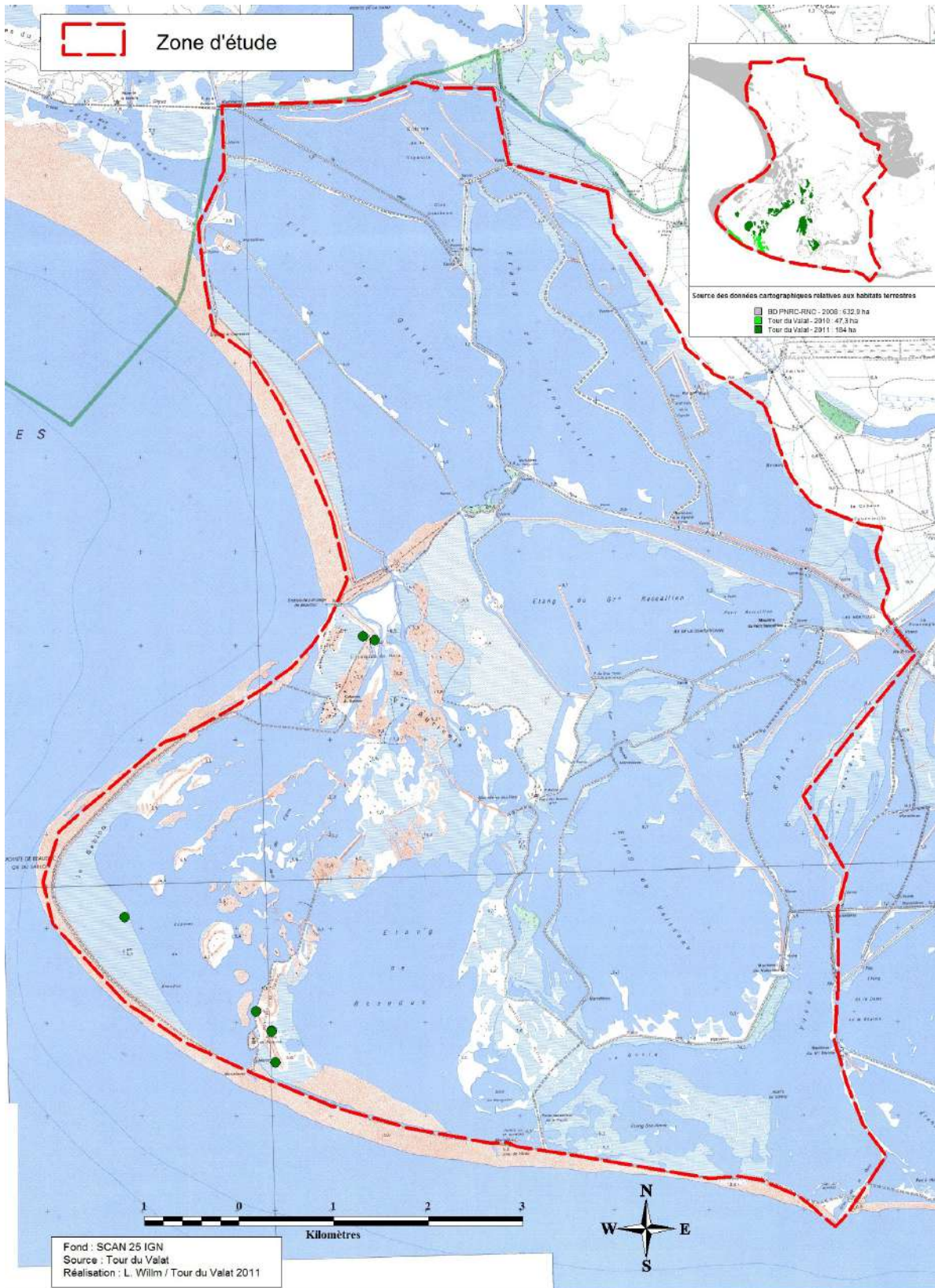


**Annexe 10.2 : Localisation des stations de *Calystegia soldanella* dans la zone révisée en 2010 -2011 (230 ha)**



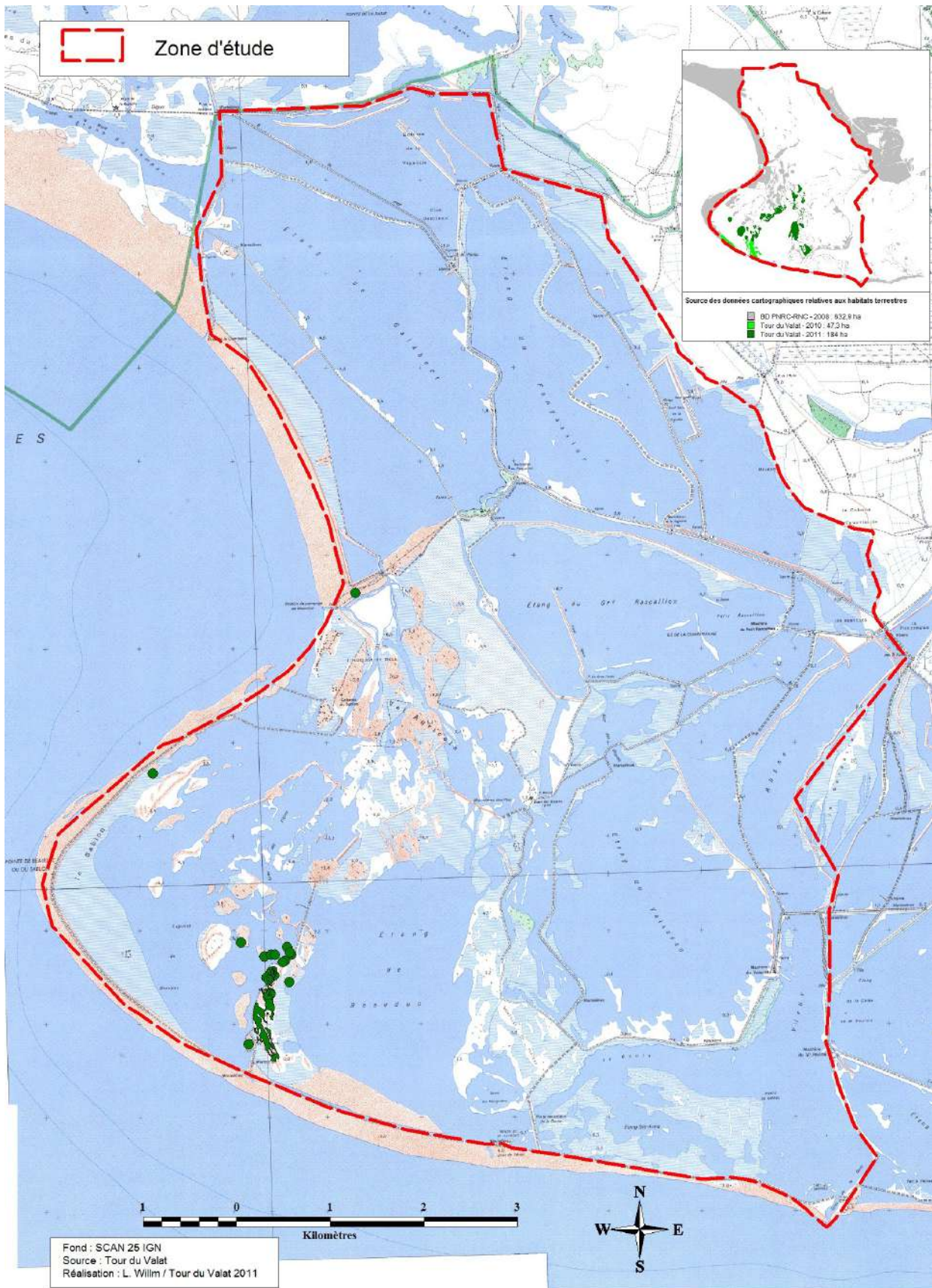


**Annexe 10.3 : Localisation des stations de *Cutandia maritima* dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha)**



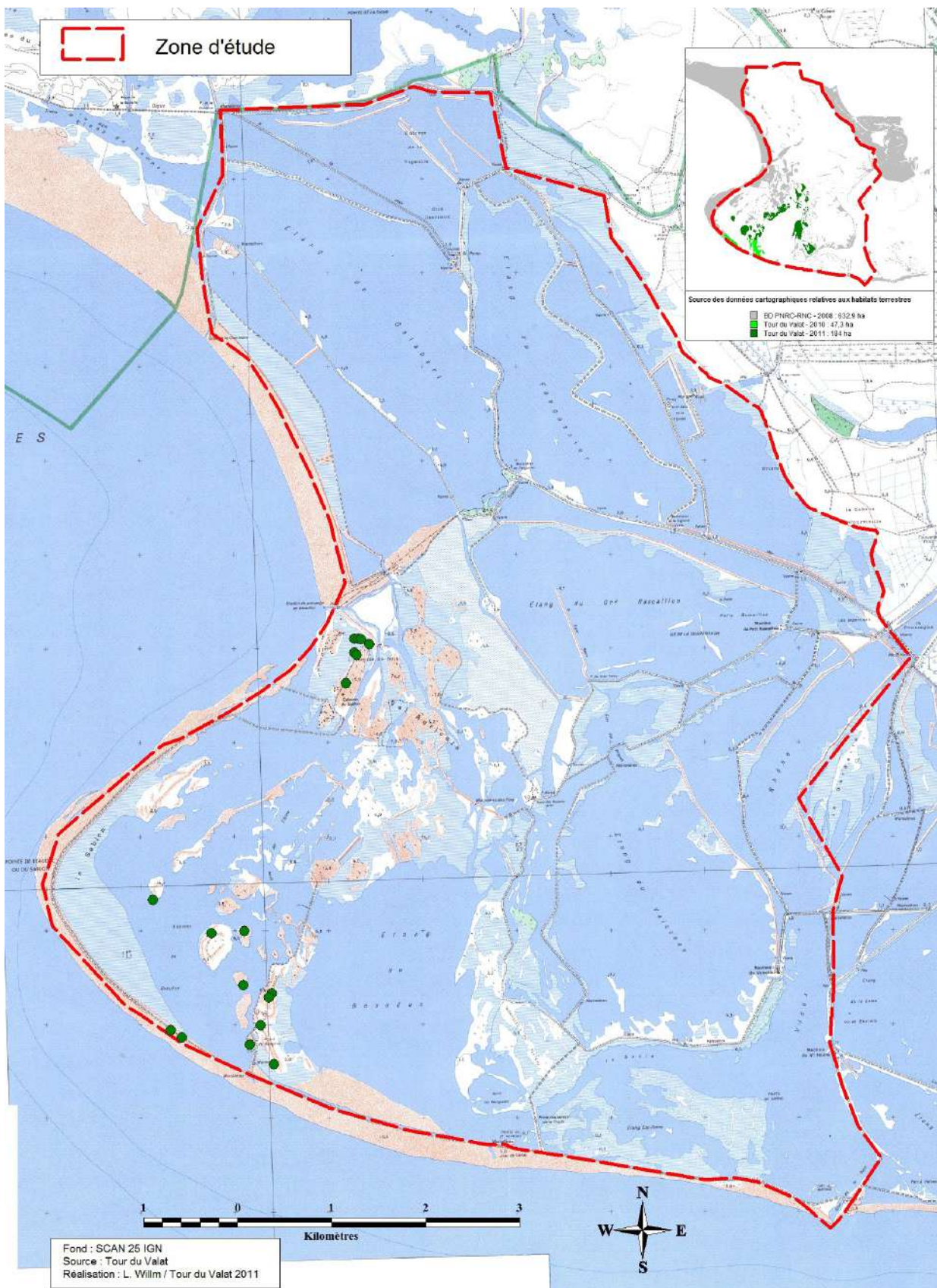


**Annexe 10.4 : Localisation des stations de *Crucianella maritima* dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha)**



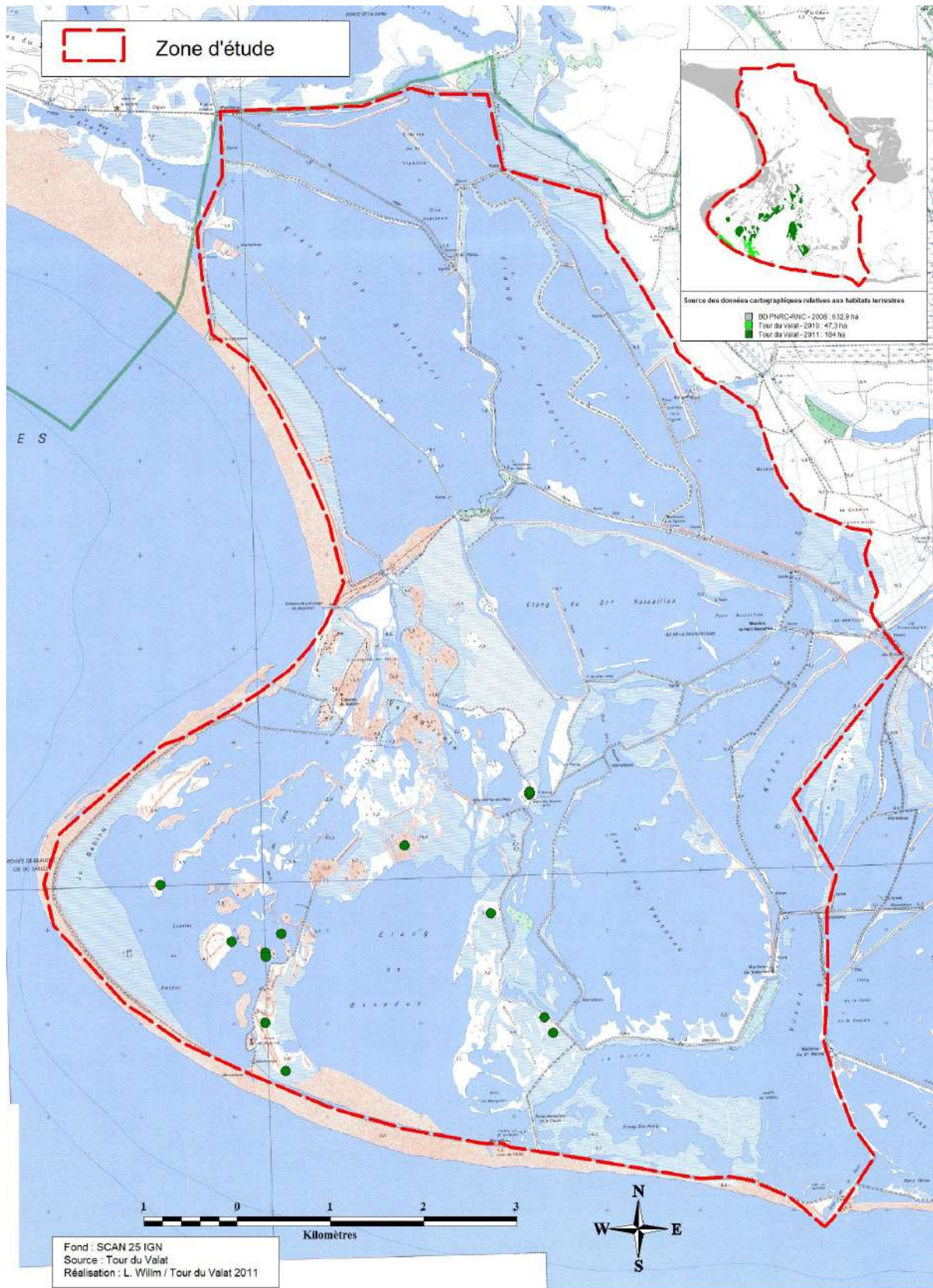


**Annexe 10.5 : Localisation des stations d'Echinophora spinosa dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha)**



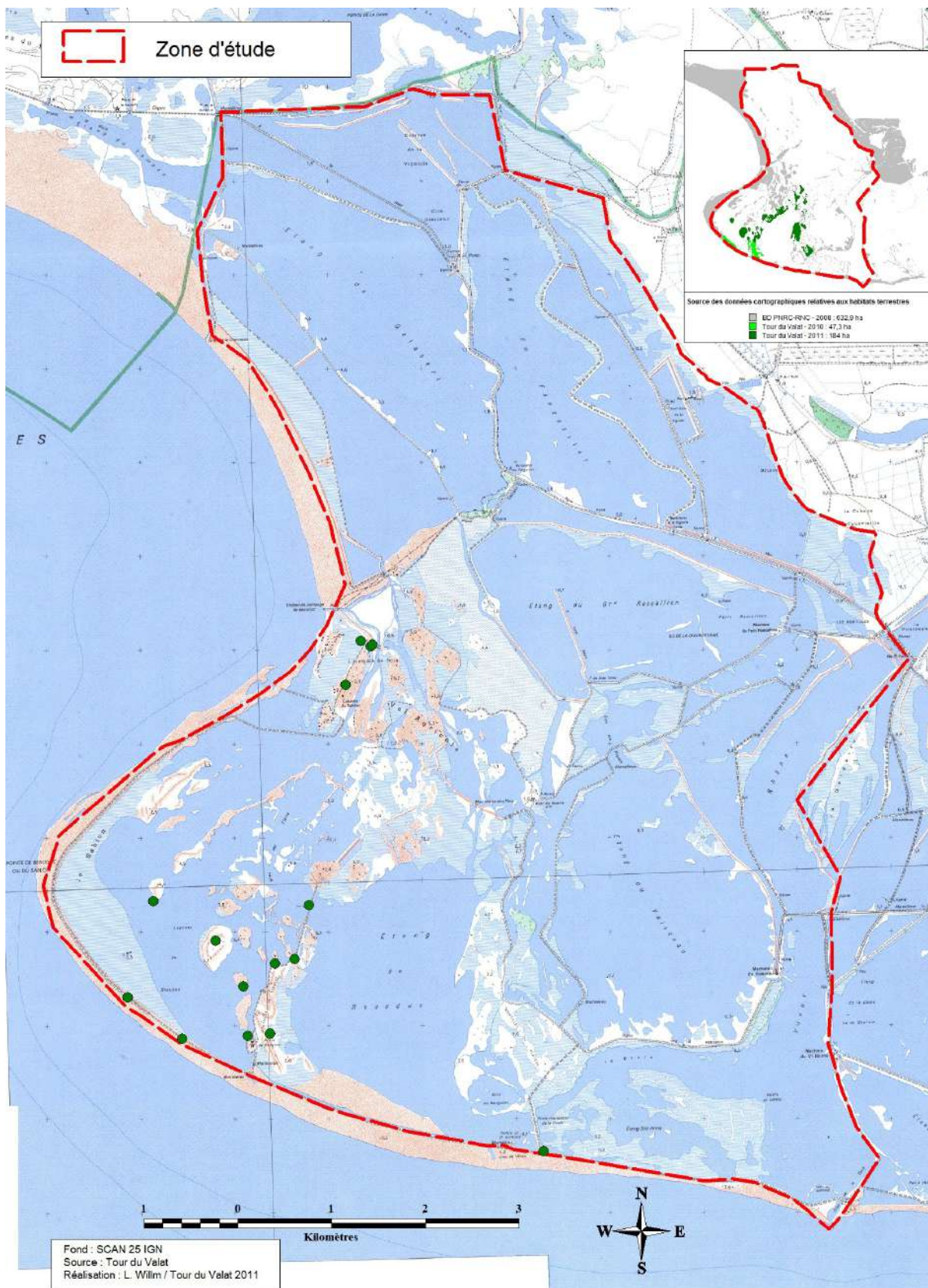


**Annexe 10.6 : Localisation des stations d'Elytrigia elongata dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha)**



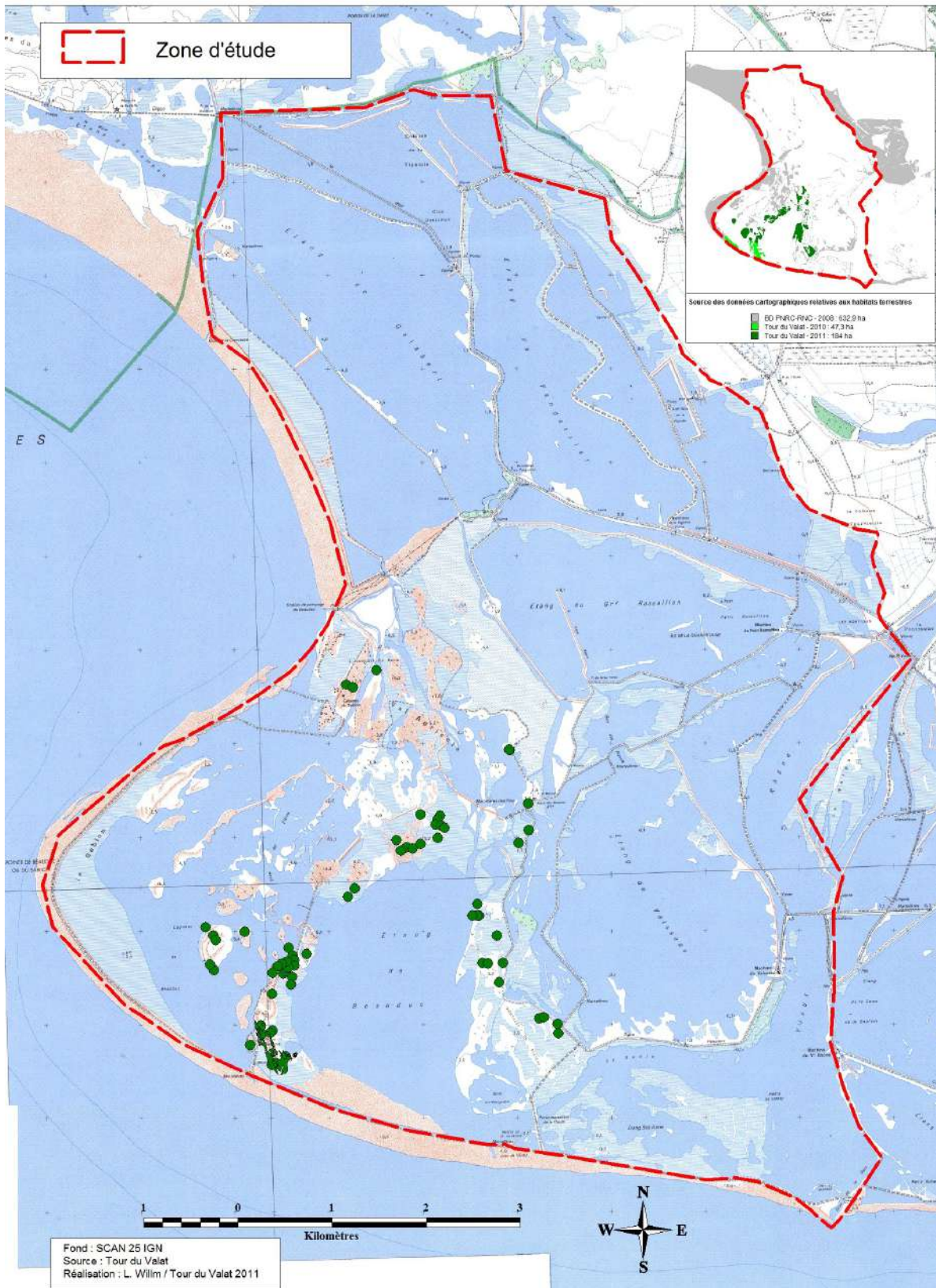


**Annexe 10.7 : Localisation des stations d'Eryngium maritimum dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha)**



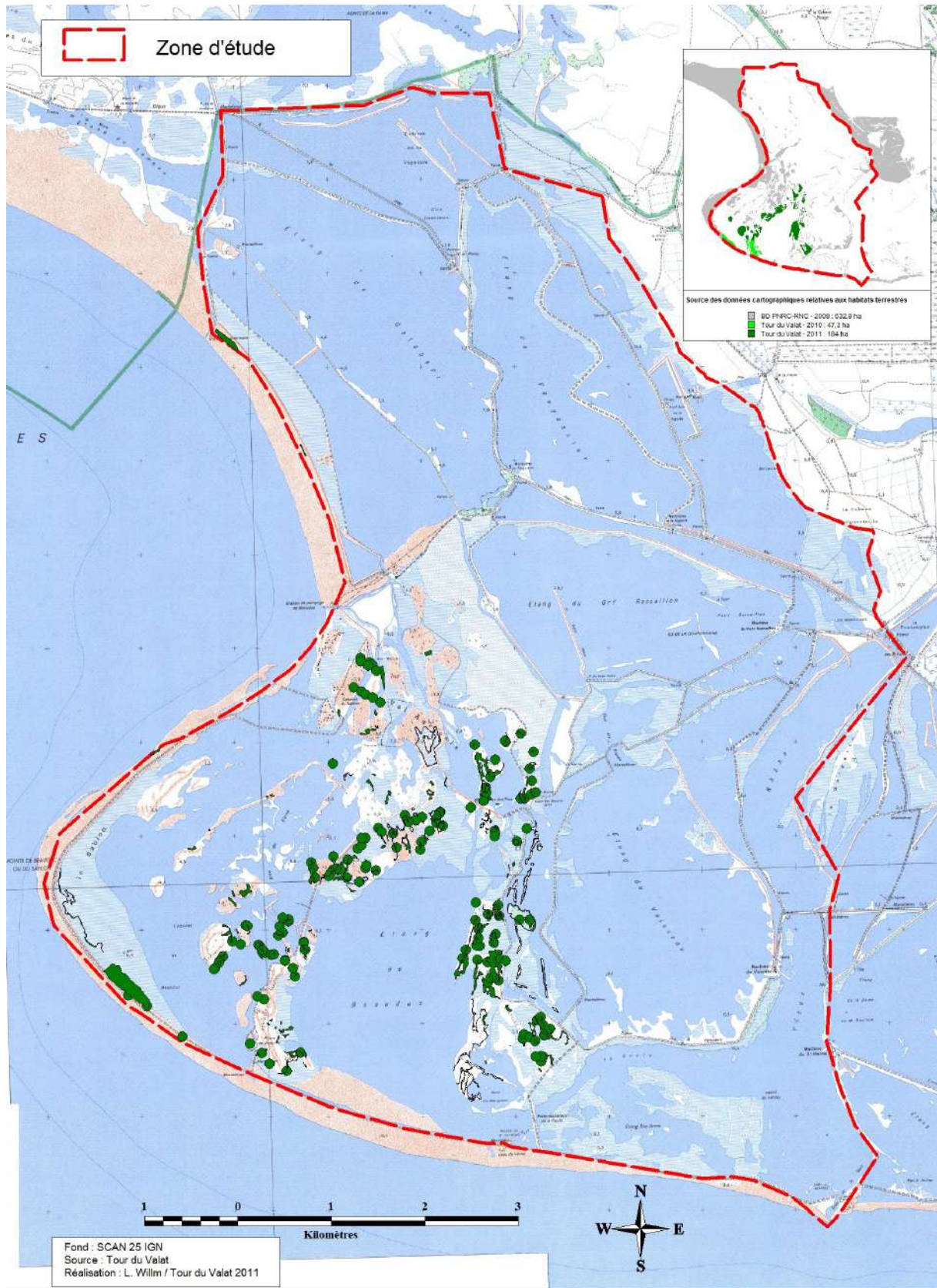


**Annexe 10.8 : Localisation des stations d'*Imperata cylindrica* dans la zone révisée en 2010-2011 (230 ha)**



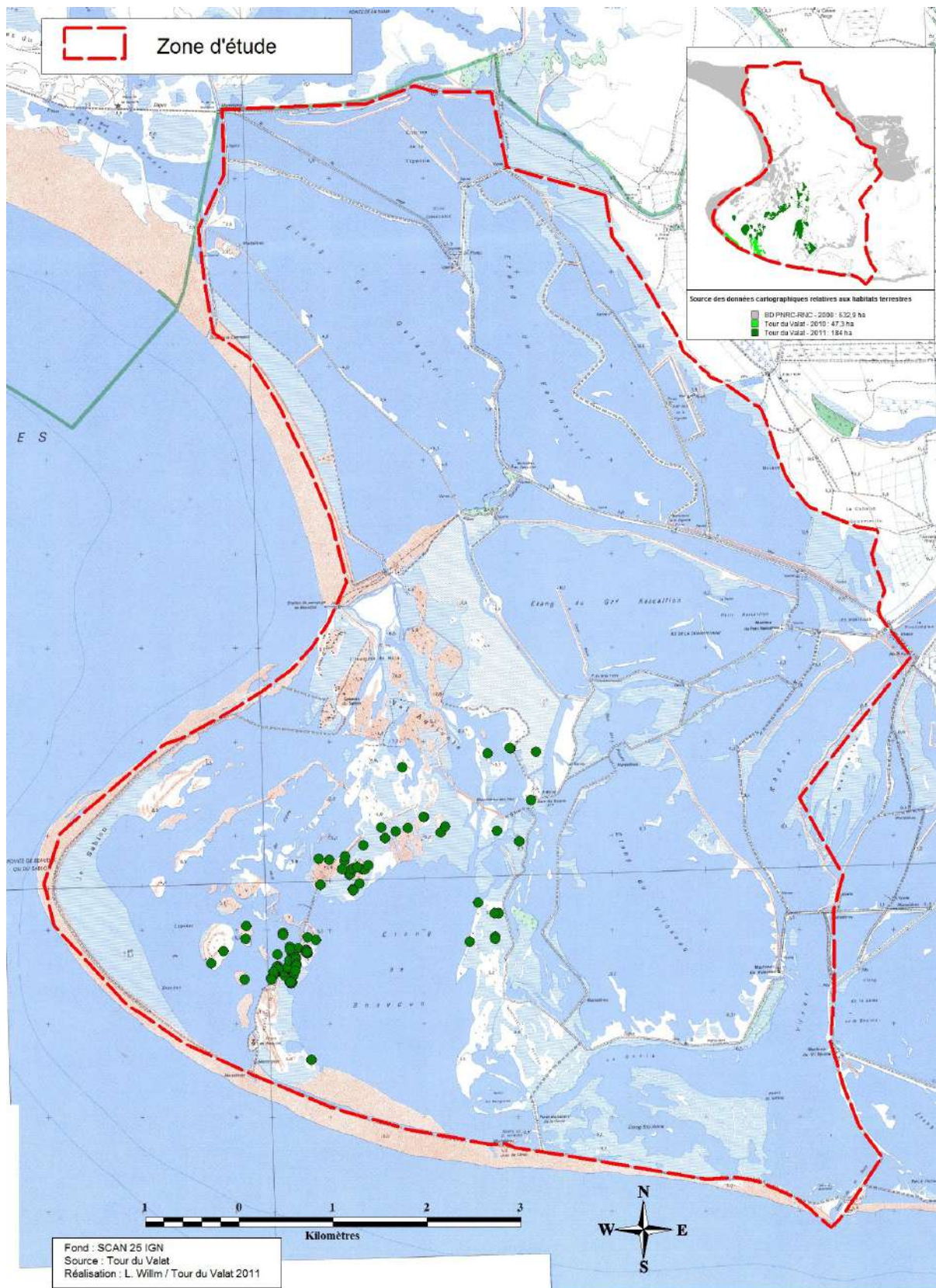


**Annexe 10.9 : Localisation des stations de *Limonium girardianum* dans la zone révisée en 2010-11 (230 ha)**



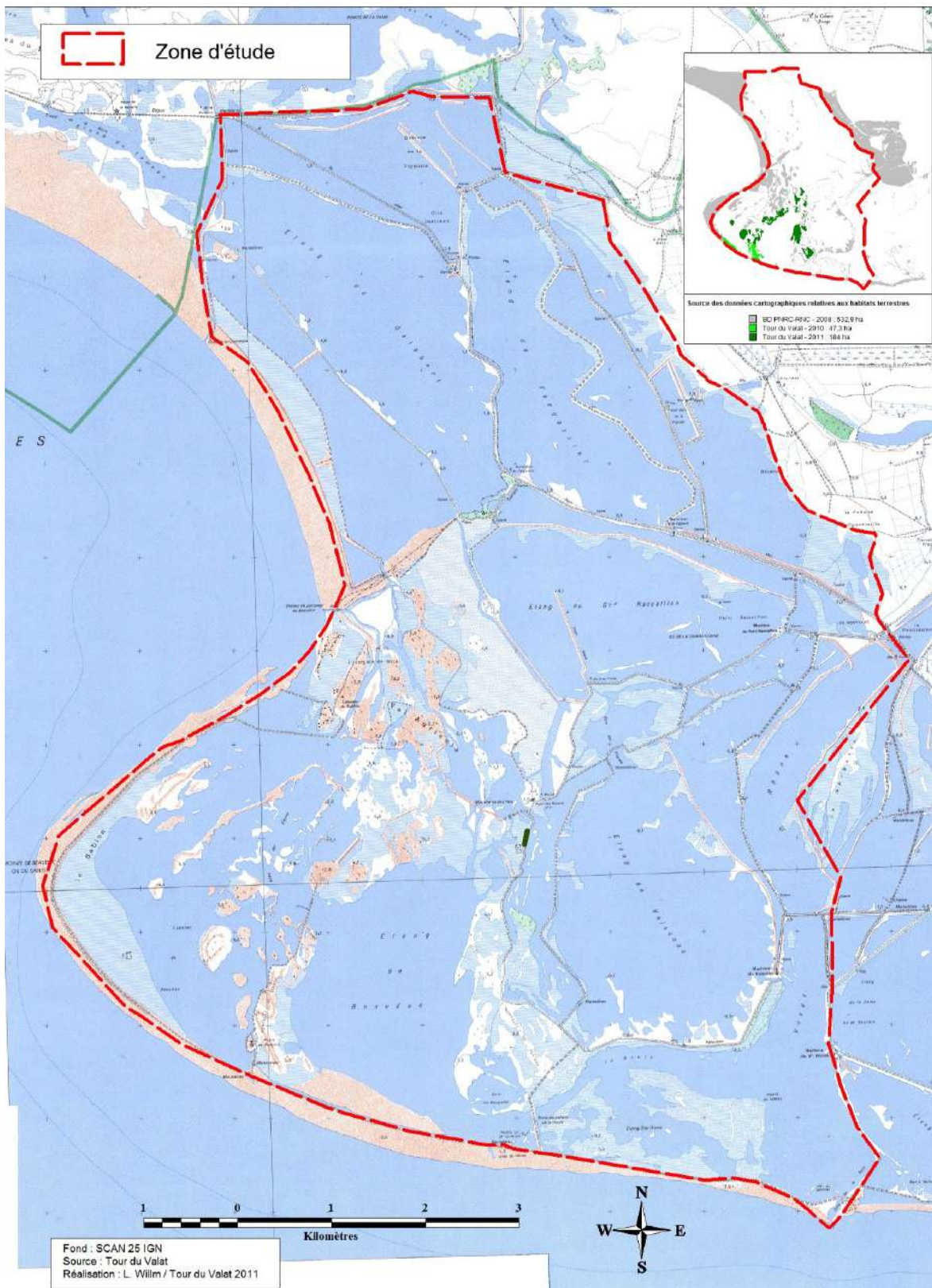


**Annexe 10.10 : Localisation des stations de *Pancratium maritimum* dans la zone révisée en 2010-11 (230 ha)**





**Annexe 10.11 : Localisation des stations de *Thymelaea hirsuta* dans la zone révisée en 2010-11 (230 ha)**



## Annexe 11 : Calendrier des prospections batrachologiques

Date	Secteurs prospectés	Observateurs
18/03/2010	Digue des Toscans, du Galabert, montilles des cabanes des Sablons	A. Arnaud, D. Cohez
26/03/2010	Digue de Véran, Phare et montilles de Beauduc	A. Arnaud, K. Schmale
09/04/2010	Digue du Tampan et du Galabert	A. Arnaud, A. Olivier, C. Pedrot, C. Buyck
23/04/2010	Montilles du Platelet, Val agricole, pinèdes de Beauduc, digue des Toscans	A. Arnaud, A. Olivier, P. Lagrange, B. Salvarelli
06/04/2011	Lagune des Sablons	A. Arnaud, A. Olivier, H. Cayuela, M.A. Marchand, F. Merlet, S. Ficheux
	Montille d'Arnaud, Briscon	A. Olivier, G. Hémerly, F. Revest



## Annexe 12 : Liste des espèces d'oiseaux observées sur la zone d'étude et sa bordure maritime.

La liste qui suit présente les espèces d'oiseaux observées sur la zone d'étude au 1 novembre 2011.

**N** : Nicheur ; **M** : Migrateur ; **H** : Hivernant ; **E** : Estivant

**R** : Régulier (occurrence annuelle ou pour une majorité d'année).

**I** : Irrégulier (occurrence pour une minorité d'années).

**O** : Occasionnel (moins de 10 observations sur la zone d'étude, mais occurrence régulière en Camargue).

**A** : Accidentel (moins de 10 observations dans la zone d'étude, occurrence accidentelle en Camargue).

**D** : Disparu ?

\* : espèces observées depuis la zone d'étude, mais seulement en mer.

Sources : Bibliographie, BDD *Tour du Valat* & informations recueillies auprès de G. Hemery et A. R. Johnson.

Nom français	Nom scientifique	Statut	Commentaire
Plongeon catmarin	<i>Gavia stellata</i>	HR*	
Plongeon arctique	<i>Gavia arctica</i>	HR*	
Plongeon imbrin	<i>Gavia immer</i>	HR*	
Grèbe esclavon	<i>Podiceps auritus</i>	HR*	
Grèbe à cou noir	<i>Podiceps nigricollis</i>	HR, MR	
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	HR, MR	
Grèbe jougris	<i>Podiceps grisegena</i>	HO	
Fou de Bassan	<i>Morus bassanus</i>	O, MR*, ER*, HR*	1 donnée d'un oiseau sur la colonie de Flamants au Fangassier
Puffin cendré	<i>Calonectris diomedea</i>	MR*	
Puffin yelkouan	<i>Puffinus yelkouan</i>	MR*, HR*	
Puffin de Méditerranée	<i>Puffinus mauretanicus</i>	MO*	
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	MR, HR	
Cormoran huppé	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	MA	
Blongios nain	<i>Ixobrychus minutus</i>	MO	
Bihoreau gris	<i>Nycticorax nycticorax</i>	MO	
Crabier chevelu	<i>Ardeola ralloides</i>	MO	
Héron garde-bœufs	<i>Bubulcus ibis</i>	O	Observé lorsque les dunes de Beauduc étaient pâturées par les chevaux.
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	MR, ER, HR	
Grande Aigrette	<i>Casmerodius albus</i>	MR, ER, HR	
Héron pourpré	<i>Ardea purpurea</i>	MR ?	
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	MR, ER, HR	
Cigogne noire	<i>Ciconia nigra</i>	MO	Au moins 2 données.
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>	MO	
Ibis falcinelle	<i>Plegadis falcinellus</i>	MO, EO	Quelques données en 2011
Spatule blanche	<i>Platalea leucorodia</i>	ER	Plusieurs observations aux Enfores en 2011.
Flamant rose	<i>Phoenicopterus ruber</i>	NR, MR, HR	
Flamant nain	<i>Phoenicopterus minor</i>	NA, ER	Peut être échappé de captivité

Nom français	Nom scientifique	Statut	Commentaire
Flamant du Chili	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	EO	Echappé de captivité
Cygne tuberculé	<i>Cygnus olor</i>	EO, HO	Quelques observations sur Galabert et Briscon.
Oie cendrée	<i>Anser anser</i>	MO	
Oie rieuse	<i>Anser albifrons</i>	MO	
Bernache cravant	<i>Branta bernicla</i>	MA	
Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>	NR, MR, HR	
Tadorne casarca	<i>Tadorna ferruginea</i>	MA	
Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>	MR, HR	
Canard chipeau	<i>Anas strepera</i>	MR, HR, ND	
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	MR, HR	
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	MR, HR, NR	
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	MR, HR, NR	
Sarcelle d'été	<i>Anas querquedula</i>	MR	Régulière au passage pré-nuptial au Vaisseau, Pèbre, Briscon
Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	MR, HR	
Nette rousse	<i>Netta rufina</i>	MR, HO, ND ?	
Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>	HD	
Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i>	HD	
Eider à duvet	<i>Somateria mollissima</i>	HR*	* en mer seulement
Harelda boréale	<i>Clangula hyemalis</i>	HO	Plusieurs données étang de Beauduc
Macreuse noire	<i>Melanitta nigra</i>	HR*	* en mer seulement
Macreuse brune	<i>Melanitta fusca</i>	HR*	* en mer seulement
Harle huppé	<i>Mergus serrator</i>	HR	
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	MR	
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	ER, MR	
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>	MO	
Circaète Jean-le-Blanc	<i>Circaetus gallicus</i>	ER	
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	MR, ER	
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	MR, HR	
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	MR	
Busard pâle	<i>Circus macrourus</i>	MA	
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	MR, HR	
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	MR	
Balbusard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>	MR, HO	
Faucon crécerellette	<i>Falco naumanni</i>	MO	
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	MR, HR	
Faucon kobez	<i>Falco vespertinus</i>	MR	
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>	MR, HR	
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	MR	
Faucon d'Eléonore	<i>Falco eleonorae</i>	MR	
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	MR, HR	
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	NR	Petite population issue de lâchers (Galabert, Platelet).
Faisan de colchide	<i>Phasianus phasianus</i>	R (N ?)	Petite population issue de lâchers aux Sablons-Beauduc.
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	MR	
Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>	MR, HR	
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	HD ?	
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	MO	



Nom français	Nom scientifique	Statut	Commentaire
Huïtrier-pie	<i>Haematopus ostralegus</i>	NR, MR, HR	
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	NR, MR, HR	
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	MR, NO	
Oedicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	MO	
Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	MR	
Grand Gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	MR, HR	
Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>	NR, MR, HR	
Gravelot de Leschenault	<i>Charadrius leschenaultii</i>	MA	
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	HR	
Pluvier argenté	<i>Pluvialis squatarola</i>	MR, HR, ER	
Pluvier guignard	<i>Charadrius morinellus</i>	MO	
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	MO	
Bécasseau maubèche	<i>Calidris canutus</i>	MR	
Bécasseau sanderling	<i>Calidris alba</i>	MR, HR	
Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i>	MR, ER, HR	
Bécasseau de Temminck	<i>Calidris temminckii</i>	MR	
Bécasseau de Bonaparte	<i>Calidris fuscicollis</i>	MA	
Bécasseau de Baird	<i>Calidris bairdii</i>	MA	
Bécasseau tacheté	<i>Calidris melanotos</i>	MO	
Bécasseau à queue pointue	<i>Calidris acuminata</i>	MA	
Bécasseau cocorli	<i>Calidris ferruginea</i>	MR	
Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>	MR, ER, HR	
Bécasseau falcinelle	<i>Limicola falcinellus</i>	MR	
Bécasseau rousset	<i>Tryngites subruficollis</i>	MO	
Combattant varié	<i>Philomachus pugnax</i>	MO	
Bécassine sourde		MR	Régulièrement tuée à la chasse aux Sablons
Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	MR	
Bécasse des bois	<i>Scolopax rusticola</i>	MO	
Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>	MO, HO	
Barge rousse	<i>Limosa lapponica</i>	MR, HR	
Courlis corlieu	<i>Numenius phaeopus</i>	MR, HA	
Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>	MR, ER, HR	
Chevalier arlequin	<i>Tringa erythropus</i>	MO	
Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>	NR, MR, HR	
Chevalier aboyeur	<i>Tringa nebularia</i>	MR	
Chevalier stagnatile	<i>Tringa stagnatilis</i>	MO	
Chevalier cul-blanc	<i>Tringa ochropus</i>	MR, HR	
Chevalier sylvain	<i>Tringa glareola</i>	MR	
Chevalier Bargette	<i>Tringa cinerea</i>	MO	
Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>	MR, HO	
Tournepie à collier	<i>Arenaria interpres</i>	MR	
Phalarope de Wilson	<i>Phalaropus tricolor</i>	MA	
Phalarope à bec étroit	<i>Phalaropus lobatus</i>	MR	
Phalarope à bec large	<i>Phalaropus fulicarius</i>	MA	
Labbe pomarin	<i>Stercorarius pomarinus</i>	MO*	
Labbe parasite	<i>Stercorarius parasiticus</i>	MO	
Labbe à longue queue	<i>Stercorarius longicaudatus</i>	MO	
Grand Labbe	<i>Catharacta skua</i>	MO*	

Nom français	Nom scientifique	Statut	Commentaire
Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i>	NI, MR	
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	NR, MR, HR	
Goéland railleur	<i>Chroicocephalus genei</i>	NI, MR, HR	
Goéland d'Audouin	<i>Larus audouinii</i>	MO	
Goéland cendré	<i>Larus canus</i>	HR	
Mouette pygmée	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	MO	
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	HO	
Goéland pontique	<i>Larus cahinnans</i>	MA	
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	NR, MR, HR	
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	MR, HR	
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>	MO	
Mouette tridactyle	<i>Rissa tridactyla</i>	MO*	
Sterne hansel	<i>Gelochelidon nilotica</i>	NI, ER, MR	
Sterne caspienne	<i>Sterna caspia</i>	NA, ER, MR	
Sterne voyageuse	<i>Sterna bengalensis</i>	MA	
Sterne caugek	<i>Sterna sandvicensis</i>	NR, MR, HR	
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	NR, MR	
Sterne de Dougall	<i>Sterna dougallii</i>	MA	
Sterne naine	<i>Sternula albifrons</i>	NR, MR	
Guifette moustac	<i>Chlidonias hybridus</i>	MO	Observée à Briscon récemment.
Guifette noire	<i>Chlidonias niger</i>	MR	Surtout en mer. Des milliers au Fangassier en 1964.
Guifette leucoptère	<i>Chlidonias leucopterus</i>	MO	
Macareux moine	<i>Fratercula arctica</i>	MO*	
Pingouin torda	<i>Alca torda</i>	MR*, HR*	
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	MR	
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	N ?, MR	
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	MR	
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	MR	
Coucou geai	<i>Clamator glandarius</i>	N ?, MR	
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	MR	
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	HO	Observée digue de Briscon
Petit-duc scops	<i>Otus scops</i>	MO	
Hibou des marais	<i>Asio flammeus</i>	MR, HO	
Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i>	NO	Une reproduction certaine au Platelet.
Grand-duc d'Europe	<i>Bubo bubo</i>	MO	Une capture ancienne à Beauduc
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>	MR	
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	MR	
Martinet pâle	<i>Apus pallidus</i>	MO	
Martinet à ventre blanc	<i>Apus melba</i>	MR	
Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>	MR, HR	
Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>	NR, MR	
Rollier d'Europe	<i>Coracias garrulus</i>	MO	
Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>	MR	
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	MO	
Torcol fourmilier	<i>Jynx torquilla</i>	MR, HO ?	
Alouette calandre	<i>Melanocorypha calandra</i>	MO	
Alouette calandrelle	<i>Calandrella brachydactyla</i>	MO, NI ?	
Alouette pispollette	<i>Calandrella rufescens</i>	MA	
Alouette hausse-col	<i>Eremophila alpestris</i>	MA	

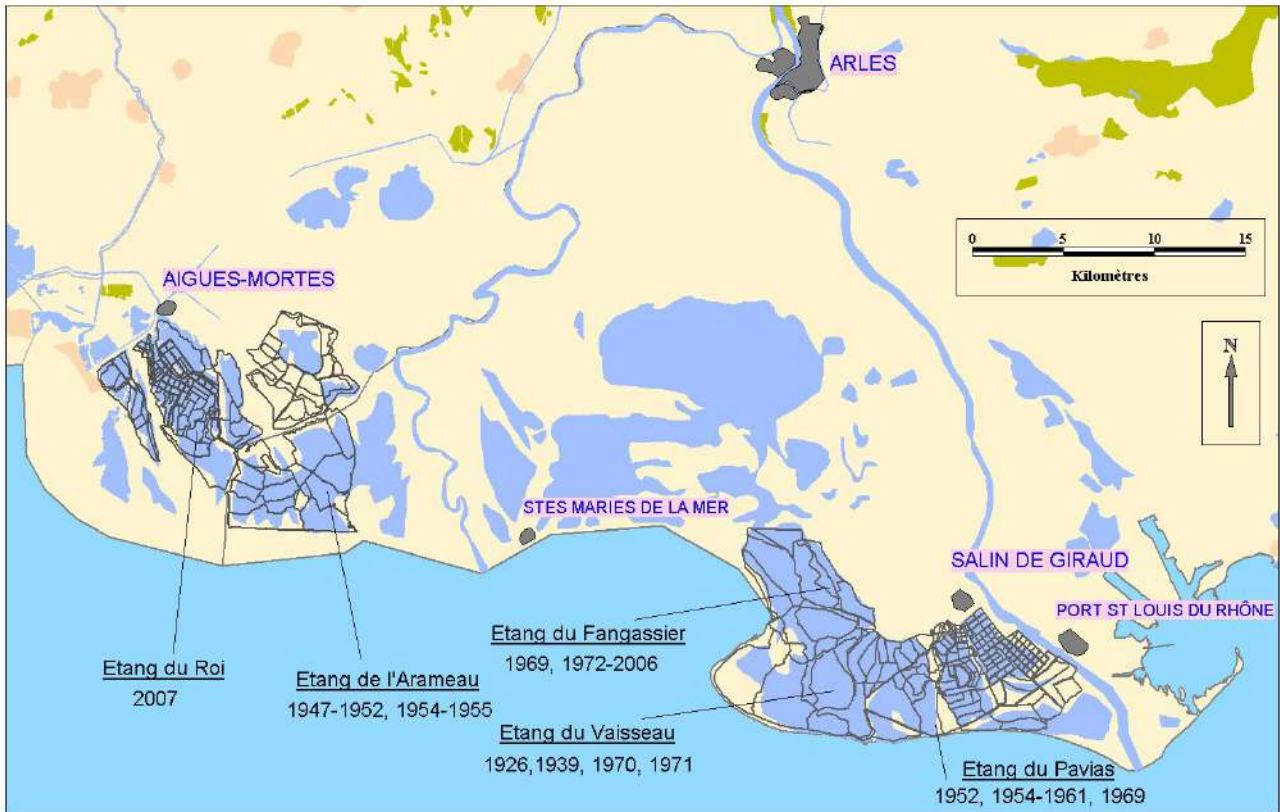
Nom français	Nom scientifique	Statut	Commentaire
Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i>	NR, HR	
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	MO	
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	NR, MR, HR	
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	MR	
Hirondelle de rochers	<i>Ptyognoprogne rupestris</i>	MR	
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	MR	
Hirondelle rousseline	<i>Hirundo daurica</i>	MR	
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbica</i>	MR	
Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>	NR, MR	
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	MR	
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	MR, HR	
Pipit à gorge rousse	<i>Anthus cervinus</i>	MO	
Pipit spioncelle	<i>Anthus spinoletta</i>	MR, HR	
Pipit maritime	<i>Anthus petrosus</i>	MA	
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	NR, MR	
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	NA, MR, HR	
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	MR, HR	
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	MR, HR	
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	MR, HR ?	
Rouge-gorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	MR, HR	
Rosignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	MR, N ?	
Gorgebleue à miroir	<i>Luscinia svecica</i>	MO	
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	MR, HR	
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	MR	
Tarier des prés	<i>Saxicola rubetra</i>	MR	
Tarier pâtre	<i>Saxicola torquata</i>	MR, HR	
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	MR	
Traquet oreillard	<i>Oenanthe hispanica</i>	MR	
Traquet du désert	<i>Oenanthe deserti</i>	MA	
Monticole de roche	<i>Monticola saxatilis</i>	MO	
Monticole bleu	<i>Monticola solitarius</i>	MA	
Merle à plastron	<i>Turdus torquatus</i>	MR	
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	MR, HR	
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	MO	
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	MR, HR	
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>	MR	
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	MR	
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>	NR	A Sablons, Val Agricola
Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>	NR	
Locustelle tachetée	<i>Locustella naevia</i>	MR	
Locustelle lusciniôïde	<i>Locustella luscinioides</i>	MO	
Rousserolle effarvatte	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	MR	
Rousserolle turdoïde	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	MR	Plusieurs captures à Beauduc
Hypolaïs icterine	<i>Hippolaïs icterina</i>	MR	
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolaïs polyglotta</i>	MR	
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	MR, HR	
Fauvette sarde	<i>Sylvia sarda</i>	MA	
Fauvette à lunettes	<i>Sylvia conspicillata</i>	NR, HO	
Fauvette passerinette	<i>Sylvia cantillans</i>	MR	

Nom français	Nom scientifique	Statut	Commentaire
Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i>	NR, MR, HR	
Fauvette orphée	<i>Sylvia hortensis</i>	MO	Régulièrement capturées dans les années 60.
Fauvette babillarde	<i>Sylvia curruca</i>	MO	
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	MR	
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	MR	
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	MR	
Pouillot de Pallas	<i>Phylloscopus proregulus</i>	MA	
Pouillot de Bonelli	<i>Phylloscopus bonelli</i>	MR	
Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	MR	
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	MR, HR	
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	MR	
Pouillot boréal	<i>Phylloscopus borealis</i>	MA	Aux Sablons (obs G Paulus)
Pouillot à grands sourcils	<i>Phylloscopus inornatus</i>	MA	
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	MR, HO	
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>	MR, HR	
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	MR	
Gobemouche à collier	<i>Ficedula albicollis</i>	MO	
Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleucos</i>	MR	
Mésange noire	<i>Periparus ater</i>	MO	
Mésange bleue	<i>Cyanestes caeruleus</i>	MO	
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	?	Obs. aux pinèdes de Beauduc.
Tichodrome échelette	<i>Tichodroma muraria</i>	MA	
Rémiz penduline	<i>Remiz pendulinus</i>	MO	
Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>	MR	
Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>	MR	
Pie-grièche à poitrine rose	<i>Lanius minor</i>	MO	
Pie-grièche à tête rousse	<i>Lanius senator</i>	MR	
Pie-grièche méridionale	<i>Lanius meridionalis</i>	HO	
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	NR	
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	ER	Obs. à Briscon (oiseaux de la colonie du château de Tourvieille).
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	?	Observée au Fangassier et la Vignolle.
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	NR, MR, HR	
Etourneau unicolore	<i>Sturnus unicolor</i>	MA	
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	NR, HR	
Moineau friquet	<i>Passer montanus</i>	HR	
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	MR, HR	
Pinson du Nord	<i>Fringilla montifringilla</i>	MR	
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	MR, HR	
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	MR, HR	
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	MR, HR	
Tarin des aulnes	<i>Carduelis spinus</i>	MR	
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	NR, MR, HR	
Beccroisé des sapins	<i>Loxia curvirostra</i>	MO	Plusieurs captures.
Roselin githagine	<i>Rhodopechys githaginea</i>	MA	
Gros-bec casse noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	MO	

Nom français	Nom scientifique	Statut	Commentaire
Bruant des neiges	<i>Plectrophenax nivalis</i>	MO	
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	MR	
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>	MO	
Bruant fou	<i>Emberiza cia</i>	MO	
Bruant ortolan	<i>Emberiza hortulana</i>	MR	
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	MR, HR	
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	MR, HR, N(R ?)	



**Annexe 13 : Localisation des colonies de Flamant rose *Phoenicopterus roseus* en Camargue et Petite Camargue, Sud de la France, de 1926 à 2007.**



## Annexe 14 : Nidification des laridés et limicoles coloniaux de 1956 à 2007.

Les chiffres indiquent ici plutôt le potentiel d'installation en ne tenant pas compte des échecs qui ont pu suivre l'installation de la colonie.

Année	Mouette rieuse	M. mélanocéphale	Goéland railleux	Sterne pierre-garin	Sterne naine	Sterne caugek	Sterne hansel	Avocette
<b>Etang de Beauduc</b>								
1982	1332	1		69				
1985	167		6	124	13			31
1992				22				
1993	4			37				26
1998					27			
1999					60			3
1999								
2000					117			
2002				1				
2004					26			
2005					1			
<b>Briscon</b>								
1999				2	3		1	1
2000	201	173	267	4	5		23	47
2001	212	66						
2002	10	144	9	32				2
2005	19	1		27				
<b>Cabanes de Beauduc</b>								
1982					30			
1992					23			
1993					14			
1994					10			
1998					13			
1999					7			
2002					30			
<b>Enfores de la Vignolle</b>								
1973				15	3			
1976	350			35				
1979	1000							
1982	2			2				
1985	13			110				
1988	45			81				
1991	1			30				
1992	4			74				
1993	4			5				
1995	6			13				
1997	142			75				
1998	146			92	2			
1999	132			33				
2000				15				
2001				2				



Année	Mouette rieuse	M. mélano- céphale	Goéland railleux	Sterne pierre-garin	Sterne naine	Sterne caugek	Sterne hansel	Avocette
<b>Etang de Fangassier</b>								
1967				12	78		5	73
1970				24	35		5	170
1973				15	9		40	100
1976			1		40		50	250
1979				10	120		150	150
1985					72			49
1988					33			75
1991					3			4
1993								99
1994				2	5			133
1995					2			44
1997				22	116			178
1998				2				50
1999				21	29		21	73
2000			183			68	232	45
2001		2	455	4	44	1088	185	128
2002								60
2005								30
<b>Etang du Galabert</b>								
1956	1			101				
1957	6			30	10			
1962	137			93				
1967	460			10				
1973	386			45		134		
1976				8				
1982	4			9				
1992					74			8
1993				4	1			13
1995								1
1998				2	25			
1999				2				
<b>Montilles d'Arnaud</b>								
1979	250	1		15				15
1982	821			19				
1988	199			96				
1992	6			0				
1993	15			20				
1997								1
<b>Montilles vertes</b>								
2005								14

Année	Mouette rieuse	M. mélanocéphale	Goéland railleux	Sterne pierre-garin	Sterne naine	Sterne caugek	Sterne hansel	Avocette
<b>Pèbre</b>								
1979	1050	1		4				
1992					10			82
1995	3			3				0
1999	31	1		4				14
2000	355	1721		73	15		5	12
2001	62	1827	47	60	9			1
2002		42	3	1				
2006								
<b>Pourtour du Rascaillan-clos 1 et 2</b>								
1967	91			116		128		
1969	38			15				
1970	5			60				
1979	16		13		13			
1982	193			14				
1988				1				
1994				1				
1995				1	1			2
1997				2				
1998				2	10			
2006					4			
<b>Quarantaine</b>								
1979					5			
1985				2	1			51
1988								12
1991				2				56
1993					6			20
1994				6				30
1995								37
1997				4	10			26
1998				5	10			20
1999				7	4			15
2000				46	11			42
2001				1				13
2002				5	1			7
2004								19

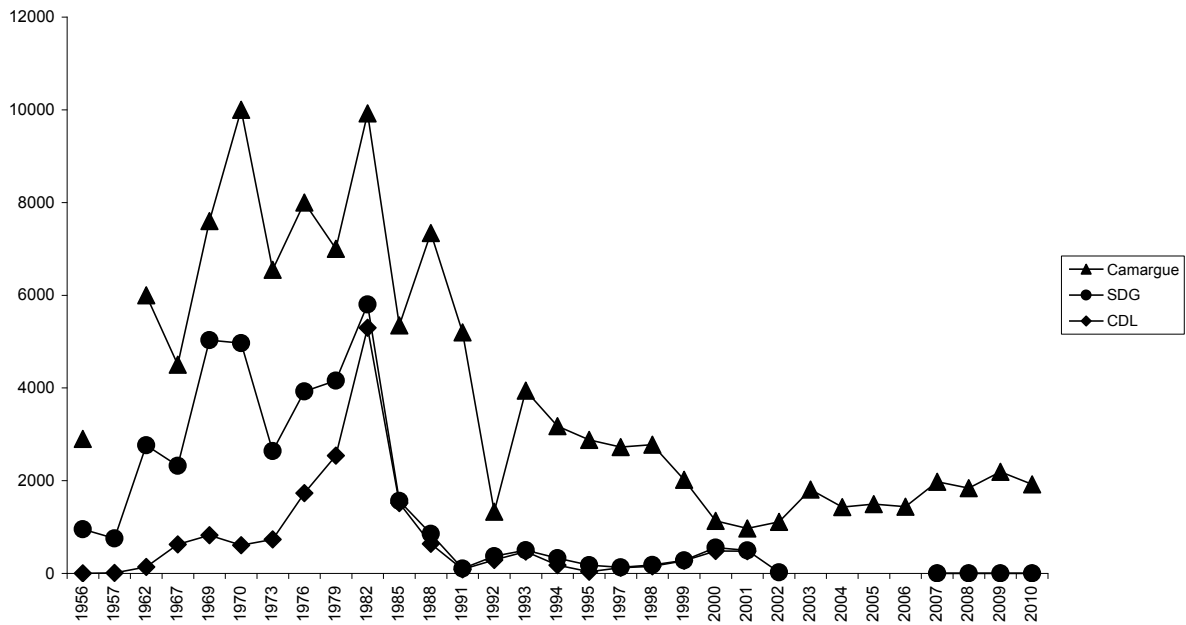
Année	Mouette rieuse	M. mélanocéphale	Goéland railleux	Sterne pierre-garin	Sterne naine	Sterne caugek	Sterne hansel	Avocette
<b>Grand Rascaillan</b>								
1957					48			20
1962				2				87
1967			1	11	3		161	4
1969				2	3		89	178
1970					3			65
1976					20			81
1979								50
1985					3			17
1988								15
1991								63
1995					1			24
1997					1			14
1999								4
2000				6	19			4
2002								10
<b>Sablons</b>								
1973	3			23	14			
1976	1336	5		95	25	450		
1982	2700	12		330		1250		
1985	1800	22		367		1165		
1988	325	4		172		489		
1991	83			110	3	2		
1992	280			139				
1993	447	10		7	30	1056		18
1994	166	11				828		
1995	27			72		83		
1997				25	41			
1998	48	25		97	35			
1999	108	18		59	14	62		
2000				31				
2001	2			106	2			
2002	11			92		435		
2003				148		145		
2004	3			36	38			
2005				16	12			
2006				2				
2007				25	9			



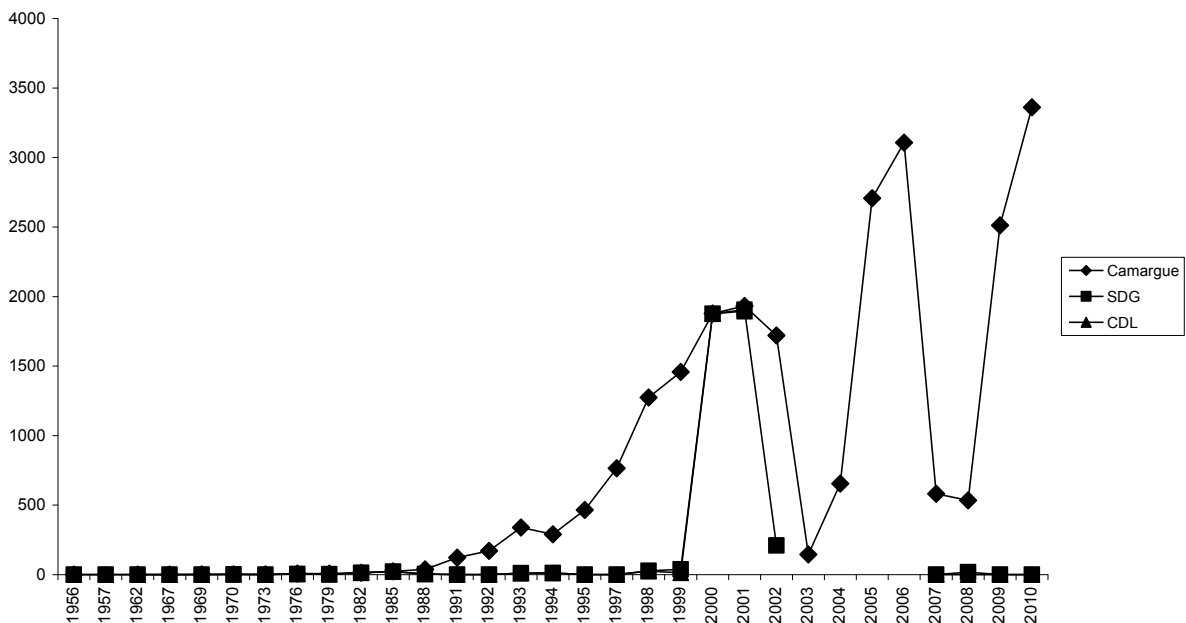
Année	Mouette rieuse	M. mélan- céphale	Goéland railleux	Sterne pierre-garin	Sterne naine	Sterne caugek	Sterne hansel	Avocette
<b>Etang de Sainte Anne</b>								
1988	50							
1991					51			3
1993				1	25			2
1994	9			10	68			16
1997				1	16			
1998					10			1
1999					29			5
2000					7			7
2002								3
2003				19	4			
2004			98	60	54	61		7
2006					9			1
<b>Vaisseau</b>								
1956				304				
1957	1			150	50			32
1967				56	1			
1969	784			95		419		
1970	600	1		50		450		
1973	341			62				
1976	45			154	1			
1979	223			2		39		
1982	254			38				
1985	34			201	1			
2005					10			2
<b>Vieux Rhône Nord</b>								
1967				29	56			61
1970				52	55			15
1973				47	123			12
1988	16		20	2	8			7
1992					2			
1993				10	36			10
<b>Vieux Rhône Sud</b>								
1995					6			
1998					33			

## Annexe 15 : Nidification des laridés et limicoles coloniaux de 1956 à 2010 en Camargue.

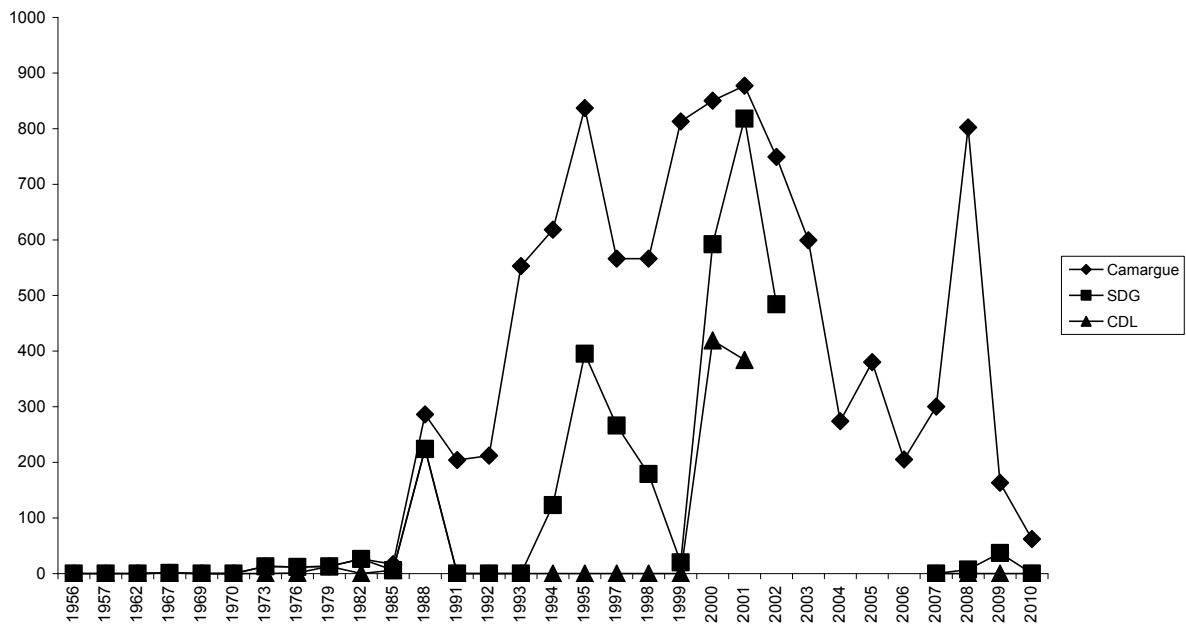
Mouette rieuse - *Larus ridibundus* - Black-headed Gull  
Evolution des effectifs nicheurs



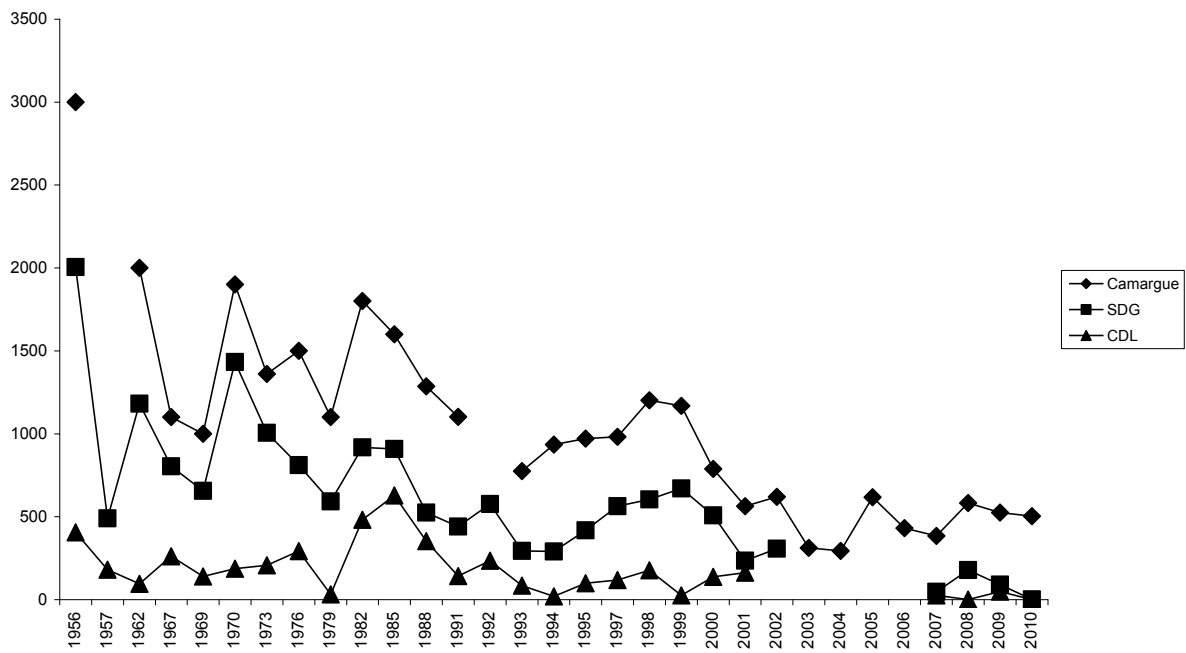
Mouette mélanocéphale - *Larus mélanocéphalus* - Mediterranean Gull  
Evolution des effectifs nicheurs



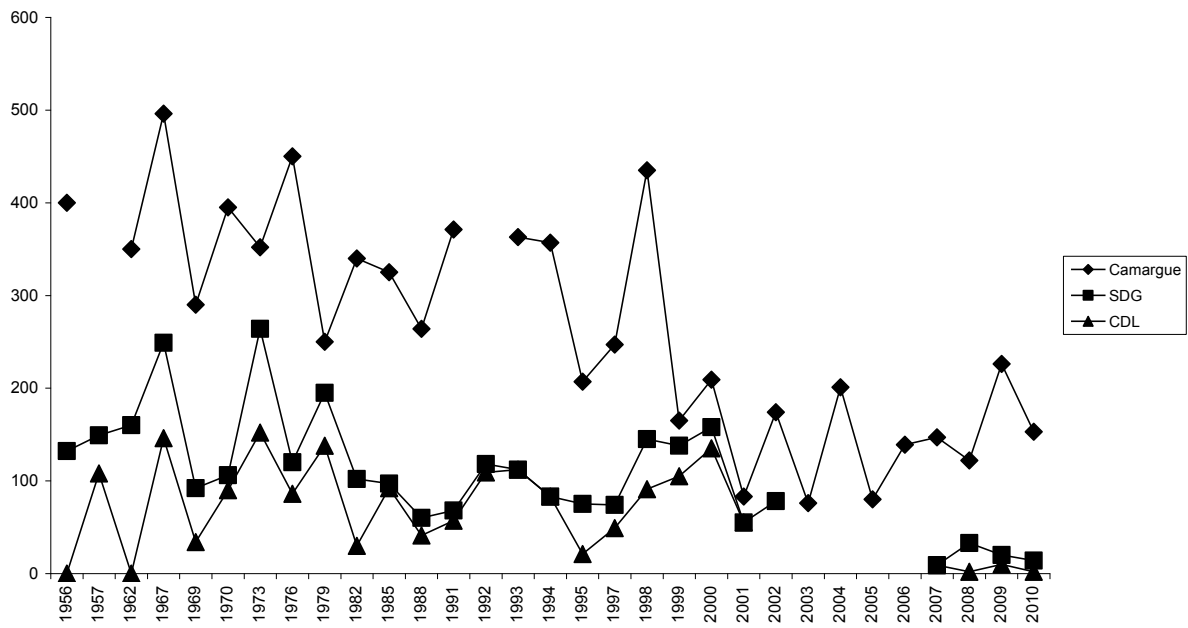
Goéland rائلeur - *Larus genei* - Slender billed gull  
Evolution des effectifs nicheurs



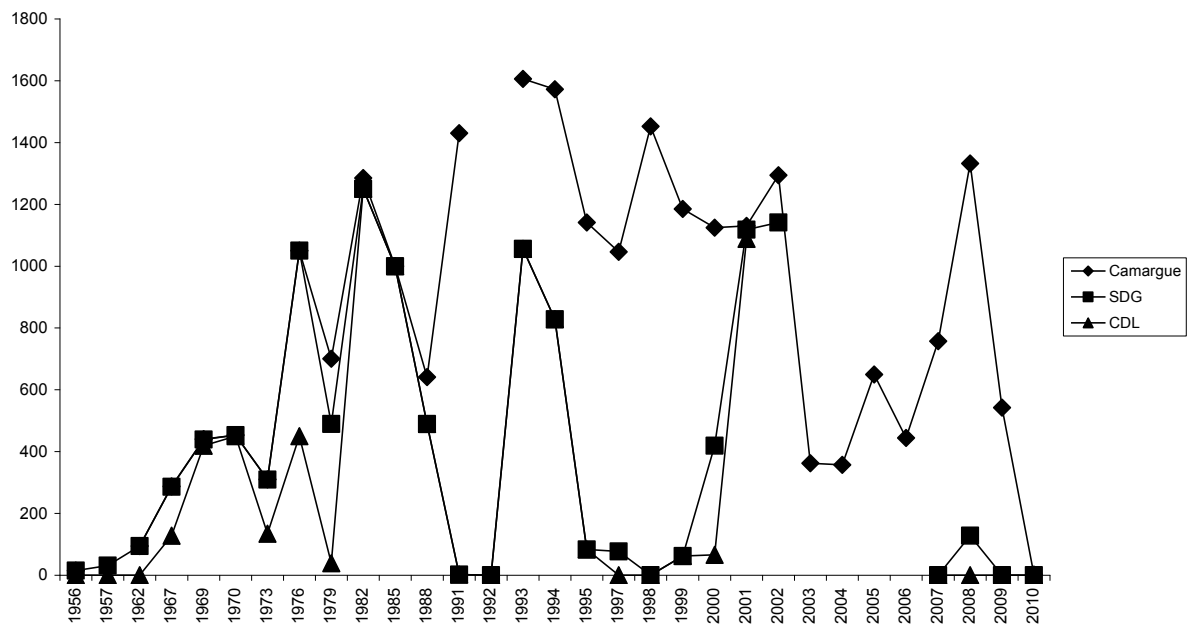
Sterne pierregarin - *Sterna hirundo* - Common Tern  
Evolution des effectifs nicheurs



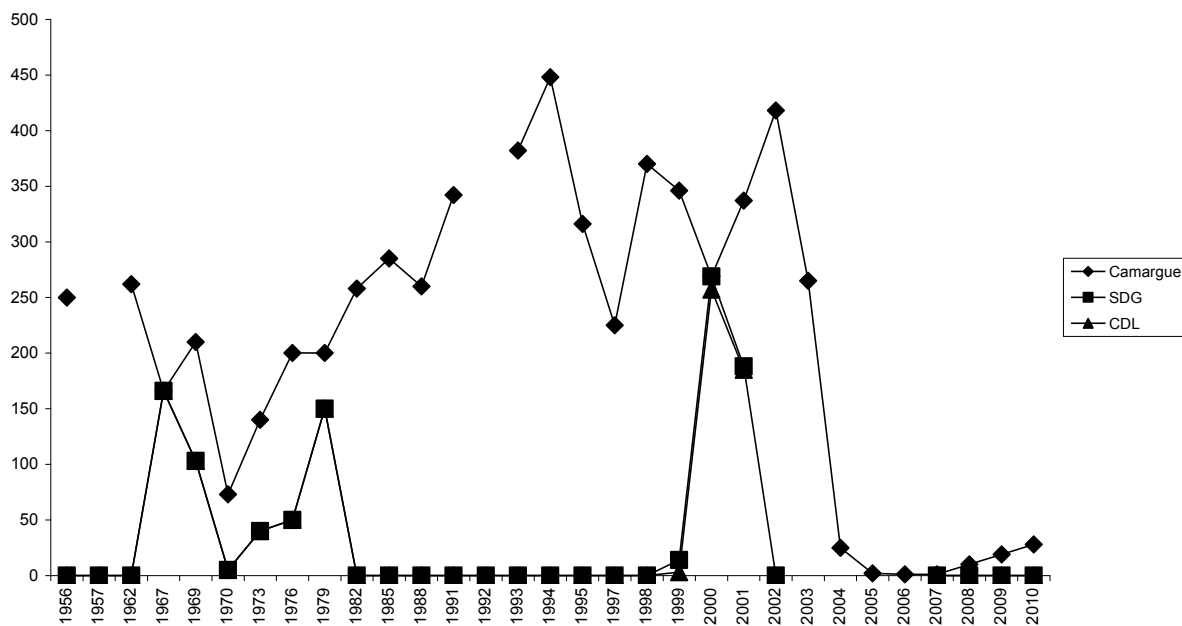
**Sterne naine - Sterna albifrons - Little tern**  
Evolution des effectifs nicheurs



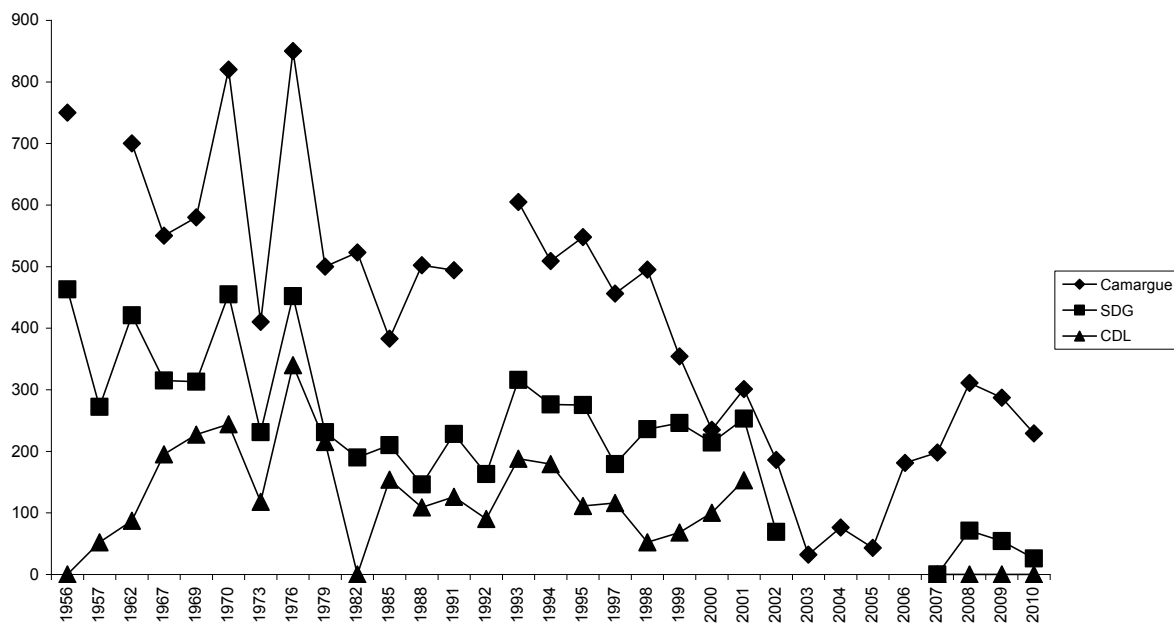
**Sterne caugek - Sterna sandvicensis - Sandwich tern**  
Evolution des effectifs nicheurs



**Sterne hansel - Sterna (Gelochelidon) nilotica - Gull-billed Tern**  
**Evolution des effectifs nicheurs**

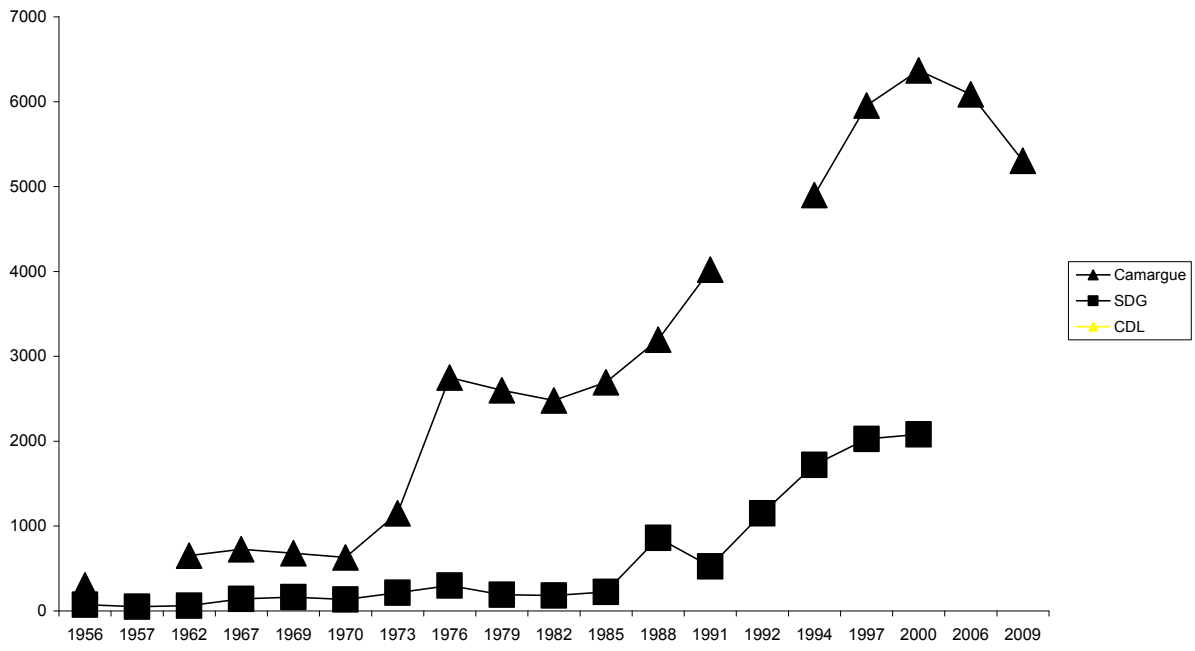


**Avocette élégante - Recurvirostra avosetta - Avocet**  
**Evolution des effectifs nicheurs**





Goéland leucopnée - Larus michahellis - Yellow-legged Gull  
Evolution des effectifs nicheurs



## Annexe 16 : Sites de nidification potentiels de huit espèces de laridés et limicoles coloniaux

Sites de nidification potentiels de huit espèces de laridés et limicoles coloniaux en présence de Goéland leucophée



### Potentiels d'attractivité des milieux (modélisation suivant un GLM)

- ▲ Sites où les espèces ont déjà été observées (sites tests)
- Milieux attractifs  
Probabilités de présence comprises entre 0.95 et 0.99
- Milieux très attractifs  
Probabilités de présence égales à 1

0 2 000 4 000 8 000 Mètres



ARRONIZ Sophie / Août 2008  
Source : Données : Tour du Valat  
Fond : IGN Scan 25

## Sites de nidification potentiels de huit espèces de laridés et limicoles coloniaux sans la présence de Goéland leucophaé



### Potentiels d'attractivité des milieux (modélisation suivant un GLM)

- ▲ Sites où les espèces ont déjà été observées (sites tests)
- Milieux attractifs  
Probabilités de présence comprises entre 0.95 et 0.99
- Milieux très attractifs  
Probabilités de présence égales à 1

0 2 000 4 000 8 000 Mètres



ARRONIZ Sophie / Août 2008  
Source : Données : Tour du Valat  
Fond : IGN Scan 25



Le Sambuc - 13200 Arles – France  
Téléphone : +33 (0)90 97 20 13  
Fax : +33 (0)90 97 20 19  
[secretariat@tourduvalat.org](mailto:secretariat@tourduvalat.org)  
[www.tourduvalat.org](http://www.tourduvalat.org)