Département
ENvironnement
Technologies
Et
Société

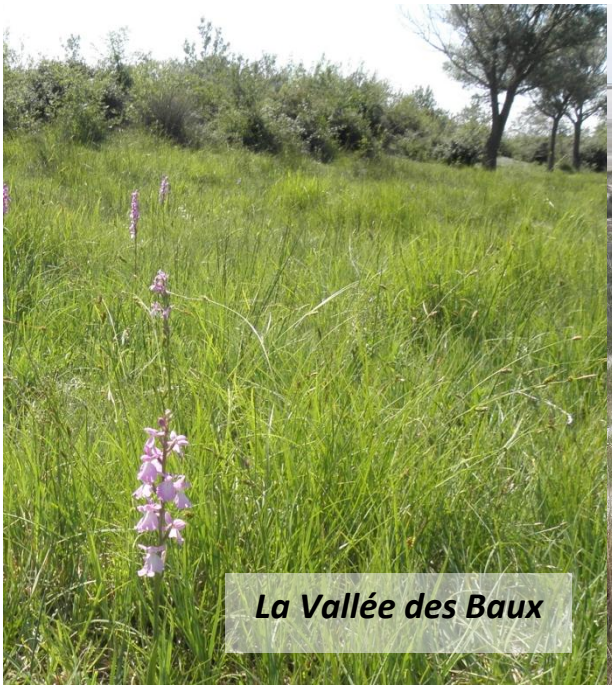
Master Sciences de l'Environnement Terrestre

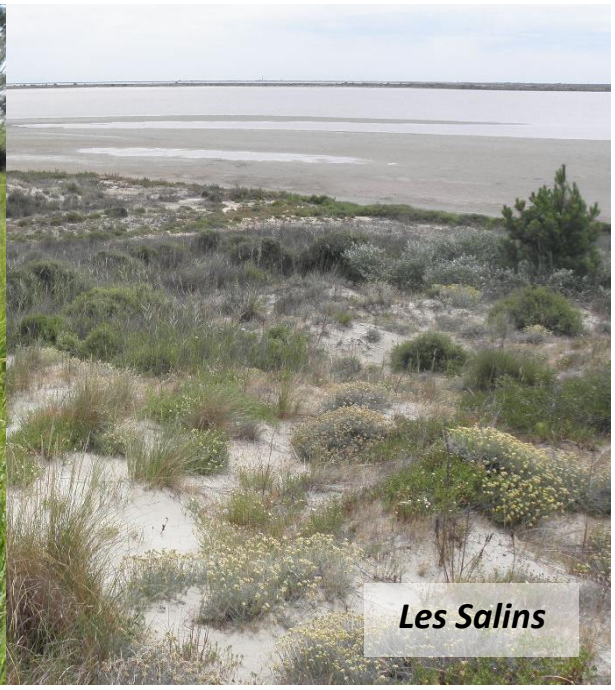
UNIVERSITE DE PROVENCE

Rapport de Stage de master professionnel

Projet Eaux et Territoires :
d'un marais à l'autre, marais en mutation

Recherche sur les dynamiques floristiques


La Vallée des Baux


Les Salins

Nathalie Patry
Etudiante en Master Sciences de l'Environnement Terrestre,
spécialité GEMA, option « Zones Humides ».

Stagiaire à la Tour du Valat, Centre de recherche pour la
conservation des zones humides méditerranéennes.

Tuteur : **Alain Sandoz**

Année 2011

TOUR DU VALAT

Résumé

Le projet « *D'un marais à l'autre, marais en mutation* » est porté par la fondation de la Tour du Valat, dans le cadre du programme « *Eaux et territoires* ». Il s'agit d'un exercice de réflexivité sur la gouvernance de l'eau, à travers l'étude de deux renaturations de zones humides, situées dans le sud de la France à l'est des Bouches-du-Rhône. Ces sites détiennent une riche biodiversité. Le premier concerne les anciens marais des Baux, sur lesquels ont lieu des projets de remises en marais de certaines parcelles agricoles. Le deuxième s'intéresse aux étangs et marais des anciens salins de Camargue, récemment acquis par le conservatoire du littoral.

Dans le cadre de ce projet, ce rapport présente deux études de recherches sur les dynamiques floristiques (Axe B, volet 7).

L'inventaire des orchidées des anciens marais des Baux a pour objectif d'utiliser ces espèces comme indicateur d'un certain état écologique et de certaines pratiques de gestions. Cette étude repose sur l'utilisation de la bibliographie et des relevés de terrain, effectués à intervalles réguliers au cours de la saison, sur 67 sites. Une trentaine d'espèces sont présentes sur ce territoire dont 21 ont été observées cette année. Les indices utilisés révèlent une richesse élevée pour plusieurs sites. Des résultats significativement différents sont obtenus pour certains critères de gestion (retournement du sol, irrigation) mais l'utilisation des orchidées comme indicateur présente certaines limites.

La cartographie des habitats des formations dunaires des anciens salins de Camargue à pour objectif de définir les enjeux de biodiversité afin d'orienter les choix de gestion. Les périmètres des différents habitats ont été définis sur le terrain en s'appuyant sur les photos aériennes de 2003 imprimée au 1/5000. Des relevés de végétation permettent d'avoir un descriptif des espèces présentes. Ces données ont ensuite été rassemblées dans un Système d'Information Géographique (SIG). Au final 180 Ha de végétation ont été cartographiés permettant d'inventorier 12 habitats Natura 2000 et 159 espèces végétales. Un fort envahissement par *Phillyrea angustifolia* est cependant constaté sur certaines dunes.

Summary

The project "*D'un marais à l'autre, marais en mutation*" is managed by the foundation of the Tour du Valat, within the framework of programme "*Eaux et territoires*". It's a reflexivity exercise about water governance with two studies of wetlands restoration, located in the south of France, in the east of Bouches-du-Rhône. These sites possess important biodiversity. The first concerns the ancient marshes of Baux, some agricultural parcels are currently reconverted into marshes. The second concerns the ponds and marshes of ancient Camargue saltworks, recently acquired by Conservatory of coasts.

This rapport presents two studies about floristic dynamical researches (Axe B, part 7).

The orchids' inventory of ancient marshes of Baux is realized with the objective of used these species like indicator of environmental conditions and managements applied. This study uses bibliography and inventories into 67 sites. About thirty species are present into this territory, 21 ones are observed this year. The used indexes reveal high resources in Orchids for several sites. Statistical results are significant for few management conditions (turned over soil, irrigation), the orchid indicator is limited.

The cartography of habitats about dune vegetation into ponds and marshes of ancient Camargue saltworks is realized with the objective to define priority of biodiversity to guide management choices. Perimeters of habitats are defined by vegetation observations and use of aerial photos (1/5000) in the site. Vegetation descriptions inventory species in every habitat. Datas are collected in a Geographic Information System. In the final, 180 Ha of vegetation have been maped out with 12 habitats Natura 2000 and 159 floristic species. However *Phillyrea angustifolia* is intrusive into some dunes.

Remerciements

Je tiens à remercier dans un premier temps Alain Sandoz pour m'avoir proposé ce stage au sein de la Tour du Valat et m'avoir accordé sa confiance au cours de ces derniers mois.

Je remercie particulièrement Patrick Grillas pour son écoute, ses conseils et pour m'avoir permis de participer au projet de cartographie des habitats sur les secteurs des anciens salins.

Je remercie spécialement Nicole Yaverscovski, botaniste spécialiste pour m'avoir fait partager son expérience sur le terrain, pour son aide dans mes déterminations et pour le temps qu'elle m'a consacrée durant mon stage.

Et également les autres membres de l'équipe Loïc Willm et François Mesleard.

Timothée Schwartz de l'association Arocha France pour m'avoir facilité l'accès à un certain nombre de propriétés privées de la Vallée des Baux.

Les associations botanistes suivantes pour leurs données et leurs intéressantes sorties naturalistes :
La Société linnéenne de Provence avec Jean-Claude Mouraille
La Société française d'orchidophilie avec Michèle et Danielle Hamard
La Société méditerranéenne d'orchidologie avec Rolland Martin

Je tiens également à remercier l'ensemble des salariés et stagiaires de la Tour du Valat qui ont pu m'apporter leur aide et qui font de ce lieu un endroit chaleureux. Notamment Sylvain Maillard pour son aide en télédétection. Morgane Chenevaz et Anthony Cheval qui participaient à ce même projet, pour leur soutien et leur bonne humeur.

Pour terminer une pensée à Alain Friedlender à l'origine du sujet Orchidée qui n'a malheureusement pu y participer pour des raisons de santé.

Sommaire

Remerciements

Introduction p. 1

I. La Tour du Valat p. 2

1.1Présentation p. 2
1.2Historique p. 2
1.3Missions p. 3
1.4 Budget p. 3

II. Le projet Eaux et Territoires :
D'un marais à l'autre, marais en mutation p.4

2.1 Le programme « Eaux et territoires » p. 4
2.2 Objectifs du projet p. 4
2.3 Organisation du projet p. 5
2.4 Les sites étudiés p. 5
2.4.1 La vallée des Baux p. 5
2.4.2 Les étangs et marais des anciens salins de Camargue p. 7
2.4.3 Comparaison des sites p. 8

III) Problématiques p. 9

3.1 Les orchidées de la vallée des Baux p. 9
3.1.1 Problématique générale p. 9
3.1.2 Objectifs du projet p. 10
3.2 La cartographie des habitats des anciens salins de Camargue p.10

IV) Mise en œuvre de l'étude orchidées p. 11

4.1 Méthodologie p. 11
4.1.1 Récupération des inventaires existants p. 11
4.1.2 Etude de l'occupation du sol p. 12
4.1.3 Choix des sites p. 12
4.1.4 Protocole de terrain p. 13
4.1.5 Mise en place d'indicateurs p. 15
4.2 Résultats p. 17
4.2.1 Résultats généraux p. 17
4.2.2 Résultats des indicateurs p. 19
4.2.3 Résultats par rapport de la gestion p. 24
4.3 Discussion p. 32

V) Mise en œuvre de la cartographie des anciens salins p. 34

5.1 Méthodologie p. 34
5.1.1 Travail préliminaire p. 34

5.1.2 Etude sur le terrain p. 34
5.1.2 Assemblage des données p. 35
5.2 Résultats p. 36
5.2.1 Habitats et surfaces cartographiées p. 36
5.2.2 Description des habitats Natura 2000 inventoriés : p. 38
5.2.3 Les espèces protégées observées p. 41
5.2.4 Comparaison avec la cartographie existante p. 43
5.2.5 Envahissement par la filaire p. 44
5.3 Discussion p. 45

VI) Conclusion p. 46

Bibliographie

Annexes

Annexe 1 : Récapitulatif des inventaires existants

Annexe 2 : Etude de l'occupation du sol de la Vallée des Baux par télédétection

Annexe 3 : Source des sites de l'étude orchidée

Annexe 4 : Fiche de terrain 1

Annexe 5 : Fiche de terrain 2

Annexe 6 : Coefficients de rareté

Annexe 7 : Cartes des habitats de la végétation des formations dunaires des marais et étangs des anciens salins de Camargue

Annexe 8 : Inventaire des espèces des dunes des anciens salins

Introduction

Ce rapport de stage s'inscrit dans le cadre d'une formation de Master 2eme année en Gestion de l'Eau et des Milieux aquatiques et constitue un mémoire de fin d'étude. Ce stage fut réalisé sur une période de 7 mois, de Janvier à août 2011, au sein de la Tour du Valat. Cet organisme est un centre de recherche privé pour la conservation des zones humides méditerranéennes, situé au cœur de la Camargue, dans le sud de la France.

Il concerne deux études de recherche sur les dynamiques floristiques, réalisée pour le projet « D'un marais à l'autre, marais en mutation » du programme « Eaux et territoires ».

Ce projet porte son attention sur deux sites particuliers : les anciens marais des Baux et les marais des anciens salins de Camargue. Ces territoires s'intéressent actuellement à des projets de renaturation de leurs zones humides, qui soulèvent un certain nombre de questionnements à la fois d'un point de vue environnemental et éco-sociologique.

Le territoire des anciens marais des Baux, actuellement asséchés pour l'agriculture s'est retrouvé inondé lors des crues du Rhône de 2003, rappelant clairement son caractère humide à sa population. Suite à ce phénomène marquant et dans un contexte de déprise agricole du secteur, des propriétaires ont abandonné l'exploitation de quelques parcelles agricoles les laissant retourner à l'état de marais. Ce « retour en arrière » a amené de vives réactions de la part de la population.

Sur ce secteur des Baux présentant à la fois des espaces naturels et agricoles, le choix s'est porté sur les orchidées pour l'étude floristique. En effet les orchidées sont pour la plupart caractéristiques de milieux fragiles, souvent oligotrophes, soit climacique, soit résultant de pratiques agro-pastorales anciennes. Souffrant mal la concurrence de plantes rudérales et banales favorisées par l'évolution négative de ces milieux elles sont d'excellents indicateurs de l'intégralité de ceux-ci (Devillers P. and al.1990).

Dans un premier temps un travail de récupération des inventaires existants sera effectué puis des relevés de terrain auront lieu pour compléter ces données et étudier les présences des cortèges d'orchidées en fonction des conditions du milieu et de la gestion effectuée.

Le territoire des anciens salins connait également de grands changements. Après avoir longtemps appartenu à la compagnie des Salins et été utilisé pour l'exploitation salinière il fut récemment racheté par le conservatoire du littoral. Ses nouveaux gestionnaires (Parc Naturel de Camargue en collaboration avec SNPN et Tour du Valat) souhaitent ramener ce site à une gestion plus naturelle.

Pour ce secteur la dynamique des habitats des formations dunaires des anciens salins sera étudiée à travers la production d'une cartographie. Celle-ci permettra de réaliser un état des lieux de ces divers habitats et de caractériser les enjeux de biodiversité afin de servir d'appui aux décisions de conservation.

Ainsi ces deux études permettront de participer à la compréhension et au suivi de l'évolution de ces territoires.

I. La Tour du Valat

1.1 Présentation

La Tour du Valat est un organisme privé de recherche qui a pour objectif la conservation des zones humides méditerranéennes. La mission de la Tour du Valat vise à « mieux comprendre les zones humides pour mieux les gérer ». Cette fondation à but non lucratif est reconnue d'utilité publique depuis 1978.

Située dans le sud de la France, au cœur de la Camargue (cf figure n°1), son domaine s'étend sur plus de 2 600 ha et possède les habitats caractéristiques de cette région y compris des milieux rares et menacés comme les marais temporaires, les montilles et de grandes étendues de sansouires. De nombreuses espèces vont y trouver refuge aussi bien au niveau faunistique que floristique. Une grande partie de cette superficie, près de 1844 ha, est d'ailleurs classée en réserve naturelle.

Ce domaine va représenter un terrain d'étude privilégié pour les chercheurs de la Tour du Valat et leurs projets (inventaires, recherches sur le pâturage…). Avec plus d'une soixantaine de salariés, la Tour du Valat est un centre de recherche important qui joue un rôle prépondérant au niveau méditerranéen et mondial pour l'étude et la préservation des zones humides.

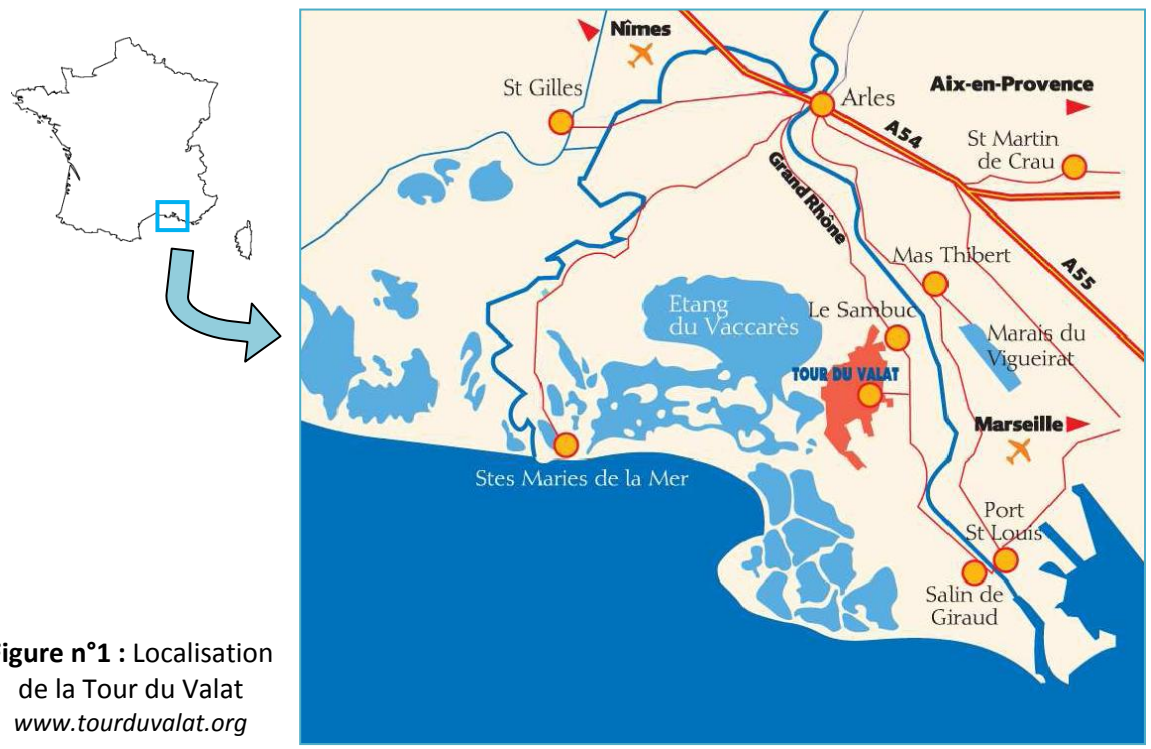


Figure n°1 : Localisation de la Tour du Valat *www.tourduvalat.org*

1.2 Historique

Cette fondation fut crée par Luc Hoffmann : docteur en biologie, originaire de la Suisse et passionné d'ornithologie (cf figure n°2). Il acquiert le domaine de la Tour du Valat en 1947. A cette époque là le domaine produit principalement du riz et du vin tandis que les herbages sont loués à des manadiers (Isenmann, 2003).

D'abord tourné vers l'ornithologie la Station biologique de la tour du Valat est officiellement crée en 1954. Au fil des années cette structure va diversifier ses missions vers la conservation et la gestion des zones humides. En effet la protection des espèces ne peut se faire sans la préservation de leurs

habitats. L'avifaune en dépendant étroitement des zones humides, (lieux de nourrissage, reproduction ou de repos) ne fait pas exception. Malgré les richesses et les nombreux services rendus par ces zones humides (production de ressources, épuration de l'eau, régulation des crues…), elles ont longtemps été perçues comme des milieux hostiles à l'homme, source de maladies et de moustiques, qu'il fallait assainir.

Dès les années 60, la Tour du Valat, guidée par Luc Hoffmann, est à l'origine de plusieurs rencontres pour défendre les fonctions et valeurs des zones humides. Une première conférence en Camargue, aux Saintes-Maries de la mer préfigure les principes de la Convention Internationale de Ramsar pour la protection des zones humides qui sera signée en 1971.

Son fondateur ne s'arrêtera pas là puisqu'il contribuera à la création et au renforcement de plusieurs organisations écologiques internationales. Il est notamment le cofondateur du World Wildlife Fund (WWF).

En 1974 la Tour du Valat devient une fondation scientifique privée qui sera reconnue d'utilité publique en 1978. Au cours des dernières décennies ses programmes de recherche n'ont cessé de se diversifier en intégrant de nouvelles disciplines scientifiques. De plus la mise en place de projets de conservation et de module de formation à la gestion, participe à la diffusion et à l'application des résultats de ses recherches en Méditerranée.



Figure n°2 :
Le fondateur, M. Luc Hoffmann
www.tourduvalat.org

1.3 Missions

La Tour du Valat s'est fixée comme objectif d'arrêter la perte et la dégradation des zones humides méditerranéennes et de leurs ressources naturelles, les restaurer et promouvoir leur utilisation rationnelle.

Ses missions vont être d'abord d'améliorer les connaissances des zones humides et de participer à la diffusion de ces savoirs. Puis d'expérimenter des modes de gestion dans le respect de l'environnement et d'apporter des outils aux gestionnaires et décideurs. Enfin ses missions devront permettre de constituer des équipes scientifiques aptes à répondre aux enjeux des zones humides méditerranéennes.

Pour cela le programme 2011-2015 a été organisé en trois axes complémentaires :

- Suivi-évaluation et politiques zones humides
- Modélisation, restauration et gestion des écosystèmes
- Conservation des espèces et de leurs populations dans le contexte des changements globaux

1.4 Budget

Pour réaliser ces missions Luc Hoffman a doté cette fondation d'un capital (géré par la Fondation ProValat) dont les revenus représentent environ 20% du budget actuel de la structure. Le reste de ses recettes provient pour près de la moitié de la fondation MAVA, d'un quart de fonds extérieurs et de 5% d'autres ressources. Le budget moyen annuel de la Tour du Valat est d'environ 4,2 millions d'euros.

(D'après la Tour du Valat)

II. Le projet Eaux et Territoires :

D'un marais à l'autre, marais en mutation

2.1 Le programme « Eaux et territoires »

Le programme « Eaux et territoires » est organisé par le Service de la Recherche du Commissariat Général au Développement Durable du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM), l'Institut d'Ecologie et Environnement du CNRS et par l'Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement (CEMAGREF). Il permet de lancer des appels à projets de recherche dans l'objectif de :

- « mettre en relation les connaissances relatives au fonctionnement des hydrosystèmes et celles qui portent sur les territoires,
- éclairer les politiques actuelles ou à venir portées par les acteurs publics responsables de la gestion des territoires et de la gestion de l'eau. »

Un premier appel a été lancé en 2007. Il a permis de retenir 12 projets pour un budget de 1,8 millions d'euros (dont 0,8 pris en charge par l'INEE). Parmi ceux-ci le projet CAMPLAN visait à mieux comprendre le fonctionnement de l'hydrosystème camarguais. Ce projet a eu lieu sur la Camargue et le Plan du Bourg de 2008 à 2011.

Un deuxième appel a été lancé début 2010 qui a retenu 8 projets dont « D'un marais à l'autre, marais en mutation ».

(D'après le Ministère du développement du durable)

2.2 Objectifs du projet

Le projet « D'un marais à l'autre, marais en mutation » a débuté officiellement en avril 2011 et se terminera en 2013.

Ce projet vise à fournir des éléments de réflexion, de nouvelles connaissances mais aussi des outils concrets en appui aux politiques, gestionnaires et aux différents acteurs locaux dans le but d'une meilleure gouvernance de l'eau sur les territoires étudiés.

Il s'agit de l'étude de cas de deux renaturations ou restaurations de zones humides. Les sites choisis sont les marais des Baux et les marais des anciens Salins de Beauduc. La réussite de tels programmes réside dans l'intrication serrée entre l'écologie, le social et le politique.

Dans cette étude l'axe A des sciences sociales vise d'abord à mieux comprendre le sens social des zones humides restaurées et leur appropriation par la société. De plus le contexte récent de la modification des critères réglementaires de délimitation des zones humides (Arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1 octobre 2009) amène à confronter cette question à d'autres points de vue tels que les modalités sociales et économiques de l'inscription territoriales des zones humides.

L'axe B étudie les dynamiques du paysage et de l'hydrosystème. Une étude de l'évolution des paysages sera réalisée à partir des documents existants sur les 70 dernières années. Les recherches sur l'hydrosystème seront utilisées pour anticiper certains scénarios à travers la mise en place de représentations et de modèles. Des recherches auront également lieu sur la qualité physico-chimique de l'eau ainsi que sur les dynamiques floristiques et macro-invertébrés.

2.3 Organisation du projet

Outre le centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes de la Tour du Valat qui porte le projet, les organismes partenaires sont :

- Le DESMID (Dynamique Ecologique et Sociale en Milieu deltaïque), un laboratoire de recherche du CNRS rattaché à l'université de la Méditerranée et à l'Unité Mixte de Recherche qui s'intéresse aux rapports complexes que les sociétés entretiennent avec les ressources naturelles.

- RESSOURCE (Recherche en Sciences Sociales sur les organisations, les Usages, les Représentations et les Concertations liées à l'Environnement), un bureau d'étude en Sciences sociales et anthropologie.

- L'Université de Provence et les personnes rattachées aux laboratoires associés :
Laboratoire Chimie Provence(UMR6264) – Equipe Chimie de l'Environnement Continental,
IMEP, Institut Méditerranéen d'Ecologie de Provence,
le DENTES, Département Environnement Technologies et Société,
possèdent de multiples connaissances dans un large éventail pluridisciplinaire.

Trois séminaires sont prévus pour permettre la coordination entre ces partenaires et produire des synergies. De plus une réunion est prévue en début de chaque semestre entre l'équipe de recherche et les acteurs gestionnaires pour présenter l'avancer du projet et s'ajuster au plus proche des demandes et des intérêts des acteurs. (Sandoz Alain, Réponse à l'APR 2010)

2.4 Les sites étudiés

Les sites retenus pour cette étude sont les marais des Baux et les marais des anciens Salins de Camargue. Situés tous les deux dans le sud de la France, à l'ouest du département des Bouches du Rhône, ces territoires possèdent des caractéristiques humaines et physiques très différentes. La complexité des enjeux naturels et anthropiques en font des terrains d'étude privilégiés.

2.4.1 La vallée des Baux

Située entre les Alpilles et la plaine de la Crau, la vallée des Baux possède une richesse faunistique et floristique remarquable. Le territoire pris en compte pour cette étude correspond aux anciens marais des Baux et à leur bassin versant. Les anciens marais d'Arles situés plus à l'est en sont exclus. Soit une surface totale d'environ 15500 ha.

Description du milieu :

Les marais des Baux qui s'étendaient sur 2800 ha avant l'assèchement ne font actuellement plus que 370 ha, soit 14% de la surface originelle. Ces zones relictuelles de marais présentent une importante biodiversité avec la présence de 221 espèces d'oiseaux dont le rollier d'Europe et l'aigle de Bonelli, 51 espèces de libellules, 13 espèces de chauves-souris et plusieurs habitats naturels de grande valeur. Ce site fait d'ailleurs partie du réseau Natura 2000 au titre de la Directive Habitats Faune Flore. (D'après A Rocha)

Située un peu plus au nord, les Alpilles par leur aspect aride contrastent fortement avec la vallée. (Cf figure n°3). Ce massif calcaire escarpé de 35 km de long sur plus de 10 km de large présente également un riche patrimoine naturel. Son altitude maximale est de 493m avec le massif des Opiès au nord d'Aureille.

Le territoire d'étude soumis au climat méditerranéen présente des étés chauds et secs et des hivers doux. Les pluies sont très irrégulières, elles sont particulièrement importantes d'avril à juin et d'août à décembre. Ces précipitations peuvent être très violentes, accompagnées d'orages ; il peut alors pleuvoir 200 mm/jour.

Figure n°3 : Rocher de la Pène, vue sur les Alpilles



Historique :

Depuis l'époque romaine, de nombreuses tentatives d'assèchements des marais des Baux se sont succédées. Ce n'est qu'à partir des années 1960-70 que les améliorations techniques permirent la véritable poldérisation des marais. La construction de digues et l'installation de pompes électrique permettent maintenant d'évacuer l'eau qui remonte de la nappe phréatique superficielle. Un développement de l'agriculture fut alors possible et aujourd'hui les zones agricoles (céréales, élevage bovins, production de fourrage…) dominent la vallée. (Bouchard E., Arthus M. et al)

En décembre 2003, de fortes précipitations s'abattent sur les massifs des Alpilles et sur la Vallée des Baux, plus de 250 mm d'eau tombent en quelques jours. Le Canal de drainage de la Vallée des Baux fut rapidement saturé et la partie amont de la vallée se retrouva inondée. Dans le même temps la rupture des digues du canal du Vigueirat et du Rhône entraîne l'inondation de la partie aval, rappelant à chacun la fonction naturelle de zone d'expansion des crues, de cette ancienne zone de marais. (Tron F., 2004)

Cette inondation fut vécue comme une véritable prise de conscience du caractère humide de la vallée. Cet évènement associé à une certaine déprise agricole et au coût élevé de l'entretien du système de drainage, entraine dès 2006 l'abandon de l'exploitation agricole sur certaines parcelles (260 ha) qui retournent à l'état de marais. Cependant l'initiative de ces propriétaires se heurte à plusieurs difficultés. D'abord à un manque de connaissance dans la restauration et la gestion de marais. Ensuite à une incompréhension de la plupart des autres propriétaires et usagers qui voient dans ces remises en eau, un retour en arrière et la source de possibles nuisances telles que les moustiques. Enfin les propriétaires sont rassemblés au sein de l'ASF (dite « pour l'entretien du dessèchement des Anciens marais des Baux »), ils ont toujours l'obligation de pomper sur leurs terres, pour un coût élevé.

Dans ce contexte une concertation « Envisager l'avenir des Ancien marais des Baux » s'est déroulée de novembre 2006 à mai 2008 avec l'ensemble des acteurs locaux. Elle fut conduite par

l'association A Rocha France en partenariat avec le Parc naturel des Alpilles, l'agence de l'eau et la DIREN. Plusieurs études furent ainsi lancées : sur les opportunités de diversification agricole, sur le tourisme, mais aussi sur les perceptions des locaux face à cette perspective de réhabilitation des zones humides. Des projets relatifs à ces espaces naissent pour trouver des moyens de rentabiliser ces zones humides (chasse, exploitation de la sagne).

Enjeux :

La question de la gouvernance de l'eau reste un enjeu primordial. De plus les différentes propriétés sont liées : les activités pratiquées sur certaines parcelles vont avoir une influence sur les terrains voisins. Le développement de l'agriculture va avoir un impact sur la qualité de l'eau et des habitats inféodés au niveau des anciens marais. De même les remises en eau de certaines parcelles pourraient hypothétiquement élever le niveau d'eau de parcelles pompées pour les cultures.

Le territoire étudié prend en compte le bassin versant jusqu'aux Alpilles. Sur ce massif les enjeux sont différents, davantage liés à un manque d'eau. De plus le feu a fortement marqué les Alpilles. Des incendies très importants ont ravagé les massifs en 1999 puis en 2003 du côté d'Eygalières. Depuis les communes des Alpilles ont entrepris d'importants travaux de réhabilitation et pratique une forte prévention en interdisant l'accès au massif pendant les périodes à risque.

2.4.2 Les étangs et marais des anciens salins de Camargue

Description du milieu :

Le delta du Rhône est en perpétuelle évolution depuis 10000 ans, il forme une mosaïque de milieux nés de la rencontre du fleuve et de la mer. Ce delta forme la plus grande zone humide française. Il possède des étendues importantes de steppes salées, de lagunes, marais et joue ainsi un rôle de refuge pour de nombreuses espèces rares. Placé sur le trajet des grandes migrations Nord/Sud, il constitue notamment un site d'alimentation et de repos pour d'innombrables oiseaux. (Parc naturel régional de Camargue, 2003)

La Camargue avec sa topographie plane, son sol argileux et ses nombreux étangs se prête particulièrement bien à l'extraction du sel de mer. C'est également la région de France où l'évaporation est la plus intense et les pluies les plus faibles. Le site des étangs et marais des anciens salins de Camargue est situé au sud-est du Vaccarès sur une zone laguno-marine issue de la sédimentation lors de l'avancée du delta du Rhône dans la mer. Il présente des paysage exceptionnels, notamment d'immenses étendues de marais, d'étang et de prés salés (Cf figure 4).

Figure n°4 : Dunes des marais des anciens salins



Historique :

En 1856 Henri Merle démarre une activité salinière aux Salin de Giraud dans le but d'approvisionner son entreprise Péchiney de fabrication de soude.

C'est en 1971 que la « Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est » ou C.S.M.E. devient propriétaire du grand salin de Giraud qui lui est cédé par la Salicam, Société Salinière de Camargue, filiale de Péchiney. (Lecompte T., Groupe SALINS)

Actuellement cette activité salinière, dont la production est essentiellement destinée au déneigement des routes, connaît un fort déclin. Dans ce contexte le site a fait l'objet d'une vente de la Compagnie des Salins du midi au Conservatoire du littoral. Cet organisme est un établissement public crée en 1975 qui mène une politique foncière visant à la protection définitive des espaces naturels et des paysages sur les rivages maritimes et lacustre. Trois actes d'acquisition ont été signés en 2008, 2009 et 2010 pour une surface de 6391 hectares (D'après le Conservatoire du littoral).

La gestion de ce site a été confiée Parc Naturel Régional de Camargue (PNRC), avec l'appui de la Tour du Valat et de la Société Nationale de Protection de la Nature (SNPN).

Enjeux :

Après une phase de transition où la compagnie des salins maintenait sa gestion, le site est désormais pleinement géré par le PNRC. Plusieurs problématiques entrent en jeux dans l'intendance de ce site, notamment la gestion hydraulique. En effet les entrées d'eau ne pourront plus se faire à partir des pompes des salins du midi, très coûteuses. Un système plus naturel doit être pensé avec la mise en place de nouvelles entrées et sorties d'eau.

De plus le site acquis contient l'étang du Fangassier qui accueille l'unique station de nidification des flamants roses de France. La création en 1976 d'un îlot propice à leur reproduction permet désormais l'accueil de 12 000 couplent nicheurs chaque année. L'îlot nécessite d'être entouré d'eau lors de la période de nidification pour empêcher l'intrusion de prédateurs, d'où la nécessité d'y mettre en place une gestion de l'eau particulière.

Le site est également voué à évoluer avec des entrées d'eau marines au sud, liées au recul du trait de côte. La digue à la mer aménagée au 19^{e} siècle, possède désormais des brèches importantes.

Cette nouvelle gestion pose également des enjeux pour la biodiversité. Les écosystèmes implantés en fonction de la gestion des salins vont subir d'importantes modifications. Les capacités d'adaptation de la flore devront être spécifiquement étudiées.

Enfin l'acceptation sociale n'est pas aisée. La population de Salin de Giraud majoritairement employée par la compagnie des salins a vu son taux de chômage augmenter avec la réduction de cette activité. L'exploitation du sel est ancrée dans la culture de ce village qui accepte difficilement un retour en arrière et un changement du paysage. De plus les employés de la compagnie étaient habitués à pratiquer certains usages sur le site (chasse, pêche…), ces activité devront être négociées et compatibles avec les objectifs de protection.

2.4.3 Comparaison des sites

Malgré la faible distance les séparant (30Km), ces deux sites sont très différents tant du point de vue écologique qu'historique. Cependant certains facteurs peuvent les rapprocher.

D'abord ils ont tous les deux connus de forts aménagements anthropiques dans le but d'être mieux exploité, dans un cas pour l'agriculture, dans l'autre pour l'activité salinière. De plus l'endiguement du Rhône a eu une forte influence sur ces deux territoires. Ensuite ce sont actuellement deux territoires en pleine évolution et en pleine réflexion sur leur avenir.

Pour finir le terme « anciens » revient souvent dans leur nom : les « anciens » marais des Baux et les marais des « anciens » salins de Camargue. Leur noms sont chargés d'histoire et de changements, ces projets de renaturation ne sont font pas sur des terrains neutres, la société a besoin de leur côté identitaire, du souvenir des anciennes activités qu'apportaient les marais des Baux ou les Salins.

Cette réflexion sur l'avenir devra en tenir compte.

III) Problématiques

Au sein de ce projet ce rapport s'inscrit dans l'axe B volet 7 : Recherches sur les dynamiques floristiques, il concerne deux études :
- l'inventaire des Orchidées de la Vallée des Baux et des Alpilles
- la mise à jour de la cartographie des habitats des formations dunaires des marais des anciens Salins de Camargue

Ces deux études s'appuient sur les principes de la phytosociologie qui considère l'espèce végétale, et mieux encore l'association végétale, comme les meilleurs intégrateurs de tous les facteurs écologiques (climatiques, édaphiques, biotiques et anthropiques) responsables de la répartition de la végétation (Béguin et al., 1979).

3.1 Les orchidées de la vallée des Baux

3.1.1 Problématique générale

L'objectif est de caractériser la valeur indicatrice des orchidées puis d'utiliser les cortèges d'orchidées présentes comme indicateur de changements des pratiques de gestion.

Une vingtaine d'espèces d'Orchidées sont présentes sur le secteur des marais des Baux. Deux espèces *Orchis laxiflora* et *Ophrys provincialis* sont protégées au niveau régional en PACA.

Si certaines Orchidées possèdent une grande valence écologique et peuvent s'installer au sein de différents habitats (*Himantoglossum robertianum*, espèces du genre *Ophrys* …), d'autres au contraire poussent de manière très spécifique, sur des milieux bien particuliers. *Cephalanthera longifolia* et *C. rubra* vont être trouvées en zones boisées. *Anacamptis pyramidalis* va être présent sur les pelouses de garrigue en milieu sec. *Epipactis palustris* est l'espèce qui va tolérer le plus l'humidité. *Anacamptis palustris* et *A. laxiflora* vont se développer sur des prairies humides non impactées.

De plus si les Orchidées sont favorisées par certaines pratiques agricoles (fauche, pâturage extensif...) elles disparaissent en cas de trop fortes perturbations (labour, amendement excessif...). En effet, concernant les caractères physico-chimiques du sol, de nombreuses orchidées exigent des sols riches en calcaire et pauvres en ions nutritifs, notamment en nitrates. L'apport d'engrais entraîne très vite la disparition de ces orchidées oligotrophes.

Ainsi la présence d'Orchidées sur des prairies indiquent que celles-ci n'ont été ni labourées ni trop perturbées depuis plusieurs années, d'où le terme d'indicateur de la « naturalité » des territoires.

Le terme de « naturalité » est cependant à utiliser avec précaution, comme l'ont fait remarquer certains gestionnaires associés au projet (Laurent PHILIPOZZI et Jean-Michel PIRASTRU, PNR Alpilles réunion du 6 juin 2011). En effet quels habitats peuvent encore se définir comme naturels alors que l'homme exploite et modifie ces territoires depuis des siècles ?

De plus la plupart des orchidées ont besoin de milieux ouverts. Par conséquent lorsque leurs habitats se retrouvent en friche, colonisés par des arbustes puis des arbres, elles risquent de disparaitre. Certaines activités anthropiques (fauche, pâturage) qui entretiennent les milieux ouverts, propices à leur développement sont donc très favorables. Un retour au « naturel » de certains sites pourrait s'avérer néfaste au maintien de ces populations. Ainsi il peut se révéler hasardeux et risqué d'opposer systématiquement activités humaines et biodiversité.

Les orchidées seraient plutôt indicatrices de certains types de gestion, extensifs mais cependant bien présents. Ainsi la répartition actuelle des Orchidées va être expliquée d'un côté par les conditions écologiques du milieu (climat, sol...) et de l'autre par les pratiques anthropiques existantes ou qui ont existé par le passé (fauche, labour, assèchement...).

3.1.2 Objectifs du projet

Les conséquences des changements d'utilisation des milieux de la Vallée des Baux sont ici étudiées au niveau spécifique en gardant un lien étroit avec l'habitat. Cette répartition pourra ainsi être mise en relation avec les autres volets du projet notamment avec les changements de paysages au cours de ces dernières décennies et avec le fonctionnement hydraulique du bassin versant des marais des Baux.

L'échelle d'étude est le bassin versant avec l'observation de la répartition des orchidées en fonction de la topographie du site, en prenant en compte les habitats du sommet des Alpilles au bas des marais relictuels.

3.2 La cartographie des habitats des anciens salins de Camargue

Les anciens Salins abritent des habitats rares et menacés, la plupart sont classés en habitats d'intérêts communautaires et certains en intérêts prioritaires par la Directive européenne Habitats Faune Flore.

Ce site a longtemps appartenu à l'entreprise des Salin du midi. En tant que territoire privé, difficilement accessible, il fut peu étudié au niveau scientifique.

Suite à son rachat progressif par le conservatoire du littoral, les partenaires gestionnaires (PNRC, RNC, TdV) ont mis en place des études pour mieux connaitre les valeurs et les enjeux de ce site. En effet dans sa gestion, il est nécessaire de prendre en compte à la fois le contexte environnemental (état des dunes, dynamique régressive du trait de côte) et socio-économique (moyens accordés, concertation avec la population) (Voir 2.4 choix des sites)

Cette cartographie de la végétation terrestre a pour objectif d'évaluer les enjeux actuels de conservation, de suivre l'évolution de la dynamique des habitats face aux diverses modifications de leurs conditions environnementales et d'orienter des mesures de conservation et/ou de restauration qui pourraient être envisagées sur le site.

Le PNRC a réalisé en 2006 une carte générale des habitats Natura2000 de la Camargue y compris sur le territoire des salins. Cependant cette carte réalisée à une petite échelle, en partie par photo-interprétation contient des erreurs et des imprécisions.

Une carte des habitats à une échelle très précise a été réalisée par la Tour du Valat en 2010 sur quelques hectares, répondant à ces mêmes objectifs. Mais la réalisation d'une cartographie à une échelle aussi précise, sur l'ensemble du territoire des Salins, prendrait des années pour un coût beaucoup trop élevé.

Ainsi la production de cette carte sur un milieu aussi vaste, riche et complexe pose divers problèmes. Un équilibre doit être trouvé pour obtenir un maximum d'informations et de précisions pour un coût (financier, humain, temps) le plus acceptable possible. Cet équilibre doit également correspondre avec l'utilisation souhaitée de cette carte.

La réalisation de la cartographie de 2011 sera donc réalisée par l'équipe « Dynamique des écosystèmes » de la Tour du Valat en collaboration avec l'équipe du projet Eaux et territoires.

IV) Mise en œuvre de l'étude orchidées

4.1 Méthodologie

4.1.1 Récupération des inventaires existants

Plusieurs inventaires réalisés au cours des cinquante dernières années par des botanistes expérimentés peuvent contribuer à cette étude. Ils ne concernent pas tous spécifiquement les orchidées ni exclusivement notre zone d'étude mais peuvent chacun apporter un complément d'informations.

René Molinier (1899-1975), botaniste cartographe renommé, a particulièrement prospecté la Provence. On lui doit des cartes de la région exprimant de manière précise l'état du couvert végétal. De plus il a réalisé un inventaire des plantes vasculaires pour les Bouches du Rhône (1967) et un autre pour la Camargue (1974) qui détaillent notamment la famille des orchidacées.
Bernard Girerd en 1992 a réalisé un inventaire floristique de la chaine des Alpilles qui contient également une liste d'orchidacées. Cet inventaire est en cours de réactualisation par Erol Vela (2001) mais n'a jamais été publié.
Plus récemment Stéphan Arnassant et Francis Dabonneville ont conçu une plaquette à destination du grand public inventoriant les orchidées en Camargue (2006).

Des associations ont recueilli des données géoréférencées dont il est possible d'extraire uniquement les points qui concernent cette étude. Il s'agit du Conservatoire Etude des Ecosystème de Provence (CEEP), de la Société Française d'Orchidophilie (SFO) et de la Société Méditerranéenne d'Orchidologie (SMO). Cette dernière possède des partenariats de partage de données avec les organismes précédents et détient un regroupement de leurs informations.
Enfin l'association A Rocha avait établi une liste des orchidées présentes sur les marais des Baux.

Ces inventaires datant de périodes différentes, une conversion dans la taxonomie actuelle a été nécessaire. En effet les connaissances des orchidées et de leur taxonomie ne cessent d'évoluer. Elles ont beaucoup progressées ces dernières années grâce aux études génétiques. Celles-ci ont provoqué l'éclatement de certains groupes (Ophrys sphegodes, O. fusca…) en plusieurs espèces. Ainsi certains taxons considérés jusque-là en tant que types ou sous-espèces ont été élevés au rang d'espèces. Cependant cette nouvelle taxonomie est loin de faire l'unanimité, il existe encore un manque de consensus pour de nombreux taxons et des retours en arrière ne sont pas à exclure.

Les principales difficultés d'une classification des orchidées résident dans leur grande variabilité intraspécifique, qui permet à un même taxon d'exister sous une large variété de formes, et dans leur capacité élevée d'hybridation interspécifique. L'existence de ces populations hybrides prouve la fragilité des frontières génétiques entre ces taxons, la définition d'espèces s'avère alors difficile à maintenir.

La taxonomie utilisée dans ce rapport est celle employée par le Collectif de la Société Française d'Orchidophilie dans la 2e édition de son ouvrage « *Les orchidées de France, Belgique et Luxembourg* » (Bournérias M., Prat D. et al., 2005)

Les données concernant la zone d'étude se trouvent dans la partie résultat « 4.2.1 Résultats généraux » avec une trentaine d'espèces recensées. Les références de ces inventaires se trouvent dans la bibliographie et le récapitulatif des inventaires existants est en Annexe 1.

4.1.2 Etude de l'occupation du sol

L'étude de l'occupation du sol permet de connaitre l'emplacement des habitats potentiels pour les orchidées ainsi que les sources de perturbations possibles.

Plusieurs formes de données ont été utilisées :

- **Schéma du bassin versant sud des Alpilles, carte d'occupation du sol en 2006.** Source CRIGE PACA, janvier 2008.

Cette carte correspond à notre territoire d'étude mais prend également en compte les marais d'Arles et leur bassin versant à l'ouest. Elle utilise une légende proche de la classification Corine Land Cover.

- **Carte des habitats Natura 2000 du site Marais de la Vallée des Baux.**

Cette carte correspond uniquement au territoire de l'ancien marais des Baux et non à son bassin versant. La description des habitats y est plus précise et utilise le code Corine biotope ainsi que le code des cahiers d'habitats Natura 2000 lorsque celui-ci existe.

- **Images satellitales**

Une étude par télédétection a été réalisée au niveau du bassin versant, celle-ci est disponible en Annexe 2.

La télédétection est « la discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes. Comme son nom l'indique, elle suppose l'acquisition d'informations à distance, sans contact direct avec l'objet détecté » (Bonn et Rochon, 1992).

A partir de leur différence de signature spectrale il est possible de discriminer les habitats entre eux. Par exemple la caractérisation des zones humides va se baser sur l'étude des surfaces en eau, le caractère hygrophile des sols et la description des couverts végétaux qui en découlent (Ifen, ONCFS, SIRS, 2005). Ainsi en désignant des polygones de référence où l'habitat est connu, il est possible ensuite d'extrapoler ces résultats à l'ensemble de l'image.

Cette étude montre clairement le périmètre des marais relictuels. Des secteurs plus humides apparaissent également dans les parcelles sud de la zone cultivée, empreintes des anciens marais.

- **Photos aériennes**

Dans le cadre du volet 4 de l'axe B « Dynamique et inventaire des paysages et des habitats associés », deux cartographies du territoire sont réalisées par photo-interprétation à partir des images aériennes de 1944 et de 2003. L'objectif est d'étudier l'évolution de l'occupation du sol entre ces deux dates.

4.1.3 Choix des sites

Les sites choisis doivent permettre de comparer la richesse en orchidées en fonction de l'habitat et de la gestion pratiquée. Cette étude s'intéresse ainsi aussi bien aux habitats naturels qu'aux habitats utilisés et/ou exploités par l'homme pour suivre les relations entretenus entre les orchidées et la société.

Les sites sont désignés sur une surface de 1 ha maximum, lorsque les dimensions de l'habitat le permettent. L'homogénéité du terrain fut d'abord privilégiée par rapport à sa surface.

Quelques sites ont été choisis d'après les inventaires existants. Les autres stations furent désignées de manière aléatoire, dans les divers habitats potentiels, notamment d'après les cartes d'occupation du sol. (cf annexe 3 : Source des sites de l'étude orchidée)

La mise en place de catégories permet de regrouper certains traits de l'habitat et de la gestion :

- Ourlets forestiers (8)
- Garrigues (9)
- Garrigues, terrains incendiés (9)
- Oliveraies en friche (6)
- Oliveraies, sol non griffonné (7)
- Oliveraies, sol griffonné (7)
- Prairies agricoles de fauche (4)
- Prairies pâturées (6)
- Prairies non agricoles (7)
- Marais (4)

Le chiffre entre parenthèse correspond au nombre de sites appartenant à cette catégorie.

La forêt méditerranéenne est représentée principalement par le chêne vert et le Pin d'Alep. Plusieurs ourlets forestiers intéressant à prospecter ont été recensés dans les inventaires.
Concernant les garrigues, les orchidées méditerranéennes y sont très nombreuses. Il sera intéressant de comparer les résultats obtenus avec ceux des garrigues de terrains incendiés dans les Alpilles. Ces territoires sont potentiellement intéressants mais fortement perturbés ce qui permettra d'étudier les capacités d'adaptation des orchidées.

Les cultures d'oliviers sont particulièrement nombreuses sur ce territoire. Elles sont intéressantes à prendre en compte par la diversité possible de leurs traitements.

Les prairies agricoles de fauche sont également nombreuses sur le territoire avec notamment les caractéristiques prairies de foin de Crau. Elles risquent cependant d'être cultivées de manière assez intensive. Les prairies pâturées sont, dans ce secteur, souvent en pâturage extensif généralement pour l'élevage de taureaux. Les prairies non agricoles peuvent espérées être moins impactées, notamment par le labour et les amendements. Cependant le contexte environnemental devra être pris en compte, des interactions entre les parcelles n'étant pas à exclure (lessivage…).

Les marais qui ne subsistent plus qu'à Santa Fe et l'Ilon, abritent des espèces palustres particulières.

Au total 67 sites furent prospectés (Cf figure n°6).

4.1.4 Protocole de terrain

Quatre passages furent effectués sur l'intégralité des sites afin d'observer l'ensemble des floraisons de la saison, soit un par mois d'avril à juin. Seul *Spiranthes spiralis* ne pourra être observé à cause de sa floraison tardive d'août à octobre.
Un ordre de passage semblable fut conservé lors des différentes phases de terrain afin d'avoir un intervalle de temps comparable entre chaque visite.

Sur le terrain les prospections sont réalisées de manière méthodique en effectuant des allers-retours régulièrement espacés (cf Figure n°5) afin de parcourir l'ensemble de la zone.

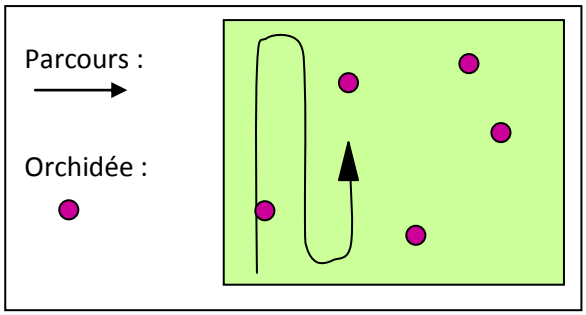


Figure n°5 : Méthode de recensement

La recherche d'orchidées est associée à une description du terrain prenant en compte les facteurs abiotiques (topographie, conditions édaphiques), biotiques (description de la végétation, présence de bétail) et le contexte environnemental.

Une première fiche de terrain (Cf Annexe 4 : Fiche de terrain 1) a été mise au point dès le mois de mars qui contient :

- les **informations générales** propres au site : son numéro, le milieu, les coordonnées GPS prises au milieu de la station, la surface prospectée correspondant à la surface de la station, la date du relevé et le nom du descripteur.

- les **résultats de l'inventaire** : le nom des espèces inventoriées, leur nombre de pieds, leur phénologie, la présence ou non de rosettes d'orchidées, les coordonnées GPS précises pour les individus rares, les références photos.

- la **description de la végétation** par strate (Arborescente, arbustive et herbacée) avec prise en compte du couvert en 10ème, de la taille de la végétation et des espèces dominantes.

- l'**altitude**, la **pente**, l'**exposition**

- la présence ou non de **faune** (y compris bétail)

- la présence ou non d'**espèces végétales invasives**

La description de l'habitat fut améliorée lors du passage de juin pour une description plus précise : (Cf Annexe 5 : Fiche de terrain 2)

- Prise en compte du **contexte environnemental**. En fonction des parcelles adjacentes un pourcentage de « milieu naturel » est défini. Sont pris en compte en tant que « milieu naturel » les ourlets forestiers, la garrigue, les friches, les prairies non agricoles. En sont exclues, les parcelles agricoles et les zones urbaines. Ce « milieu naturel » sera potentiellement source d'orchidées par la dispersion de ses individus.

- **Description de la végétation** en fonction de classes de hauteur mieux adaptées aux écosystèmes méditerranéens : phanérophytes >4m ; de 2 à 4m ; de 0,5 à 2m ; chaméphytes <0,5m et enfin herbacées. Ceci permet de prendre en compte la faible taille des chênes verts par rapport aux autres ligneux arborescents et les nombreux chaméphytes (*Thymus vulgaris*, *lavandula* sp). Pour cela une règle télescopique de 7 m de haut est utilisée. Dans chaque classe sont mesurées une hauteur maximale et une hauteur moyenne.

- **Etude pédologique** : observation de la composition et de l'épaisseur de la litière, creusement d'une carotte de sol effectué à l'aide d'une tarière en signalant la profondeur creusée. Etude de la texture du sol, de la couleur, de la granulométrie. Test de réaction à l'acide, il permet de déceler sur le terrain la présence de calcaire en observant l'effervescence ou non d'un échantillon de sol après lui avoir versé quelques gouttes d'acide.

Matériel utilisé sur le terrain :

- **Un GPS GARMIN 12 Channel**
- **Fiches de terrain**
- **Guide de détermination des orchidées**
- **Règle télescopique**
- **Tarière**
- **Acide (vinaigre ménager)**

Les données recueillies sont ensuite stockées dans un fichier Excel afin d'être analysées. De plus un recueil des descriptions par site est réalisé dans un document Word et rassemble les descriptions de la végétation et les diverses observations faites au cours de cette saison.

4.1.5 Mise en place d'indicateurs

Pour analyser la valeur des sites étudiés plusieurs critères sont pris en compte : la richesse spécifique, l'abondance et la rareté.

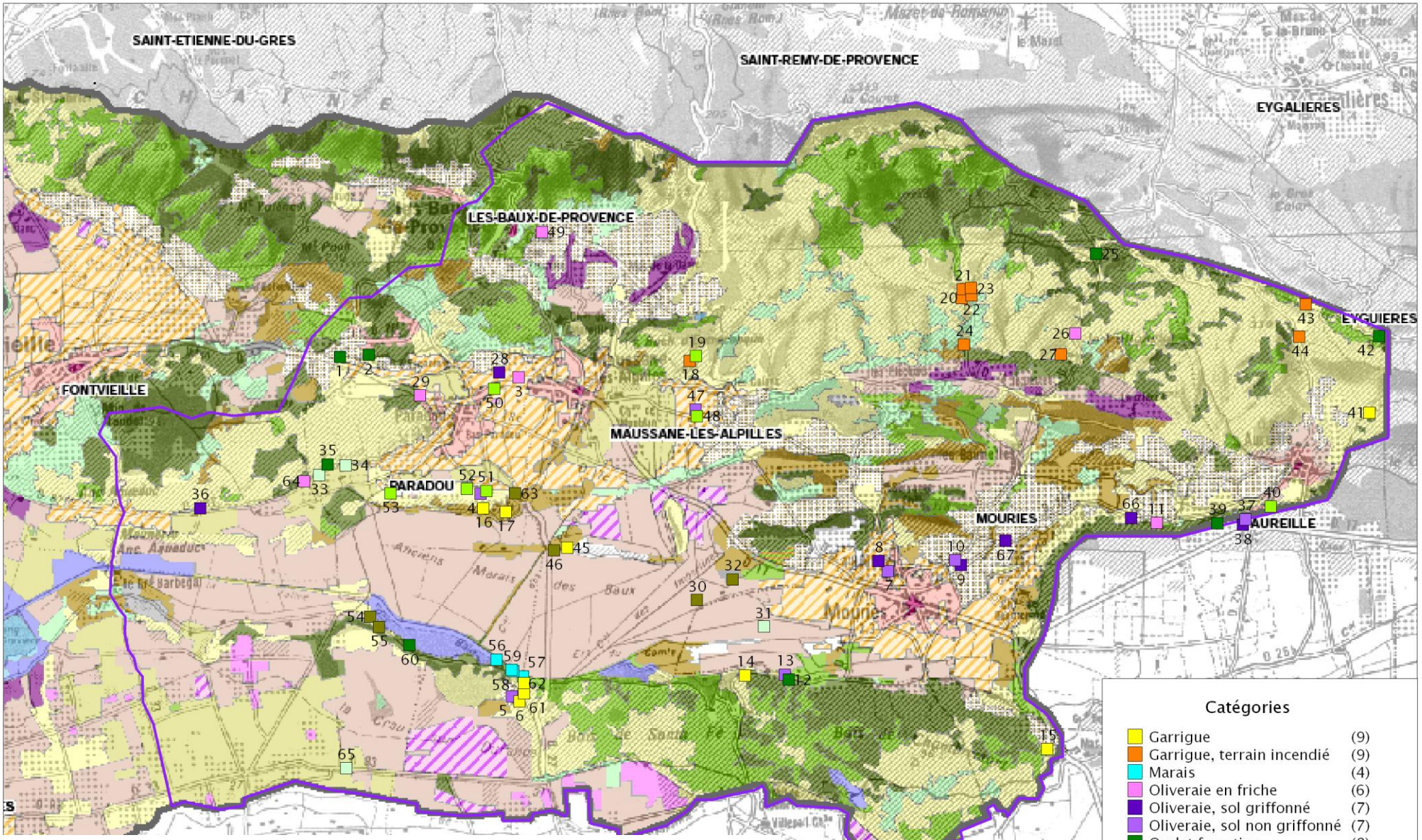
La richesse spécifique révèle la diversité du site. L'abondance sera également prise en compte. Sa valeur sera égale au nombre total de pieds d'orchidées par site sans distinction de l'espèce.

La richesse spécifique et l'abondance sont des indicateurs intéressants à prendre en compte mais ils ne suffisent pas à eux seuls à caractériser l'importance d'un site. En effet les espèces n'ont pas toutes les mêmes enjeux : en fonction de leur rareté, de leur niveau de protection ou de leur sensibilité, un intérêt particulier devra leur être porté.

Ainsi un coefficient de rareté sera attribué aux différentes espèces trouvées en fonction de leur fréquence dans les Bouches-du-Rhône.

Cette fréquence est établie d'après l'Atlas des orchidées de France de la Société Française d'Orchidologie (Dusak et Prat, 2010). Elle correspond au pourcentage de mailles d'occurrence de 10Kmx10km, comptabilisées sur le département. La surface de ce département est constituée de 70 mailles.

Figure n° 6: Les différentes catégories de sites de l'inventaire orchidées 2011



Légende du fond de carte : Occupation du sol en 2006, BV marais des Baux, source PNRC 2008

- Tissu urbain continu
- Tissu urbain discontinu
- Infrastructures et équipements
- Zone à forte densité de serres
- Rizières
- Vignobles
- Vergers et petits fruits
- Oliveraies
- Cultures annuelles associées aux cultures permanentes
- Terres arables (grandes cultures)
- Agricole avec présence de végétation naturelle
- Forêts
- Forêt et végétation arbustive en mutation
- Maquis et garrigues
- Végétation clairsemée
- Prairies (foins)
- Pelouses et paturages naturels (coussouls)
- Cours et voies d'eau
- Marais intérieurs et tourbi
- Roches nues
- Autres

4.2 Résultats

4.2.1 Résultats généraux

Ce tableau n°1 regroupe les données de l'association A Rocha et de la Société Méditerranéenne d'Orchidologie (SMO) ainsi que les observations réalisées cette année 2011.

Le calcul de la fréquence dans les Bouches-du-Rhône (Fréq BdR) est expliqué dans le paragraphe précédent (4.1.5 Mise en place d'indicateurs).

L'abondance moyenne (Abond. Moy) correspond pour chaque espèce, au nombre de pieds moyen observé sur l'ensemble des sites cette année 2011. La fréquence (Fréq.) correspond au pourcentage de site d'occurrence pour les différentes espèces. Il est obtenu en divisant le nombre de sites où l'espèce apparait par le nombre total de sites soit 67, puis mis sous forme de pourcentage.

Espèces	Fréq. BdR	A Rocha	SMO	TDV 2011	Abond. moy.	Fréq.
Anacamptis laxiflora (Larmarck) R.M. Bateman	7,1	X		X	0,01	1,5
Anacamptis palustris (Jacquin) R.M. Bateman	7,1	X		X	0,60	1,5
Anacamptis pyramidalis (L.) Rich. var. Pyramidalis	31,4	X	X	X	1,34	1,5
Cephalanthera damasonium (Mill.) Druce	28,6		X	X	0,03	2,9
Cephalanthera longifolia (L.) Fritsch	20,0	X	X	X	7,49	2,9
Cephalanthera rubra (L.) Rich.	15,7	X	X	X	2,99	1,5
Epipactis helleborine (L.) Crantz subsp. Helleborine	20,0		X	X	0,01	1,5
Epipactis microphylla (Ehrh.) Sw.	7,1	X	X		0,00	0
Epipactis tremolsii Pau	11,4		X		0,00	0
Himantoglossum hircinum (L.) Spreng. subsp. Hircinum	38,6	X	X	X	0,21	2,9
Himantoglossum robertianum (Loisel.) P. Delforge	77,1	X	X	X	53,67	64,7
Limodorum abortivum (L.) Sw.	41,4	X	X	X	0,72	11,8
Ophrys aegirtica P.Delforge	2,9		X		0,00	0
Ophrys apifera Huds.	27,1	X	X	X	0,60	5,9
(Ophrys aranifera Huds.)	0,0	X	X		0,00	0
Ophrys bilunulata Risso	4,3		X		0,00	0
Ophrys arachnitiformis (Gren. & Philippe) Del Prete	38,6	X	X	X	0,04	2,9
Ophrys araneola Rchb.	18,6		X		0,00	0
Ophrys forestieri (Rchb. f.) Lojac.	17,1		X		0,00	0
Ophrys fuciflora (FW Schmidt) Moench subsp Fuciflora	(31,4)		X		0,00	0
Ophrys lupercalis Devillers & Devillers-Tersch.	48,6		X	X	1,57	10,3
Ophrys lutea Cav. subsp. Lutea	28,6	X	X	X	2,42	5,9
Ophrys passionis Sennen	62,9		X	X	17,28	41,2
Ophrys provincialis (Baumann & Künkele) Paulus	45,7		X	X	0,93	13,2
Ophrys pseudoscolopax (Moggr.) Paulus & Gack	(31,4)		X	X	0,03	1,5
Ophrys scolopax Cav.	41,4	X	X	X	0,61	7,4
Ophrys splendida	14,3			X	0,01	1,5
Orchis purpurea Huds.	45,7	X	X	X	0,66	8,8
Platanthera bifolia	11,4	X			0,00	0
Serapias vomeracea (Burm. f.) Briq.	15,7	?	X	X	0,52	1,5
Spiranthes spiralis (L.) Chevall.	18,6		X		0,00	0
Totaux (Nbre d'espèces)		17	27	21	-	-

Tableau n°1 : Résultats des inventaires

Les inventaires d'A Rocha et de la Société méditerranéenne d'orchidologie recensent 30 espèces.

Cette liste rassemble dans sa majorité des espèces bien établies sur le territoire et connues des inventaires précédents mais certains taxons sont à prendre avec précaution car leur apparition n'est due qu'au récent découpage de la taxonomie.

Pax exemple *Ophrys bilunulata et Ophrys forestieri,* appartenant toute les deux au groupe fusca sont deux espèces morphologiquement très proches l'une de l'autre (Bournérias, Prat et al., 2005).

De même *Ophrys aegirtica P.Delforge* appartient au complexe fuciflora qui possède des taxons à la répartition non résolue. D'ailleurs dans le nouvel Atlas de la SFO (Dusak F., Prat D. et al., 2010) les individus de ce groupe situés au niveau de la vallée du Rhône sont dissociés d'*Ophrys aegirtica* pour être apparenté aux Ophrys tardifs du sud-est.

De plus d'après ces derniers ouvrages le taxon sphegodes type, *Ophrys aranifera*, s'avère en réalité absent des Bouches-du-Rhône où il a été confondu avec des taxons proches tels qu'*Ophrys passionis* et *Ophrys arachnitiformis*.

Remarque : pour déterminer la fréquence dans les Bouches-du-Rhône lorsque la cartographie de l'atlas SFO rassemblait deux espèces, le nombre de maille a été divisé par deux. Cependant la cartographie du groupe fuciflora rassemble davantage d'espèces et s'avère donc peu précise.

Lors de l'inventaire 2011, des orchidées ont été observées sur 52 sites parmi les 67 sites choisis.
21 espèces différentes ont été recensées. Parmi celles-ci deux espèces sont protégées au niveau régionale en PACA : *Anacamptis laxiflora* et *Ophrys provincialis*. (cf figure n°7)



Figure n°7 : Ophrys provincialis

Une espèce *Ophrys splendida* (cf figure n°8) n'était pas signalée dans les inventaires précédents. Celle-ci s'identifie notamment à ces pétales bicolores.

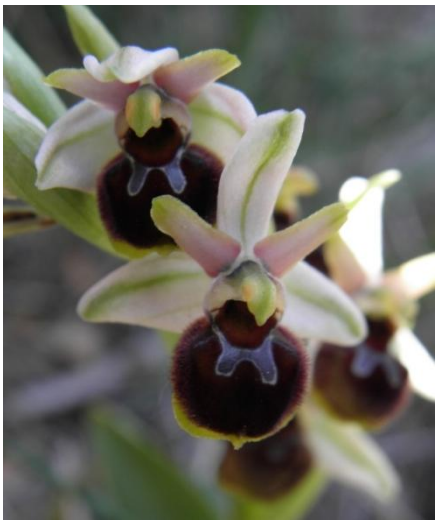


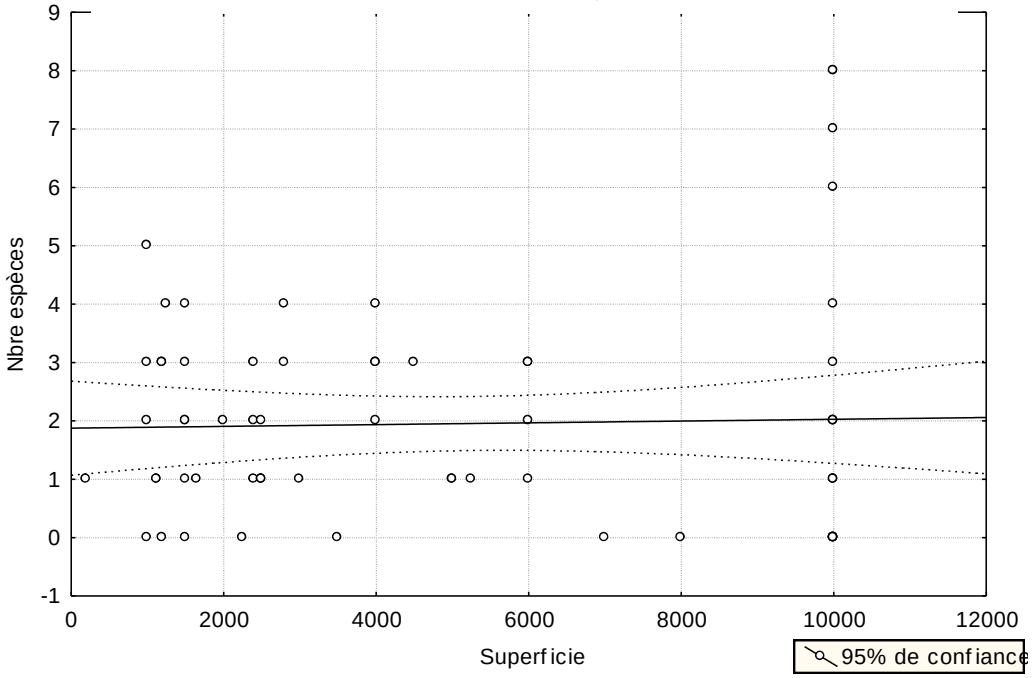
Figure n°8 : Ophrys splendida

Les espèces observées le plus fréquemment et avec la forte abondance sont *Himantoglossum robertianum* et *Ophrys passionis,* deux espèces courantes de la région méditéranéenne.

4.2.2 Résultats des indicateurs

Le nombre d'espèces observées n'étant pas corrélé avec la superficie du site (Cf figure n°9), il est inutile de prendre cette surface en compte lors de l'étude de la richesse spécifique. En effet la richesse dépendra davantage du potentiel d'accueil du site et du respect des conditions favorables au développement des orchidées.

Figure n°9 : Corrélation entre la superficie et la richesse spécifique



Pour des sites comparables (même habitat et même traitement), l'abondance des espèces sera évidement liée à la surface, par conséquent celle-ci a été considérée pour une surface de 100m².

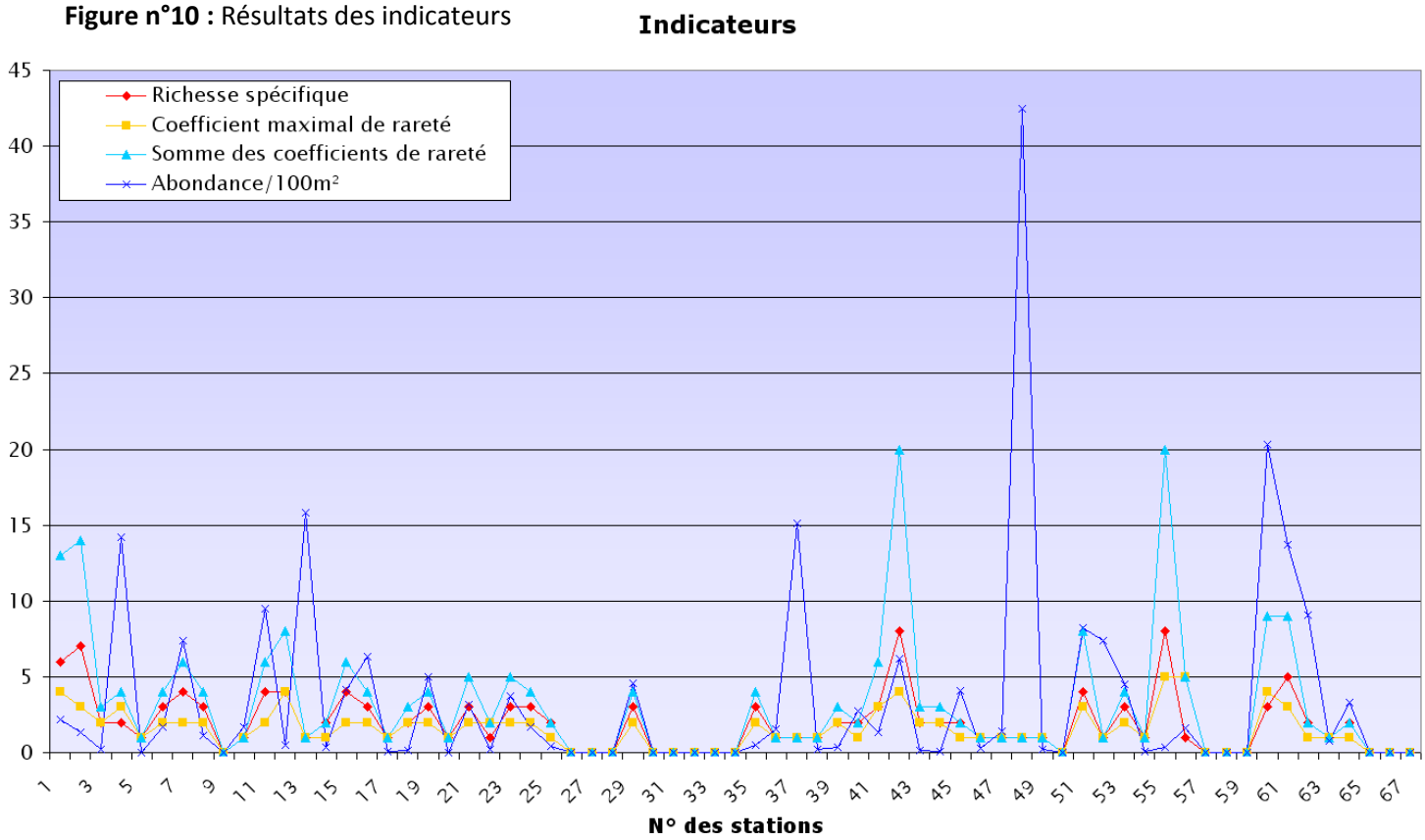
En fonction de sa fréquence dans les Bouches-du-Rhône un coefficient fut attribué aux orchidées trouvées lors de l'inventaire 2011. (Cf tableau n°2 et annexe 6 : Coefficients de rareté)

Nombre de mailles de présence	Coefficient
>40	1
25 à 40	2
15 à 25	3
10 à 15	4
<10	5

Tableau n°2 : Attribution du coefficient de rareté

Deux nouveaux indicateurs sont ainsi obtenus : le **coefficient maximal de rareté** obtenu en prenant le coefficient de l'espèce la plus rare présente sur le site et la **somme des coefficients de rareté** en effectuant la somme des coefficients de chaque espèce présente sur un site.

Figure n°10 : Résultats des indicateurs



Les résultats observés sont très variables d'un site à un autre (Cf figure n°10). Les plus fortes abondances sont observées pour les espèces courantes telles que *Himantoglossum robertianum et Ophrys passionis*.

Ainsi certains sites n'abritant qu'une ou deux espèces communes et présentant par conséquent de faibles indices avec les indicateurs de richesses spécifiques et de rareté peuvent cependant présenter un pic élevé pour l'abondance (ex : site n°37, n°48). Cet indice fourni une bonne complémentarité (cf figure n°14). L'abondance est également l'indicateur présentant les plus fortes variations entre les sites.

L'indice de la somme des coefficients de rareté prend en compte à la fois la richesse et la rareté et donne un bon aperçu de la richesse global du site (cf figure n°13). Il révèle 4 sites particulièrement intéressants avec un indice supérieur à 10 et déjà connus des inventaires précédents :

- **Station n°1** : il s'agit d'un ourlet forestier de pins d'Alep avec quelques arbres fruitiers non entretenus à proximité. Ce site abrite 6 espèces d'orchidées. Sont présentes à la fois des espèces communes telles que *Himantoglossum robertianum* et *Ophrys passionis*, une espèce typique des ourlets forestiers *Limodorum abortivum,* des Ophrys intéressants *Ophrys apifera* et un pied d'*Ophrys scolopax.* Et surtout une espèce rare pour le département : *Serapias vomeracea* (Cf figure n°11), il est présent avec 25 pieds situés sur une zone ouverte. Ces espèces indiquent une relative fraicheur du site confirmée par la présence de *Scirpoides holochoenus* (non dominant) et la présence d'un petit canal au niveau de l'ourlet forestier. Ce site est peu géré : du débroussaillage est observé dans la pinède mais des ronces envahissent les pieds des arbres fruitiers.



Figure n°11 : *Serapias vomeracea*

- Station n°2 : c'est également un ourlet forestier de pins d'Alep présentant cette fois un sous étage de Genévriers (*Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicea*). Il accueille 7 espèces d'orchidées. *Himantoglossum robertianum, Ophrys passionis, Ophrys arachnitiformis, Limodorum abortivum, Ophrys apifera, Ophrys scolopax* et *Anacamptis pyramidalis*. Cette dernière espèce présente une population importante avec la présence de 90 pieds, elle n'était pourtant pas signalée auparavant. Il s'agit d'une station plutôt sèche. Celle-ci est gérée par un débroussaillage régulier.

- Station n°42 : il s'agit de nouveau d'un ourlet forestier situé cette fois-ci dans les Alpilles à proximité d'Eyguière. Cette lisière de pins d'Alep en bordure de route est débroussaillée sur une vingtaine de mètres dans le cadre d'une gestion préventive contre les incendies. Ce site comptabilise 8 espèces, la somme de leurs coefficients de rareté vaut 20, dans les deux cas c'est le maximum observé pour les sites prospectés cette année. La station définie est débroussaillée et mesure 20m de largeur sur 500m de long, de manière à obtenir une surface d'un hectare. La prospection du mois d'avril après un accueil superbe par un tapis de 500 *Cephalanthera longifolia* ne sera que découverte sur découverte. Les espèces communes observées au mois de mars sont revues : *Himantoglossum robertianum* et *Ophrys passionis.* Typique des ourlets forestiers *Limodorum abortivum* est de nouveau présent*. Orchis purpurea* espèce relativement commune est également observé*. Ophrys lutea* est aussi présente, cette ophrys particulièrement intéressante nécessiterait une protection en Provence d'après Bournérias M., Prat D. et al. (2005). Un pied de *Cephalanthera damasonium* se cachait parmi les innombrables *Cephalanthera longifolia.* Enfin un pied d'*Ophrys splendida,* une plante rare endémique de Provence, est inventorié. Une protection nationale serait aussi souhaitée pour cette espèce, toujours d'après Bournérias M., Prat D. et al. (2005). Celle-ci ne figurait pas dans les données concernant notre territoire d'étude ce qui ajoute une espèce à cet inventaire.

- **Station n°55 :** il s'agit d'une prairie pâturée par des taureaux dans le secteur des marais des l'Ilon, ce site possède un ourlet forestier de chênes verts. Cette station obtient les mêmes valeurs maximales de richesse spécifique et de somme des coefficients de rareté que le site précédent. Si elle présente une abondance moins élevée, elle abrite une espèce très rare : *Anacamptis laxiflora*, protégée en PACA. D'autres espèces plus ou moins courantes sont présentes : *Himantoglossum robertianum, Ophrys passionis, Ophrys apifera, Ophrys scolopax, Limodorum abortivum, Orchis purpurea.*

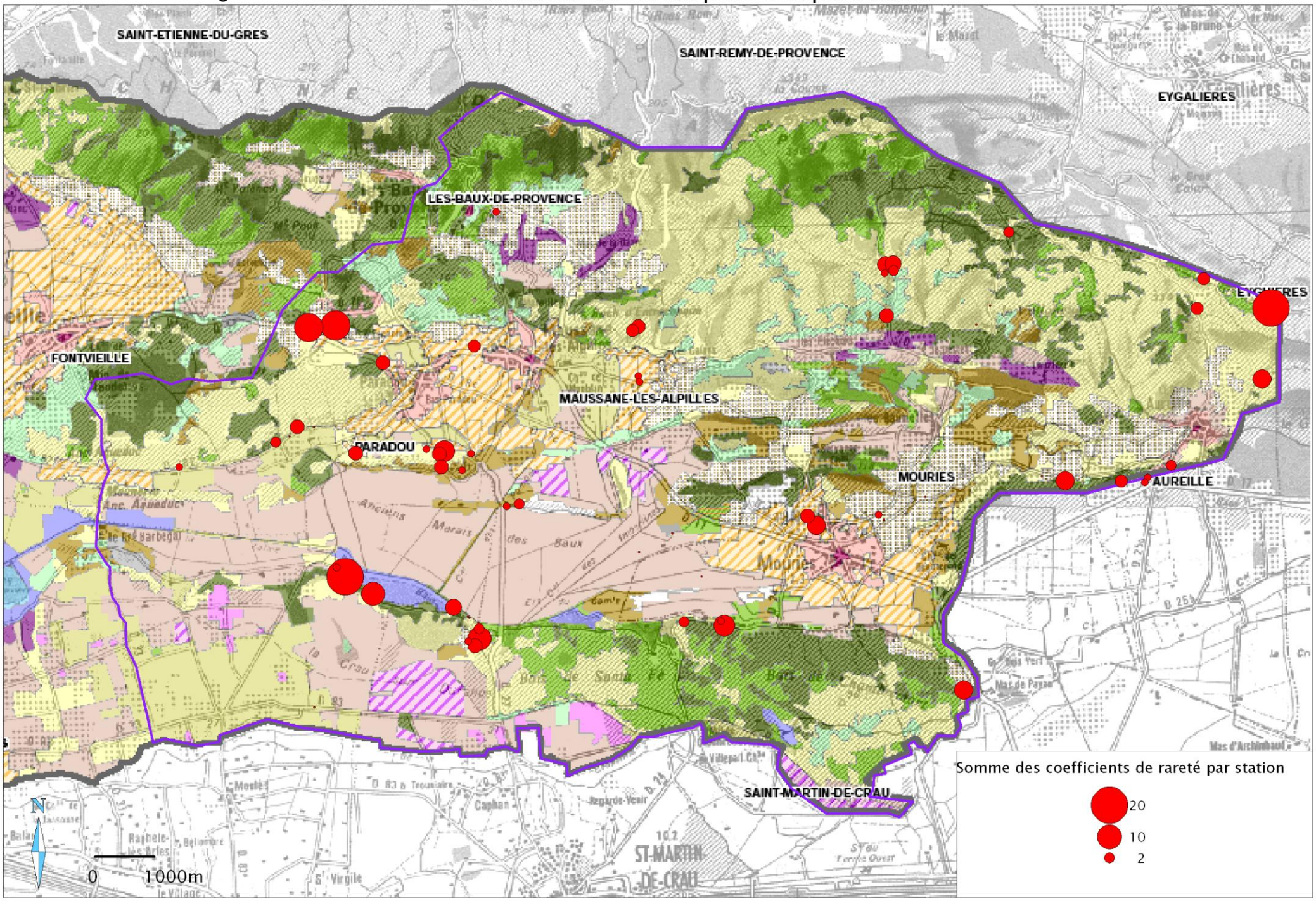
Le coefficient maximal de rareté montre deux sites possédant une espèce de niveau de rareté 5. En plus du précédent site n°55 abritant *Anacamptis laxiflora*, il s'agit de la station n°56 contenant une belle population d'*Anacamptis palustris* (cf figure n°12). Le site n°56 est situé dans la zone des marais sur une prairie humide méditerranéenne pâturée par deux chevaux. Cette espèce mériterait également un statut de protection au vu de sa rareté et des menaces qui pèsent sur ces habitats.

La richesse spécifique dépasse rarement les 5 espèces. Des fortes valeurs vont indiquer une bonne capacité d'accueil de l'habitat.



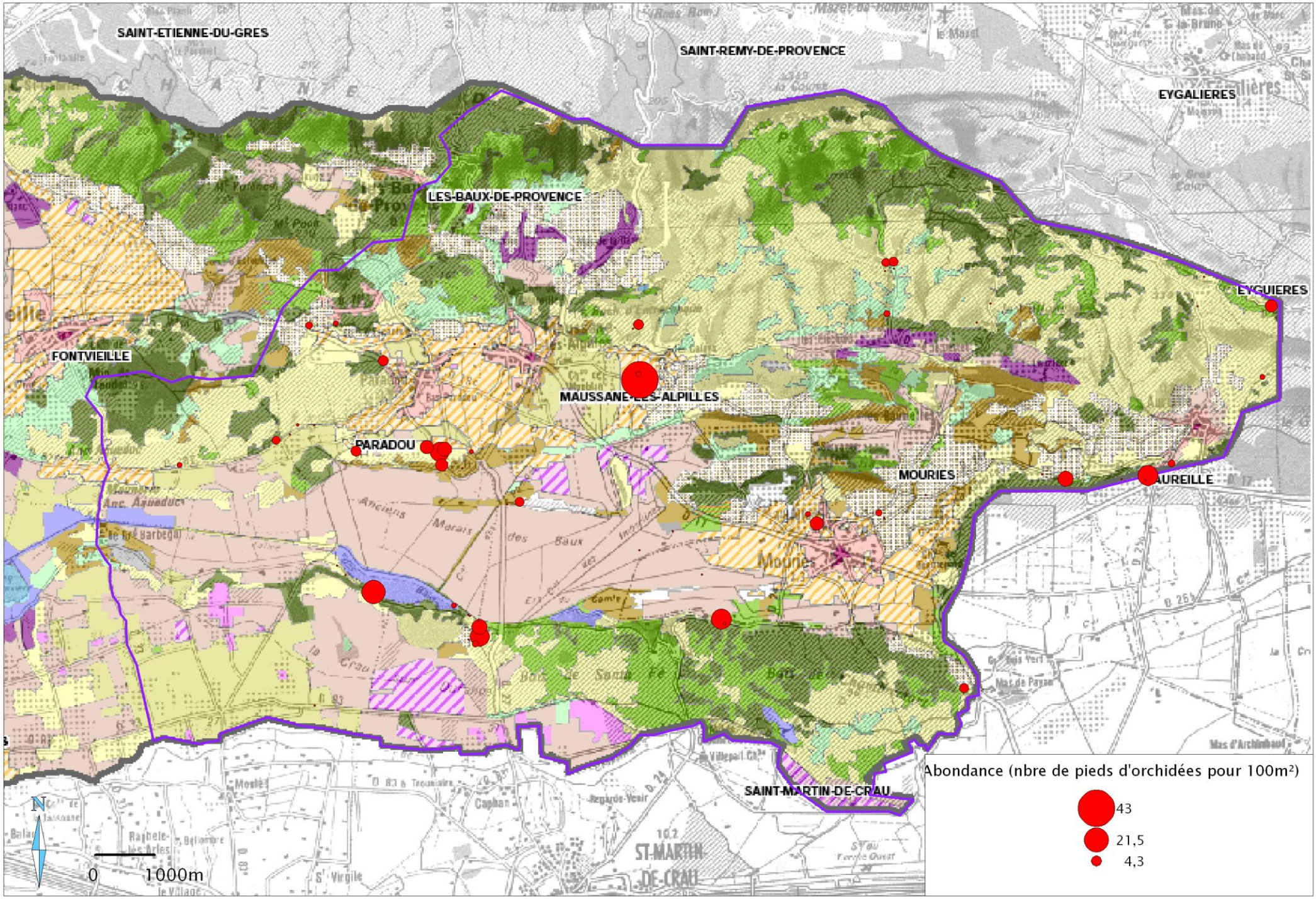
Figure n°12 : *Anacamptis laxiflora*

Figure n°13 : Somme des coefficients de rareté pour chaque station



Fond de carte occupation du sol en 2006, BV marais des Baux, source PNRC 2008

Figure n°14 : Abondance en orchidées dans les différentes stations



Fond de carte occupation du sol en 2006, BV marais des Baux, source PNRC 2008

4.2.3 Résultats par rapport de la gestion

Les résultats obtenus avec les différents indicateurs ont ensuite été traités statistiquement en fonction de différentes variables. L'objectif est de faire ressortir ou non des corrélations entre les richesses en orchidées observées et les conditions d'habitats et de gestions existantes sur les sites.

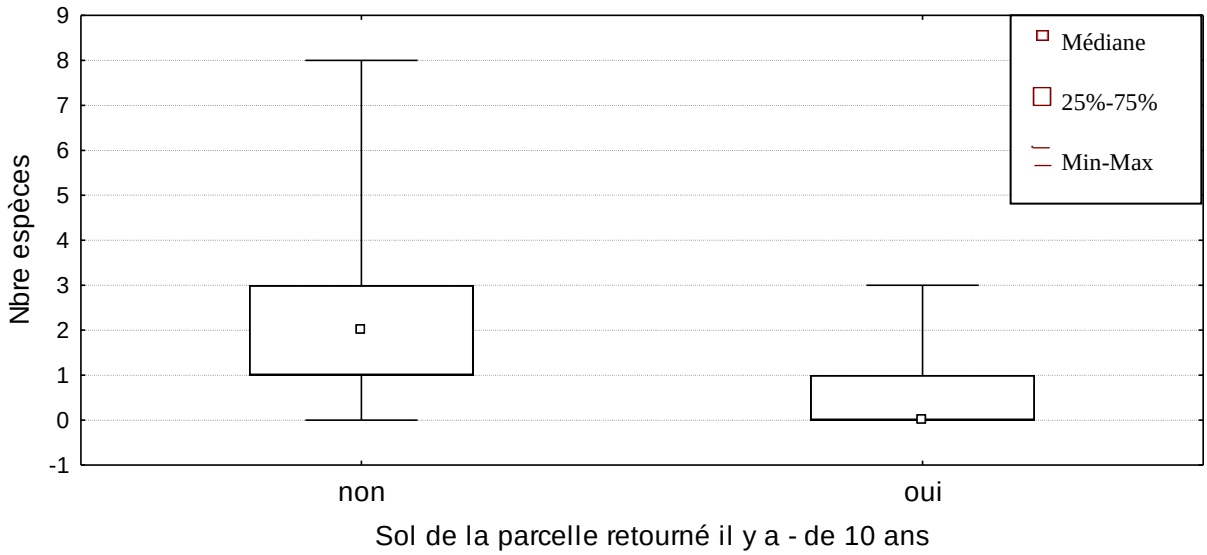
Au vu du nombre d'effectifs restreint des échantillons analysés, les tests statistiques pratiqués furent des tests non paramétriques.

Il s'agit du test U de Mann-Whitney lors de la comparaison de 2 échantillons indépendants et des tests de Kruskal-Wallis et de la médiane lors de la comparaison de plusieurs échantillons (>2) indépendants. Ces tests ont été réalisés à partir du logiciel Statistica.

Généralités :

- Le retournement du sol

Figure n°15 : test sur la richesse spécifique en fonction du retournement du sol



Parmi les 67 stations, 10 sites ont eut le sol retourné il y a moins de 10 ans, souvent par griffonnage parfois par un retournement plus profond. Pour certaines, elles n'ont cependant pas été retouchées depuis.

La différence de richesse spécifique entre ces stations où le sol a été retourné et les sites préservés est très significative, montrant une nette baisse de la richesse pour les sites retournés. De même l'analyse des autres indicateurs est toujours aussi significative avec $p<0,01$. (cf figure n°15)

En effet en tant qu'espèces vivaces, dont l'installation et le développement nécessite des conditions particulières (symbiose mycorhizienne) le retournement même superficiel du sol est le principal facteur à empêcher leur maintien.

Les orchidées observées dans des parcelles traitées au griffon ont bénéficié d'un effet bordure. Les individus vont alors être restreints soit à la limite extérieure de la parcelle, soit à l'espace entre les sillons ou encore au pied des arbres où l'outil ne sera pas intervenu.

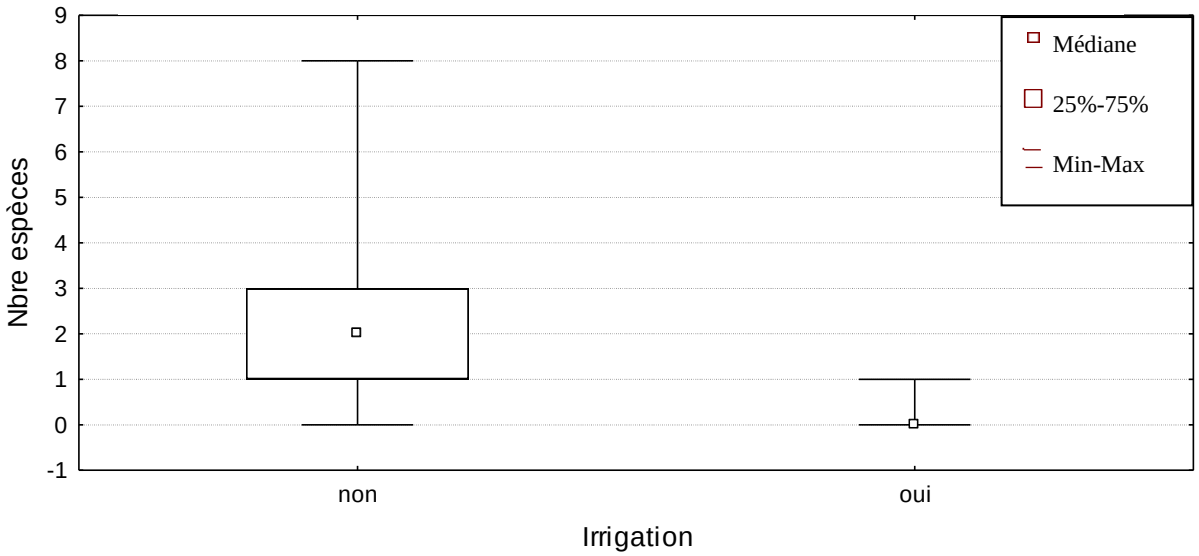
La présence d'orchidées, réparties sur l'ensemble d'une parcelle, indique donc une certaine stabilité du sol au cours des dernières années.

Les capacités d'installation des orchidées sur un sol perturbé vont dépendre du contexte extérieur. Elles seront favorisées par la présence de « points sources » à proximité et de l'absence d'autres facteurs perturbateurs.

-

L'irrigation

Figure n°16 : test sur la richesse spécifique en fonction de l'irrigation



Parmi les différentes stations 7 sites sont irrigués, il s'agit de diverses prairies (foin de Crau, pâture) où la parcelle est complètement irriguée et d'oliveraies en irrigation aux gouttes à gouttes.
Une aussi grande distinction qu'avec le retournement est observée : les différents indices démontrent un impact négatif de l'irrigation sur la richesse en orchidées avec des tests significatifs à $p<0.01$ (cf figure n°16). L'irrigation montre une action plus présente de l'homme, elle est souvent associée à d'autres facteurs intensifiant la gestion (amendement, griffonnage) expliquant ces résultats.

- L'entretien de la végétation

Différents types d'entretien de la végétation ont pu être distinguée : Absence, débroussaillage, fauche régulière, pâturage.

Une absence de gestion est observée pour des sites naturels et certains terrains en friche (anciennes oliveraies, terrains vagues…). Dans ces terrains « en friche », la strate herbacée atteint une hauteur importante et les ligneux commencent à coloniser le milieu de manière plus ou moins importante en fonction des caractéristiques écologiques du site et du temps d'arrêt de la gestion.

Le débroussaillage prévient l'envahissement par les ligneux notamment les ronces, il est rarement effectué tous les ans. Il va être pratiqué sur divers milieux y compris les habitats naturels tels que les ourlets forestiers et la garrigue. Il concerne certaines oliveraies et prairies pérennes. C'est une gestion de faible intensité.

La fauche régulière concerne la coupe de la strate herbacée. Celle-ci effectuée régulièrement permet de garder une strate herbacée de faible hauteur et de prévenir l'installation des ligneux. C'est une gestion de plus forte intensité. Elle concerne les prairies agricoles de fauche, les prairies de propriétés privées tondues, certaines oliveraies.

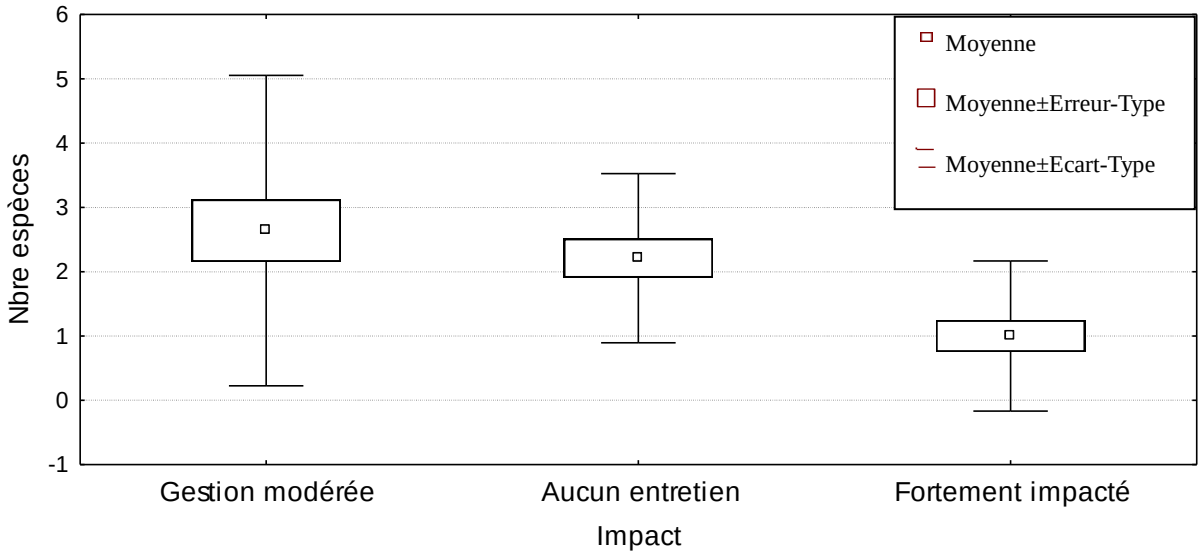
Le pâturage permet de limiter la strate herbacées et dans une certaine mesure la strate ligneuse. Il est effectué par un troupeau de taureaux ou quelques chevaux en fonction des sites. Un site de garrigue fut également pâturé cette année dans les Alpilles par un troupeau de moutons et de chèvres.

Les sites fortement impactés, avec un sol retourné, irrigué ou ayant subi un incendie ont été exclu de l'analyse pour évité un possible biais. En effet ces facteurs par leur action significative sur les résultats pouvaient masquer l'effet de l'entretien.
Malgré cela aucune différence significative n'est observée pour la richesse en orchidées entre les sites entretenus de manière différentes.

- La gestion

En regroupant les différentes gestions (débroussaillage, fauche et pâturage) et en séparant les sites sans entretien et les sites fortement impactés il y a également peu de différence statistique. (Cf figure n°17)

Figure n°17 : test sur la richesse spécifique en fonction de la gestion



Les sites fortement impactés présentent des différences statistiques par rapport aux deux autres catégories mais uniquement lors d'un test sur les moyennes. Or avec de faibles effectifs les moyennes peuvent être très influencées par la présence de valeurs extrêmes, le résultat de ce test s'avère donc moins certain.

Les sites avec une gestion modéré possèdent des indices statistiquement plus élevés que les sites impactés ($p<0,05$). Les sites sans entretien présentent une richesse spécifique et une abondance statistiquement plus élevée que ces sites impactés.

Il n'y a pas de différence relevée entre les sites en gestion modérée et sans aucun entretien.

Résultats par catégorie

Figure n°18 : test sur la somme des coefficients de rareté en fonction des catégories

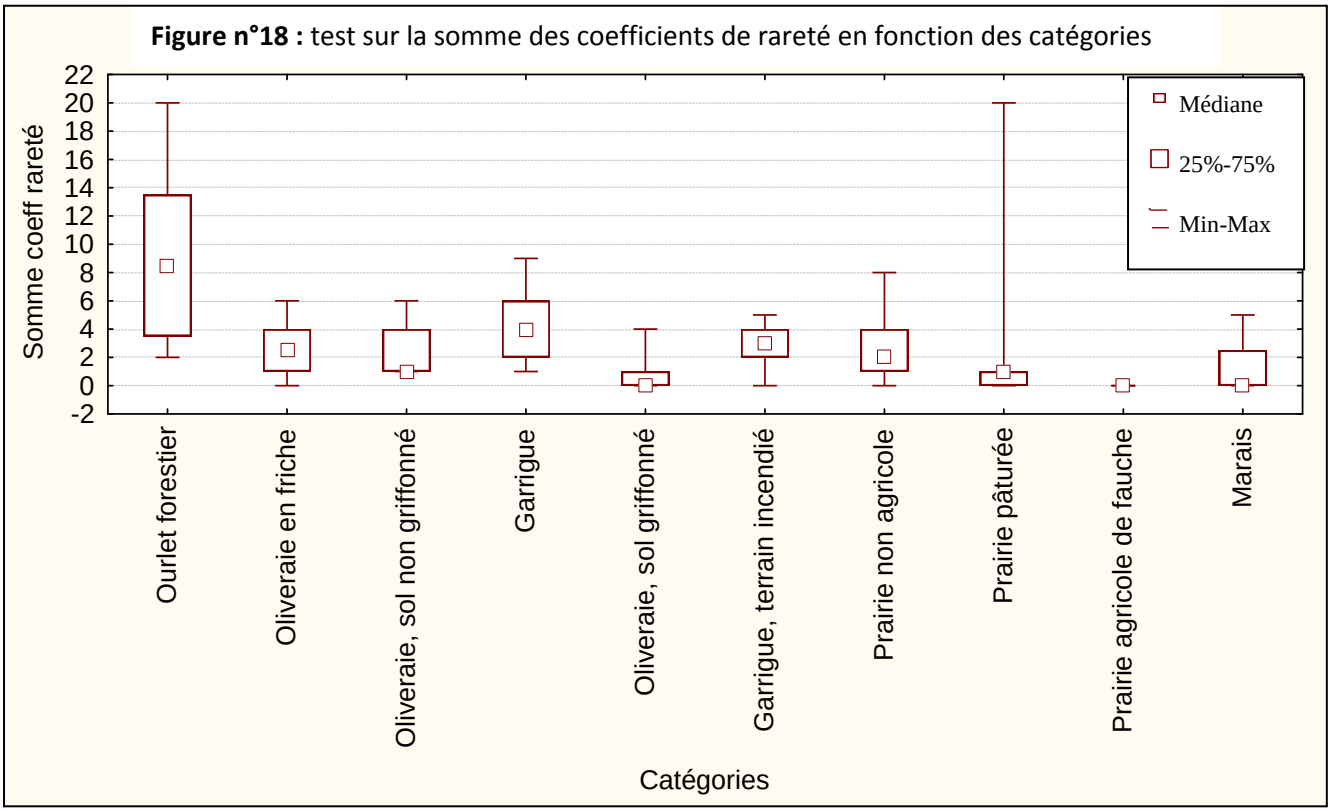
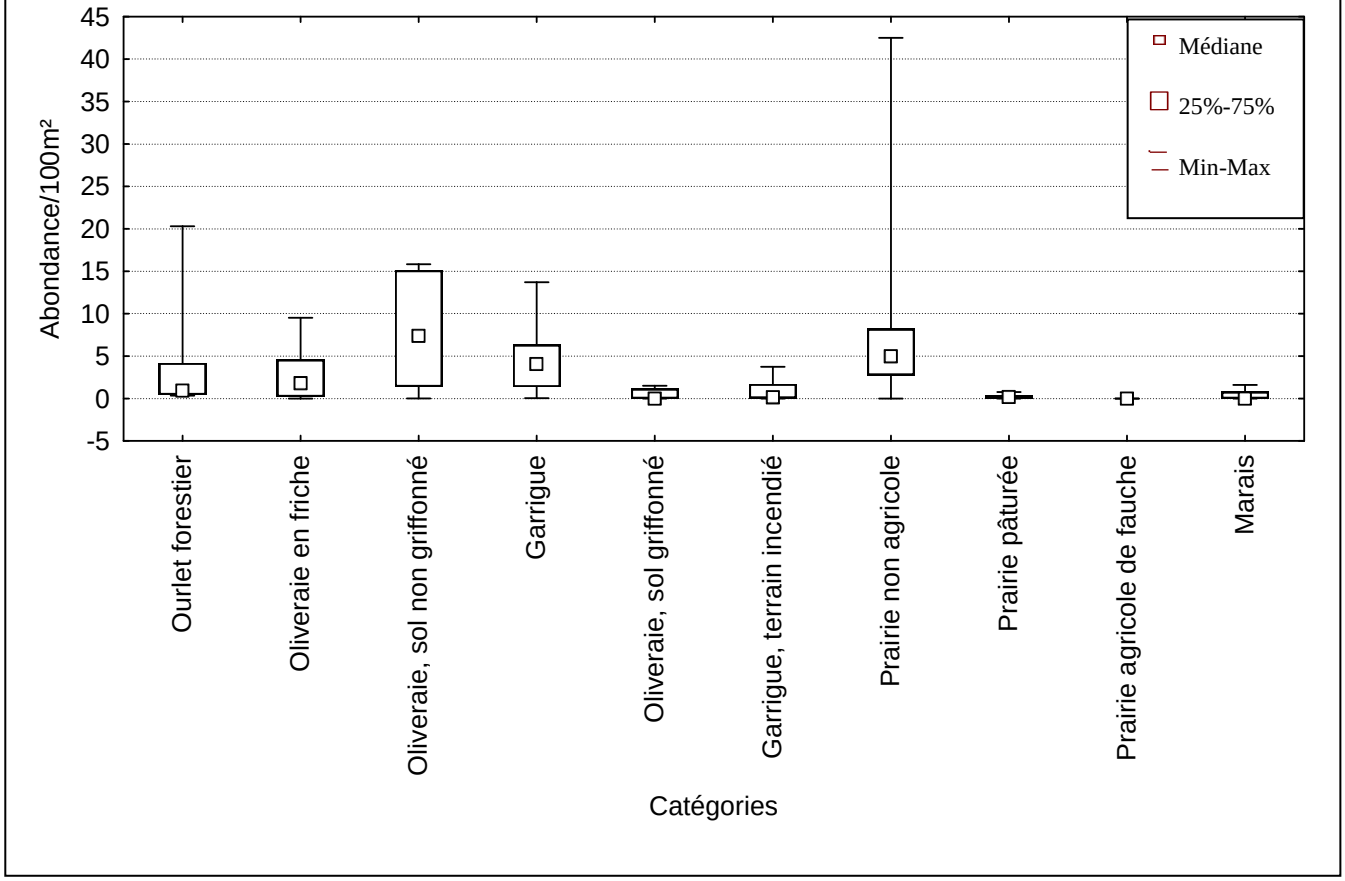


Figure n°19 : test sur l'abondance/100m² en fonction des catégories

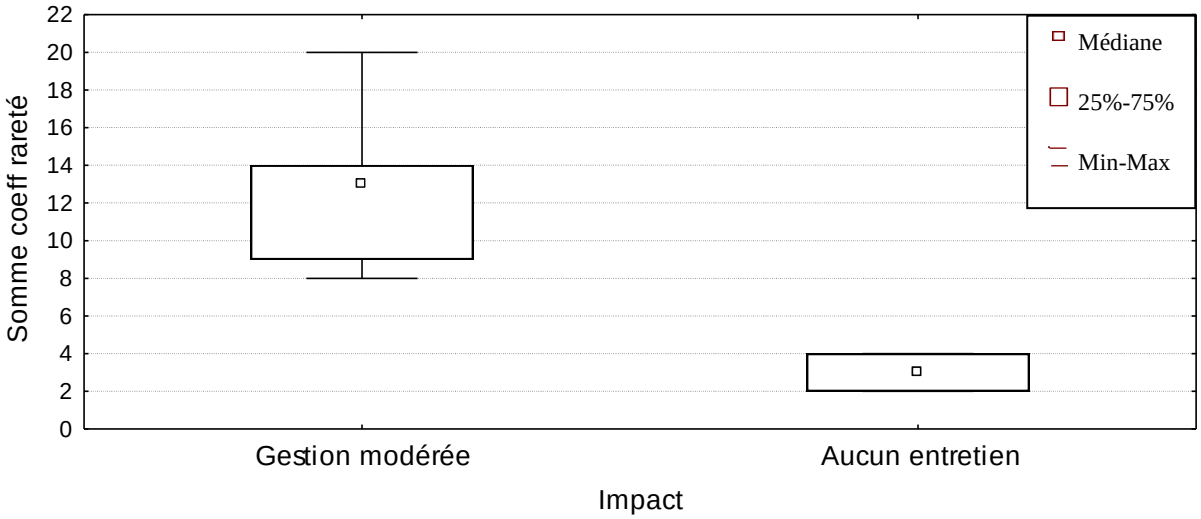


Il n'y a pas de différence statistique observée en prenant l'ensemble des catégories que ce soit pour la somme des coefficients de rareté, pour l'abondance ou pour les autres indicateurs, cependant certaine distinctions sont possibles en comparant ces catégories individuellement.

- *Les ourlets forestiers*

Ces milieux sont particulièrement riches avec des espèces assez rares. Ceci s'explique par leur caractère naturel peu modifié. De plus en tant qu'écotone entre milieux ouverts et fermés, ils peuvent potentiellement accueillir à la fois les espèces sciaphiles et héliophiles.
Cependant ces chiffres sont artificiellement élevés par la présence de nombreux sites déjà connus pour abriter des orchidées (7sites/8).
Bien qu'habitat naturel, la gestion va y jouer un rôle important. Sur certain sites le débroussaillage favorise le maintien de ces espèces. Des résultats statistiquement différents sont obtenus pour les ourlets forestiers ayant une gestion. Quelque soit l'indice utilisé, ils apparaissent plus riches en orchidées par rapport aux autres avec $p<0.05$.

Figure n°20 : test sur la somme des coefficients de rareté en fonction de la gestion pour les ourlets forestiers



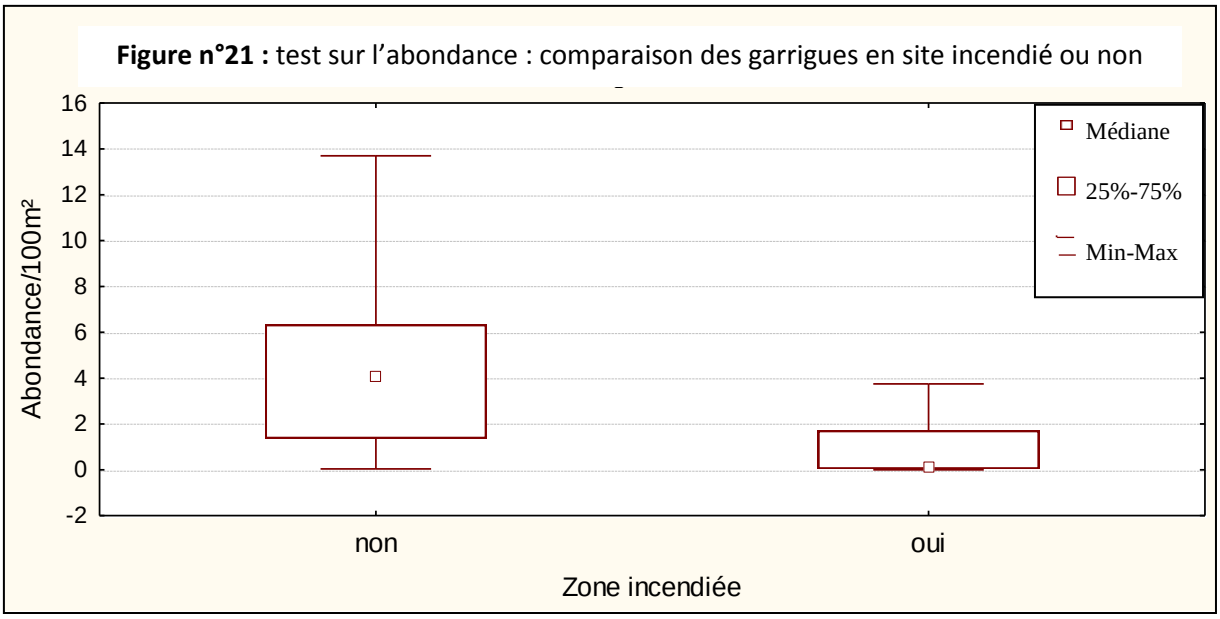
C'est le cas par exemple du site n°42, cet ourlet forestier de pins d'Alep situé en bord de route du côté d'Eyguière est débroussaillé sur une vingtaine de mètres. Ce site est très riche en orchidées avec 8 espèces observées cette année, dont *Ophrys splendida*. Ce débroussaillage effectué dans le cadre des mesures de prévention contre les incendies, se fait environ tous les 4 ans depuis l'incendie de 2003 et s'avère favorable à ces orchidées.

- *Les garrigues*

Ces milieux sont également riches en orchidées avec de nombreuses espèces du genre Ophrys dont *Ophrys provincialis* protégée en PACA.
Les sites ayant été incendié présente une abondance statistiquement moins élevée que les autres sites n'ayant pas subi d'incendie. Au contraire les autres indices ne montrent pas de différence particulière. Les derniers feux les plus importants sur notre secteur concernent les Alpilles en 1999 et 2003. L'impact exact des incendies sur les orchidées ne peut être estimé dans cette étude.

Les orchidées possèdent des organes souterrains de réserve qui seront relativement protégés. Cependant en cas de très fort incendie, comme cela fut le cas sur les Alpilles, les capacités de résistance des orchidées face à des températures aussi élevées sont encore méconnues. Lors de ces incendies l'existence de zones refuges moins exposées peut également permettre de préserver certains pieds. Le site n°23 semble être de ce dernier cas. Avec sa forme de petit vallon enclavé, il présente davantage d'orchidées tant en nombre de pieds qu'en espèces.

Figure n°21 : test sur l'abondance : comparaison des garrigues en site incendié ou non



Il serait nécessaire de connaitre l'état initial du site avant l'incendie. L'idéal serait d'avoir un inventaire déjà existant des orchidées de ce secteur ce qui n'est pas le cas sur ces sites.

La différence d'abondance peut s'expliquer également par une différence d'habitat entre les Alpilles et les milieux de garrigues plus au sud. *Ophrys lupercalis* sera davantage présent dans les Alpilles et remplacé par *Ophrys passionis* en descendant vers le sud. *Ophrys passionis* pouvant présenter des effectifs très élevés. Les conditions écologiques semblent plus difficiles dans les Alpilles (fortes pentes, sécheresse, érosion) et peuvent peut-être expliquer cette différence.

Certaines des garrigues incendiées en 1999 ou 2003 présentent actuellement une végétation sclérophylle dense (*Quercus coccifera*, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus albidus*, *Ulex parviflorus*…) peu propice au développement d'orchidées. D'où l'importance des ré-ouvertures de milieu créer par endroit pour la gestion des quantités de bois morts et du pâturage par des troupeaux de chèvres et de moutons.
Ces incendies ont fortement marqué le territoire aussi bien au niveau du paysage que dans les mentalités, avec la mise en place de campagne de prévention et d'une surveillance estival drastique.

- *Les oliveraies*

Les oliveraies sont des milieux particulièrement intéressants à étudier pour notre problématique car ils présentent différentes classes de gestion qui vont favoriser ou au contraire défavoriser les orchidées.

La plupart des oliveraies présentes un sol retourné et mis à nu avec une possible irrigation en goutte à goutte ou en gravitaire. En effet la technique la plus utilisée en oléiculture consiste à travailler le sol de façon superficielle plusieurs fois par an (en général 3 à 4 fois) sur toute la surface de la parcelle. L'utilisation d'un cultivateur à dents (griffon) ou d'une herse rotative sont nécessaires. En croisant les sillons, le désherbage se fait au plus près des arbres. Cette technique doit permettre d'améliorer l'infiltration de l'eau, les propriétaires d'oliveraies rappelle « un griffon vaut deux arrosages ». Sur ces parcelles il n'y aura évidemment pas d'orchidées, sauf en cas d'effet bordure expliqué précédemment dans l'étude du facteur « le retournement du sol ».

Figure n°22 : test sur l'abondance, comparaison des oliveraies en fonction de la gestion

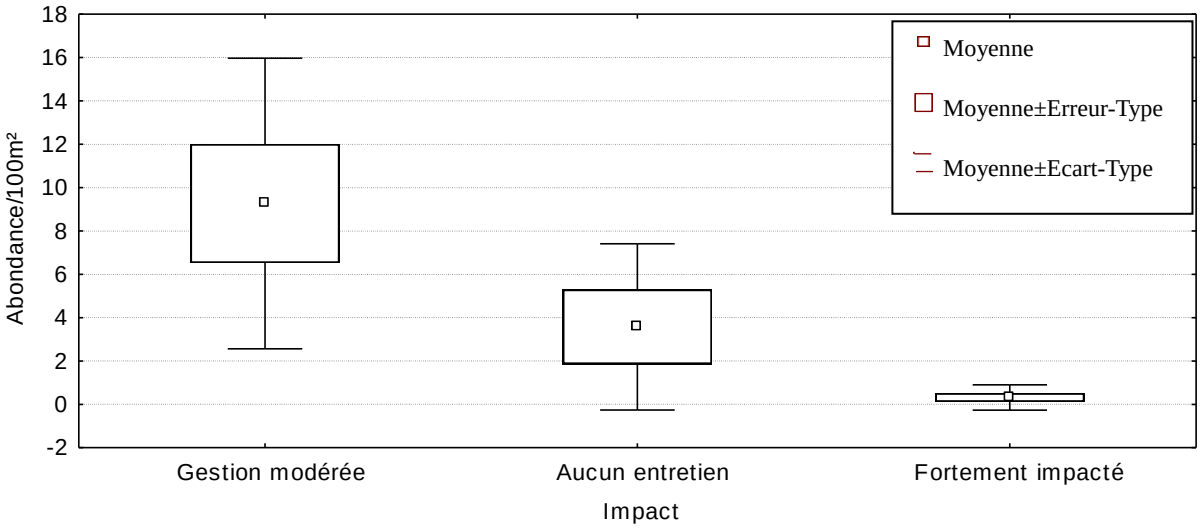
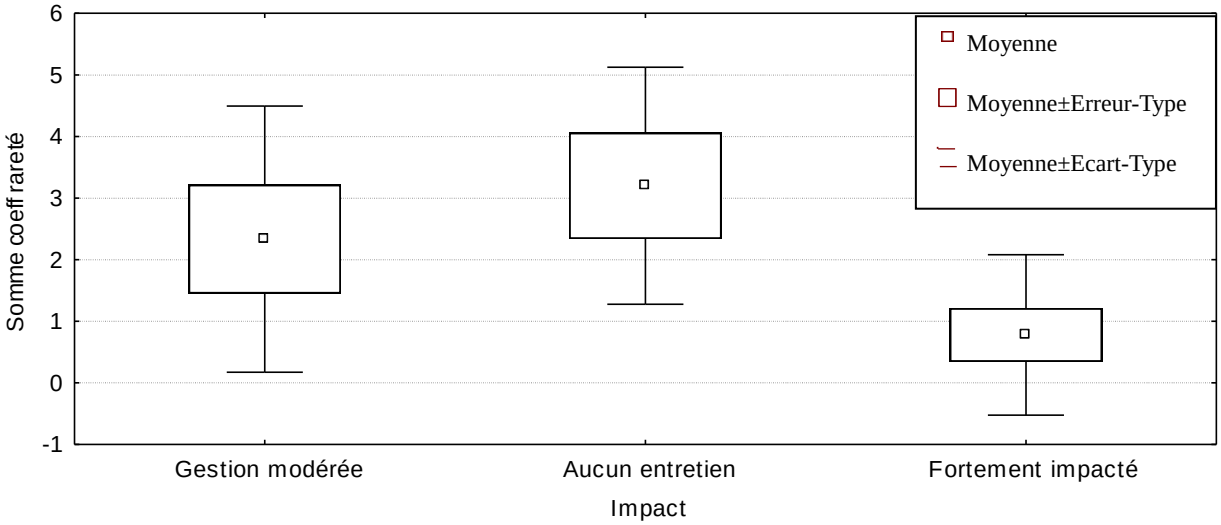


Figure n°23 : test sur la somme des coefficients de rareté, comparaison des oliveraies en fonction de la gestion



Une gestion modérée consiste en une taille des arbres, un débroussaillage du sol voire une fauche régulière. Les oliveraies présentant une absence de gestion sont les oliveraies en friches.

Des résultats statistiques sont difficiles à obtenir (cf figures n°22 et 23). Des différences ne sont observées qu'avec les sites fortement impactés, c'est-à-dire ceux ayant subi un retournement de leur sol au cours des dix dernières années :

Les sites impactés (sol retourné) ont une abondance statistiquement plus faible que les oliveraies en gestion modérée ($p<0,01$).

Les sites fortement impactés possède une somme des coefficient de rareté statistiquement plus faible que les sites non entretenus ($p<0,05$).

Ces différence statistiques sont obtenues pour un test sur les moyennes et non les médianes. Or avec de faibles effectifs les moyennes peuvent être très influencées par la présence de valeurs extrêmes, le résultat de ce test s'avère donc moins certain.

Il n'y a pas de différence statistique entre les sites sans entretien et ceux en gestion modérée.

-

Les prairies agricoles de fauche

Il n'y a pas d'orchidées observées sur ces sites. Ceci est probablement dû à l'irrigation et à l'enrichissement du sol par apport de fumier. L'irrigation à lieu pour les prairies de foin de Crau à partir du mois d'avril jusqu'en septembre. L'irrigation rends ses parcelles trop humides pour les espèces des milieux secs et donc pour les espèces courantes telles que *Himantoglossum robertianum* et *Ophrys passionis*. Cet apport de fumier n'est pas très important sur les parcelles étudiées (un seul apport dans l'année) mais peut suffire à empêcher le maintien d'autres espèces. En effet les espèces de zones humides sont plus sensibles à ces apports.

- *Les prairies pâturées*

Les orchidées vont être favorisées par le pâturage si celui-ci est extensif.

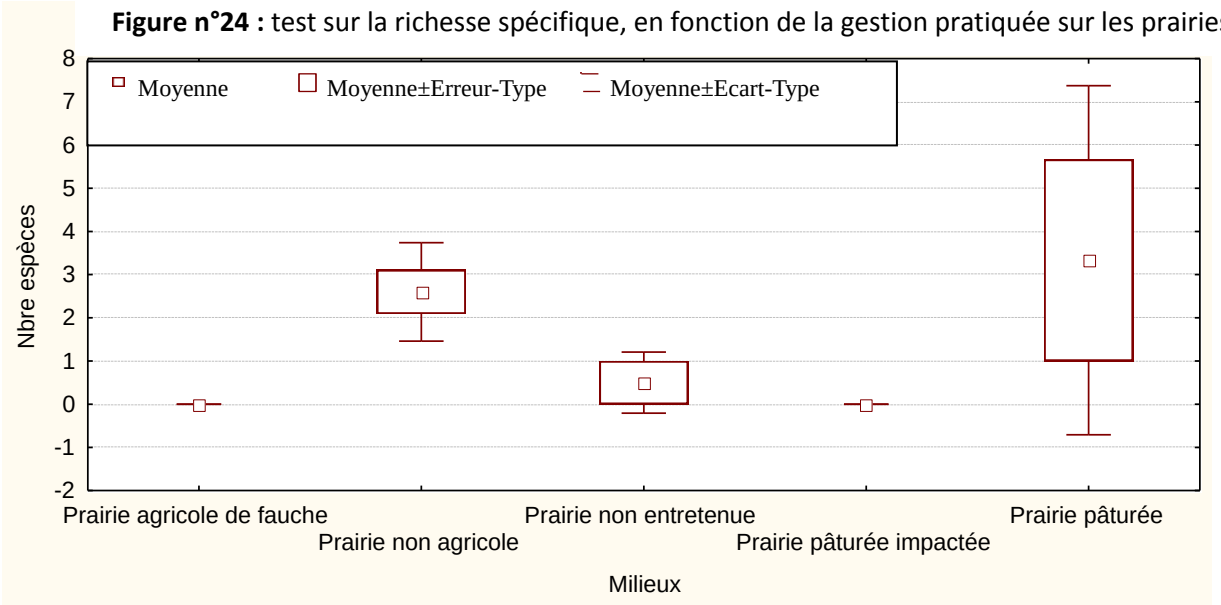
Par exemple sur le secteur des marais de l'Ilons le site n°54, une pelouse à Brachypode de Phénicie, présente un pâturage plutôt intensif avec des animaux parqués toute l'année sur cette parcelle. Or un seul pied d'*Ophrys passionis* est observé sur ce site favorisé par le contexte extérieur riche en orchidées.

Le site n°55 situé à proximité du précédent est géré également avec des taureaux mais par un pâturage extensif cette-fois ci. Ce site est particulièrement riche en orchidée avec la présence de 8 espèces différentes dont *Anacamptis laxiflora* protégée au niveau régionale. Il est longé par un ourlet forestier et présente un gradient d'humidité le long d'une faible pente, ces particularités peuvent également expliquer cette diversité.

- *Les prairies non agricoles*

Elle rassemble à la fois des prairies de jardin, des prairies en ville ou des prairies non entretenues. L'importance de la gestion est de maintenir un milieu ouvert. En effet en cas de trop fort embroussaillement on observe la disparition des orchidées.

Figure n°24 : test sur la richesse spécifique, en fonction de la gestion pratiquée sur les prairies



- *Les Marais*

Les marais de l'Ilons abritent divers habitats de zones humides : prairies humides, peupleraies, magnocariçaies. Le site n° 56 une prairie humide méditerranéenne pâturée par 2 chevaux accueille une belle population d'*Anacamptis palustris* avec plus de 40 pieds. Ce site montre également l'importance du pâturage dans leur maintien, des refus de pâturage sont cependant observés pour des frênes dont l'envahissement devra être surveillé. Le site n°57 de même habitat que le précédent n'est pas pâturé et présente un niveau de fermeture non propice aux orchidées.

Les autres habitats de zones humides ne présentent pas d'orchidées.

Epipactis palustris serait à rechercher dans ces marais, potentiellement présent.

4.3 Discussion

Cette étude possède plusieurs aspects positifs. D'abord elle a permis de rassembler des données collectées par des organismes différents afin de réaliser un inventaire sur notre territoire d'étude.

Cet inventaire fut complété cette année 2011 par de nombreuses observations de terrain qui ont permis notamment de revoir des espèces rares (*Serapias vomeracea, Anacamptis palustris*) et/ou protégées (*Anacamptis laxiflora, Ophrys provincialis*). De plus l'espèce *Ophrys splendida* observée cette année ne faisait pas parti de l'inventaire existant sur ce secteur.

Les orchidées sont indicatrices d'une certaine stabilité du site au cours des dernières années notamment au niveau du sol et indicatrice de pratiques de gestion extensives. Des différences statistiques sont observées démontrant un impact négatif du retournement de sol et de l'irrigation. De plus une abondance moins importante est trouvée pour les garrigues de terrain incendiées des Alpilles par rapport au aux garrigues.

Cependant des difficultés existent dans l'utilisation des orchidées comme indicateurs. En effet il existe des interrelations entre les facteurs et le manque de réplicas ne permet pas toujours de déterminer les facteurs explicatifs prédominants qu'ils soient positifs ou négatifs pour les orchidées. Ainsi très peu de résultats statistiques permettent de distinguer les sites entre eux que ce soit par rapport au traitement de la végétation ou à la gestion dans son ensemble. Seuls les ourlets forestiers présentent une différence statistique entre les sites entretenus ou non, cette gestion s'avérant positif sur la richesse en orchidées.

De même l'absence d'orchidée ne peut être prise en compte car elle peut être due à des causes très multiples aussi bien écologique qu'anthropique et il n'est pas toujours évidement d'en faire la distinction.

Espèces	Coefficient de rareté	Conditions	Moyenne indice de rareté
Himantoglossum hircinum	2	Sec, pleine lumière	2
Himantoglossum robertianum	1	Sec, pleine lumière à mi-ombre	2,1
Ophrys lupercalis	2		
Ophrys passionis	1		
Ophrys provincialis	2		
Ophrys arachnitiformis	2		
Ophrys splendida	4		
Anacamptis pyramidalis	3		
Orchis purpurea	2	Sec à frais	2,75
Ophrys scolopax	2		
Ophrys pseudoscolopax	3		
Serapias vomeracea	4		
Limodorum abortivum	2	Bien drainé, mi-ombre – ombre	3,25
Cephalanthera damasonium	3		
Cephalanthera longifolia	4		
Cephalanthera rubra	4		
Epipactis gp helleborine	4	Frais, ombre	4
Ophrys apifera	3	Sec à temporairement inondé	3
Ophrys lutea	3		
Anacamptis laxiflora	5	Humide à détrempé, pleine lumière	5
Anacamptis palustris	5		

Tableau n° 3: Indice de rareté et conditions du milieu

Le tableau n°3, page précédente, réunit les espèces trouvées lors de l'inventaire 2011 en plusieurs classes, selon leurs préférences concernant le taux d'humidité et le recouvrement de la végétation. Les indications relatives à ces optimums écologiques sont tirées de la bibliographie (Bournérias M., Prat D. et al. 2005). Ensuite sont calculées pour ces classes les moyennes des indices de rareté dans les bouches du Rhône. Les coefficients de rareté sont les mêmes qu'utilisés précédemment (cf 4.1.5).

Ce tableau donné à titre indicatif montre que les coefficients de rareté augmentent pour les espèces de zones humides. Cette raréfaction s'explique par la disparition généralisée de ces habitats. C'est le cas sur notre territoire avec la réduction des marais des Baux au siècle dernier, ceux-ci ne font plus que 370 ha sur les 2800 ha d'origine.

Cependant les espèces d'orchidées des zones humides sont également plus spécifiques et ne se développent que dans des biotopes bien précis. L'utilisation en tant qu'indicateur d'une espèce qui possède de faibles effectifs n'est pas forcément le plus pertinent.

Sur les milieux secs une graduation est possible entre l'absence d'orchidée, la présence d'espèces courantes et la présence d'espèces plus intéressantes. Au contraire sur les zones humides l'indicateur manque de souplesse car il n'y a pas d'orchidée courante typique des zones humides.

Par leur sensibilité aux perturbations, les espèces *Anacamptis laxiflora* et *A. palustris* ont un rôle indicateur. Leurs présences sont à prendre comme une indication positive de l'état du milieu. Cependant leur absence ne permet pas de conclure à une perturbation, car cet habitat ne convient peut-être pas à leur implantation pour des raisons écologiques.

De plus les orchidées ne sont pas forcément les espèces les plus sensibles face aux diverses modifications des habitats, ainsi il s'avère réducteur de n'utiliser qu'une seule famille pour caractériser un milieu. Il serait intéressant de rechercher d'autre espèces de notre région soit plus sensibles, soit renseignant sur d'autres facteurs à prendre en compte.

Le principal intérêt de la famille des orchidées réside dans leur fort attrait part la population. Les orchidées ont depuis longtemps fasciné les différentes sociétés et sont à l'origine de nombreux mythes et croyances populaires (Besnehard P., 1991).

Les gaulois et les grecs connaissaient déjà cette famille. Le moyen-âge et la Renaissance ont continué de faire véhiculer divers croyances notamment sous l'influence de la théorie des signatures selon laquelle la forme des êtres donne une excellente indication de leurs propriétés. Ainsi aux tubercules d'orchidées furent attribuées diverses hypothétiques propriétés aphrodisiaques qui perdurent encore au Moyen-Orient entrainant chaque année l'arrachage de tonnes de tubercules d'orchidées pour la préparation du salep (Bournérias M., Prat D. et al. 2005).

Encore aujourd'hui de nombreux passionnés sont admiratifs de leur beauté, de leurs variétés de formes et de leur mode de reproduction. Certaines espèces notamment du genre Ophrys vont en effet se faire passer pour des insectes. La forme de leur fleur et l'émission de phéromones attirent un insecte mâle qui prend l'orchidée pour une femelle de son espèce et cherche à s'y accoupler. Lors de cette pseudo-copulation les pollinies de la fleur s'accrochent à l'insecte qui transportera ce pollen vers une autre fleur permettant ainsi sa pollinisation.

C'est l'existence de groupes d'orchidophiles (La société française d'orchidophilie, la Société méditerranéenne d'orchidologie) qui a permis de récupérer pour cette étude autant de données géoréférencées. De plus une étude sur les orchidées facilite l'entrée chez certains propriétaires privés grâce à la curiosité qu'elles suscitent. Ainsi une science citoyenne est possible avec cette famille ce qui peut faciliter l'échantillonnage.

Les orchidées furent utilisées comme bio-indicateur dans le cadre d'un projet de surveillance (Devillers P. and al.1990), en association à d'autres facteurs. Cette étude prend en compte les espèces présentes, leurs abondances et un taux de rareté à l'échelle européenne. L'utilisation des orchidées dans le suivi d'un même site apparaît ainsi favorable.

V) Mise en œuvre de la cartographie des anciens salins

5.1 Méthodologie

5.1.1 Travail préliminaire

La réalisation d'une cartographie nécessite un compromis entre la précision souhaitée et les moyens possibles accordés. La télédétection semblait un bon moyen de réaliser un premier découpage approximatif des habitats dunaires des marais des anciens salins. Cependant cette utilisation s'est rapidement avérée inadaptée. La résolution des images satellites à disposition est insuffisante par rapport aux surfaces restreintes des habitats à cartographier. En effet sur ces image un pixel représente une surface de 10m x 10m, or les habitats des dunes à cartographier ne font parfois que quelques mètres carrés. De plus l'existence de plusieurs associations végétales pour un même habitat présentant chacune un aspect différent n'aurait pas facilité le traitement de l'image.

Les cartes des habitats déjà existantes sur ce territoire ont été étudiées, cependant elles sont insuffisamment précises par rapport à notre étude.

- Carte de Molinier et Devaux au 1/50000, levée en 1966 et publiée en 1978.
- Carte d'occupation du sol 2006 du Parc naturel régional de Camargue consultables sur Internet et dont le fichier SIG à également été récupéré.

Toute la cartographie ne pouvant être réalisée cette année les objectifs principaux sont de continuer le secteur cartographié par la Tour du Valat l'an passé (été 2010), de prospecter des habitats différents dans le but de compléter la liste d'inventaire d'espèces et notamment d'aller sur les habitats prioritaires restants (Dunes à genévriers, dunes à pin maritimes et pin pignon...)

5.1.2 Etude sur le terrain

La cartographie fut réalisée uniquement d'après des relevés de terrain. L'étude fut divisée en deux parties indissociables. Le travail de cartographie proprement dit et la réalisation de relevés de végétation. Ces relevés ont plusieurs objectifs : connaitre les associations et les espèces présentes sur ce territoire, justifier les choix d'habitats de la cartographie et remplir une base de données.

Sur le terrain les contours des différents habitats identifiés sont tracés sur une photographie aérienne (prise de vue 2004) correspondant à la zone étudiée. L'échelle de travail fut le 1/5000.
Sur cette image sont notés, pour chaque habitat, l'espèce dominante et le niveau d'envahissement de la filaire. Pour évaluer cet envahissement un classement à été mis en place :
0 : filaire absente
1 : filaire présente, non envahissante
2 : filaire bien présente, début d'envahissement
3 : filaire dominante, fort envahissement
4 : la filaire recouvre complètement l'habitat d'origine qui n'est plus distinguable, dune impénétrable

Lorsqu'il s'agit d'habitats déjà recensés dans la cartographie du PNRC la même typologie est utilisée pour faciliter les comparaisons.

Les relevés de végétation ont été réalisés par Nicole Yavercovski, botaniste spécialiste. Ces relevés ont été effectués soit au cours de transects, soit en points isolés. Pour chaque relevé sont notés les espèces indicatrices de l'habitat, leur coefficient d'abondance-dominance ainsi qu'une référence GPS sur une fiche de terrain.

De nombreux transects ont été réalisés, ils sont effectués en traversant la dune de part et d'autre de manière à parcourir les différents habitats. Un point GPS est alors pris en début et en fin de chaque habitat. Les points isolés sont pris en présence d'habitats intéressants isolés ou d'habitats recouvrant une grande surface sur la dune mais qui n'ont cependant pas été traversés lors du transect. Ces points sont également utilisés pour une description rapide des dunes possédant un système d'habitats déjà décrits.

Ces relevés de végétation visent à une meilleure compréhension de l'écosystème dunaire, à une meilleure connaissance des habitats et des espèces présentes sur le territoire mais n'ont pas vocation à être réalisés sur l'ensemble des habitats constituant chaque dune.

5.1.2 Assemblage des données

Les résultats recueillis furent ensuite utilisés pour tracer la cartographie sous MapInfo.
Cette cartographie fut réalisée à partir du fichier du PNRC contenant les données de leur carte.

Les champs suivants appartenant à ce fichier ont été complétés :

AREA : la surface en m² du polygone tracé.
Surface_HA : la surface en ha de ce même polygone.
C_N2000 : le code 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 l'habitat selon la typologie choisie. Cette typologie reprend l'information complète concernant le polygone en listant le ou les habitats présents (y compris s'il s'agit de la filaire) par ordre de dominance.

A cette base de données un certains nombre de champs fut également ajouté :
Libellé_carto : qui simplifie le nom précédent en ne prenant en compte que l'habitat dominant sans considérer l'envahissement par la filaire.

Source : correspondant à l'origine des données, soit *PNRC-RNC* pour les données du parc récupérées, soit *TDV2011* pour les données issues de la cartographie de cette année, ou encore *TDV2010* pour la cartographie réalisée par la Tour du Valat en 2010 dans le secteur du phare de Beauduc.
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, c'est le cas notamment pour les espèces annuelles.
Observateurs : sont notés les initiales des personnes présentes lors des relevés de terrain.

Esp_caract_et_dom_hab_principal : donnent 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, appelées 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.
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 PNRC.

Remarque : les informations (*entre parenthèses*) correspondent aux intitulés exacts utilisés pour remplir les champs.
Des analyses thématiques ont ensuite permis d'obtenir les cartes souhaitées en utilisant les champs correspondants.

5.2 Résultats

5.2.1 Habitats et surfaces cartographiées

Les relevés cartographiques furent effectués au cours de 10 jours de terrain, avec 2 ou 3 personnes présentes à chaque fois. Une surface totale de 180 ha de végétation terrestre fut cartographiée permettant de recenser 12 habitats de la directive.

Certains habitats présentent des contours nets, faciles à cartographier, d'autres au contraire vont être très imbriqués les uns dans les autres ou présenteront des bordures de mélange.

Des croisements ont été réalisés lorsque deux habitats coexistaient au même endroit sur des surfaces insuffisantes pour être cartographier à notre échelle d'étude.

En effet les végétations des dunes forment de véritables mosaïques d'habitats et il se serait avéré réducteur de ne prendre en compte que l'habitat dominant. Ces croisements permettent ainsi de conserver un maximum d'information sur ces dunes.

De plus les habitats ne vont pas se mélanger au hasard, ces superpositions se font le long de gradients de répartition, principalement liés à la topographie, tels que la ressource en eau disponible et la salinité. D'autres habitats sont rarement dominants et se situent toujours sur des zones réduites car cela fait partie de leurs caractéristiques propres, comme les pelouses dunaires xériques qui accompagnent les dunes grises.

Ainsi pour les zones le nécessitant deux habitats sont pris en compte. Un habitat dominant est toujours désigné. Pour deux secteurs, trois habitats présents en mélange ont été pris en compte.

Au total 31 classes différentes ont été distinguées, traduisant la richesse et la complexité de ce site.

Les cartes issues de ce travail sont présentées en annexe 7 : Cartes des habitats de la végétation des dunes des marais et étangs des anciens salins de Camargue. Le rendu de ces cartes a nécessité certains choix notamment concernant les critères symbologiques utilisés. Ils sont expliqués à la suite de la légende de ces cartes également dans cette même annexe.

Le tableau n°4 suivant résume les surfaces cartographiées par habitat et croisements d'habitats en fonction de leur taux d'envahissement par la filaire. Certains habitats semblent davantage colonisés que d'autres ce qui sera statistiquement démontré (cf 5.2.5 Envahissement par la filaire)

	Surfaces en HA	Colonisation filaire					
	C_N2000	0	1	2	3	4	Total
Fourrés dunaires de Filaire						13,18	13,18
Laisses de mer	1210.3	0,16					0,16
Sansouires annuelles	1310	17,25					17,25
Sansouires annuelles x Sansouires pérennes	1310 x 1420	0,74					0,74
Prés salés	1410	0,45	1,38	2,34	0,51		4,68
Prés salés x Sansouires pérennes	1410 x 1420	0,51	0,8				1,31
Prés salés x Bas marais dunaires	1410 x 2190			2,33	0,09		2,42
Prés salés x Dunes grises	1410 x 2210		0,33		0,43		0,76
Sansouires pérennes	1420	23,85	0,29				24,14
Sansouires pérennes x Sansouires annuelles	1420 x 1310	6,31					6,31
Sansouires pérennes x Prés salés	1420 x 1410		0,12				0,12
Sansouires pérennes x Steppes salées	1420 x 1510	15,57	0,59				16,16
Steppes salées	1510	2,73					2,73
Steppes salées x Sansouires pérennes	1510 x 1420	5,22	0,11				5,33
Steppes salées x Bas marais dunaire	1510 x 2190			0,52	0,07		0,59
Dunes blanches	2120	0,32	0,02				0,34
Bas marais dunaires	2190	0,92	3,36	14,46	2,62		21,36
Bas marais dunaires x Prés salés	2190 x 1410		0,34	1,53			1,87
Bas marais dunaires x Prés salés x Dunes grises	2190 x 1410 x 2210				2,54		2,54
Bas marais dunaires x Steppes salées	2190 x 1510	0,61	0,81				1,42
Bas marais dunaires x Dunes grises	2190 x 2210		6,45	2,56	0,05		9,06
Bas marais dunaires x Dunes grises x Prés salés	2190 x 2210 x 1410		0,36				0,36
Bas marais dunaires x Dunes à genévriers	2190 x 2250		0,75	0,89			1,64
Bas-marais dunaires x Ripisylves	2190 x 92A0		0,12	1,01			1,13
Dunes grises	2210	2,66	6,76	12,68	6,11		28,21
Dunes grises x Bas marais dunaires	2210 x 2190		1,86	0,59			2,45
Dunes grises x Dunes à genévriers	2210 x 2250		0,39				0,39
Pelouses dunaires xériques	2240	0,32	0,29				0,61
Pelouses dunaires xériques x Dunes grises	2240 x 2210		0,04				0,04
Dunes à genévriers	2250			0,39			0,39
Pinèdes dunaires	2270	1,92	0,88	8,65	1,52		12,97
	Total	79,54	26,05	47,95	13,94	13,18	180,66

Tableau n°4 : Surface et colonisation par la filaire des habitats cartographiés

5.2.2 Description des habitats Natura 2000 inventoriés :

(*) signifie que l'habitat est classé habitat prioritaire par la directive habitat

- **Les laisses de mer**

Il s'agit de l'habitat « Végétation annuelle des laisses de mer » de code Directive habitat 1210 et plus spécifiquement dans notre région des « Laisses de mer des côtes méditerranéenne » (1210.3).

D'après les cahiers habitats, ils correspondent à la limite supérieure des pleines mers de vive-eaux ou comme ici aux bordures supérieures des lagunes ouvertes à la mer. Il s'agit de substrats sableux plus ou moins enrichi en débris coquilliers, leur pente est faible à nulle. Il peut exister des variabilités dans les associations liées à la granulométrie du substrat.

Le groupement observé sur le site est l'association à soude et cakilier (Salsola kali-Cakiletum aegyptiacae) dominé par le cakilier (*Cakile maritima subsp. aegyptiaca*) et la soude épineuse (*Salsola kali*). Ce groupement est lié aux substrats sableux.

Cet habitat est cependant présent sur des surfaces dérisoires (0,16ha) sur le territoire étudié.

Remarque : *Cakile maritima subsp aegytiaca* a changé de nom pour *Cakile maritma subsp maritima*.

- **Les sansouires annuelles**

Elles correspondent aux « Végétations pionnières à Salicornia et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses » de code Directive habitat 1310

Il s'agit de zone de sansouires annuelles appartenant majoritairement aux « Salicorniaies des prés salés méditerranéens » (1310.3). Cette végétation herbacée basse, ouverte, ne présente qu'une seule strate dominée par les espèces annuelles au recouvrement variable. Cet habitat est observable uniquement lors de la période estivale à la fin de laquelle il présente son optimum.

Les salicornes annuelles n'ont pas été déterminées jusqu'à l'espèce du fait de leur développement tardif, de la difficulté de leur détermination et du manque de consensus taxonomique en Camargue.

- **Les prés salés**

Les « prés salés méditerranéens » (1410) forment des communautés assez variées de végétations permanentes. En fonction de la topographie les cahiers d'habitats distinguent deux habitats.

D'abord les « prés salés des bas niveaux » (1410.1) qui forment une transition entre les sansouires et les « prés salés des hauts niveaux » (1410.2). Les espèces caractéristiques suivantes ont pu être observées : la statice de Narbonne (*Limonium narbonense*), la puccinellie festucoide (*Puccinellia festuciformis*), la salicorne frutescens (*Sarcocornia fruticosa*), l'aster pannonique (*Aster tripolium subsp. Pannonicum*) et le jonc maritime (*Juncus maritimus*).

Puis les « prés salés des hauts niveaux » se développent dans les parties les plus élevées des zonations halophiles. Cet habitat est dominé par les Joncacées. Les associations suivantes ont été particulièrement rencontrées : l'association à Jonc piquant (*Juncus acutus*) et Choin noircissant (*Schoenus nigricans*) (*Junco acuti-Schoenetum nigricantis*) et l'association à Plantain charnu (*Plantago crassiflolia*) et Choin noircissant (*Schoenus nigricans*) (*Schoeno nigricantis-Plantaginetum crassifoliae*)

- **Les sansouires pérennes**

Elles font partie des « Fourrés halophile méditerranéen » (1420.2) des cahiers d'habitats. Trois espèces de salicornes ont été distinguées : la salicorne glauque (*Arthrocnemum macrostachyum)*, la salicorne frutescens (*Sarcocornia fruticosum)* et la salicorne vivace (*Sarcocornia perennis)*. D'autres espèces indicatrices de l'habitat 1420.2 ont été rencontrées : la soude ligneuse (*Suaeda vera*), l'obione faux-pourpier (*Halimione portulacoides*), la puccinellie enroulée (*Puccinellia festuciformis*)

-

Les steppes salées*

L'habitat « Steppes salées méditerranéennes » (1510) n'est décliné qu'en un seul habitat élémentaire : les « steppes salées du littoral du Languedoc et de Provence » (1510.1) qui présente une distribution géographique très limitée en France. C'est d'ailleurs un habitat prioritaire de la Directive habitat.

Deux associations sont distinguées : l'association à Statice gérardin (*Limonium gerardianum*) et Satice verge (*Limonium virgatum*) (*Limonietum gerardino-virgati*) (Cf figure n°25) au contact des revers dunaires qui s'étendent vers les sansouires et l'association à Armoise bleutée (*Artemisia caerulescens*) et Satice verge (*Limonium virgatum*) (*Artemisio caeruleae-Limonietum virgati*) sur une topographie très légèrement surélevée, elle est liée au sols secs, en limite des inondations sur les cordons littoraux.

Sur le terrain ces steppes salées sont régulièrement rencontrées seule ou en mélange avec leurs habitats de contact notamment les sansouires et parfois les bas-marais. Il est alors difficile d'en évaluer les contours exacts et des croisements sont privilégiés.



Figure n°25 : Steppe salée - *Limonietum gerardino-virgati*

- **Les dunes blanches**

Les « Dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches) » se développent immédiatement au contact supérieur de la dune mobile embryonnaire ou des laisses de haute mer. Le substrat sableux est soumis à l'action directe du vent et des embruns. La végétation est parfaitement adaptée et permet de fixer le substrat.

Dans notre région, il s'agit des « Dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *Australis* des côtes méditerranéennes ». Les espèces indicatrices telles que l'oyat (*Ammophila arenaria subsp. Australis*), l'équinophore épineux (*Echinophora spinosa*), l'euphorbe des dunes (*Euphorbia paralias*) ont pu être recensées. De plus le Panicaut maritime (*Eryngium maritimum*) espèce protégée au niveau régionale y a été observé.

- **Les bas-marais dunaires** (ou Roselières dunaires)

Les « Dépressions humides intra-dunales » 2190 regroupent plusieurs habitats dont deux présents sur notre secteur :

D'abord les « Bas-marais dunaires » 2190.3, cet habitat correspond aux végétations inondables des marais alcalins et des bas-marais des dépressions arrière-dunaires. Plusieurs associations de cet habitat ont pu être observées, souvent liées à la présence du choin: l'association à Jonc maritime (*Juncus maritimus*) et Choin noircissant (*Schoenus nigricans*) (*Junco maritimi-Schoenetum nigricantis*) ; l'association à Scirpe jonc et Choin noircissant (*Holoschoeno-Schoenetum nigricantis*) l'association à Sucrière (*Erianthus ravennae*) et Choin noircissant (*Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis*).

Ensuite les « Roselières et cariçaies dunaires »2190.5 moins présentes sur notre secteur sont dominées par le roseau (*Phragmites australis*).

- **Les bas-marais dunaires x Ripisylves**

Cet habitat correspond aux Bas-marais à fourrés d'ormes, à fourrés de peupliers blancs ou de peupliers noir pour lesquels ils n'existaient pas de correspondance satisfaisante. Ces espèces s'apparentent aux ripisylves ce qui n'est pas exacte ici !

- **Les dunes grises**

Les « Dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae »* 2210 sont regroupées en un unique habitat élémentaire les « Dunes fixées du littoral méditerranéen du *Crucianellion maritimae* » 2210.1 Cet habitat se développe en situation arrière-dunaire entre les végétations de la dune mobile à Oyat (*Ammophila arenaria subsp. australis*) et les fourrés littoraux sur sable. Il se développe sur un substrat sableux semi-stabilisé. Le groupement le plus souvent rencontré est l'association à Malcolmie littorale (*Malcolmia littorea*) et Immortelle des sables (*Helichrysum stoechas*)(*Malcolmio littoreae-Helichrysetum stoechadis*).

D'autres espèces furent observées dont Crucianelle maritime (*Crucianella maritima*) qui forme une association avec Malcolmie littorale (*Malcolmio littoreae-Crucianelletum maritimae*)

Artemisia campestris subsp. Glutinosa a également été observé, parfois avec Teucrium polium subsp. maritimum une espèce très rare.

Imperata cylindrica fait partie de cet habitat lorsqu'il est dense sur les hauts de pentes (souvent associée à *Scirpoides romanus*). *Bromus diandrus* fut également observé au début de la saison.

- **Pelouses dunaires xériques***

Les « Dunes avec pelouses du Brachypodietalia et des plantes annuelles » 2240 sont un habitat prioritaire de la directive habitat. Il s'agit dans les salins de pelouses à Brachypode de phénicie (*Brachypodium phoenicoides*) avec petites annuelles du thero-brachypodietea.

- **Dunes à genévriers***

Les « Dunes littorales à Juniperus spp. »2250 sont des habitats d'intérêt prioritaire. Il s'agit sur le site de « Fourrés à Genévriers sur dunes » 2250.1 dominés par le Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) et accompagné par la Filaire à feuilles étroites (*Phillyrea angustifolia*).

Les fourrés à Genévriers sur dunes correspondent à des maquis littoraux parfois très denses et impénétrables, dont la hauteur peut atteindre 3 à 4 m, voire 5 à 6 m. Dans certains cas, cet habitat apparaît de manière fragmentée, en îlots ou bouquets de quelques pieds ou bien par pieds isolés.

- **Pinèdes dunaires***



Les « Dunes avec forêts à *Pinus pinea* et/ou *Pinus pinaster* » 2270 sont des habitats d'intérêts prioritaires. Dans la cartographie les pinèdes dunaires ont été associées également aux dunes avec forêt de *Pinus halepensis* auxquels il n'a cependant pas été attribué le coefficient d'intérêt prioritaire.

Figure n°26 : Pinède dunaire à *Pinus pinaster*

- **Les fourrés dunaires de Filaire**

Cet habitat ne fait pas partie de la directive habitat et ne possède par conséquent pas de code. Il est actuellement en fort développement dans les Salins et recouvre particulièrement 4 dunes au point de faire disparaître les habitats d'origine.

5.2.3 Les espèces protégées observées

Au cours de ces journées de terrain, 159 espèces ont été inventoriées (Cf annexe 8) dont 11 espèces protégées. Parmi elles, *Limonium girardianum* est protégé au niveau national.

- **La saladelle de Girard** (*Limonium girardianum)* fait partie des 6 espèces de saladelle présentes en Camargue. Elle s'identifie à ses feuilles en rosette, vertes, petites (à peine 1 cm de large) en forme de losange et à une nervure. Ses hampes sont dressées ou étalées, à rameaux courts tous fertiles. Cette espèce est indicatrice des steppes salées. En effet sa présence associée au *Limonium virgatum* forme l'une des deux associations végétales caractéristiques de cet habitat.
Cette espèce au fort intérêt patrimonial est présente dans la plupart des steppes salées cartographiées.



Figure n°27 : *Limonium girardianum*

Les dix autres espèces sont protégées au niveau régional en PACA :

- **L'asperge maritime** (*Asparagus maritimus*) est rencontrée à la fois sur les dunes grises, les bas marais et les près salés. C'est une plante vivace de 40cm à 1mètre, glabre à turions très amers. Ses fleurs vertes jaunâtres, dioïques, donneront des baies rouges. Elle se distingue d'*Asparagus officinalis* par des cladodes verticillés par 5-8 au lieu de 3-6 et des pédoncules fructifères à l'article supérieur deux fois plus épais que l'inférieur.

- **Le liseron des dunes** *(Calystegia soldanella)* est rencontré dans les dunes blanches et les dunes grises reprises par l'érosion. Cette plante vivace de 10 à 60 cm, verte et glabre présente des tiges couchées rampantes non volubles. Ses feuilles sont petites, épaisses, longuement pétiolées et à oreillettes arrondies. Ses fleurs sont grandes de 4-5 cm et de couleur rose. Cette espèce fut très rarement observée au cours de ces 10 jours de terrain.

- **La crucianelle maritime** (*Crucianella maritima*) fut observée sur quelques dunes grises. Lorsqu'elle est présente sur un milieu son taux de recouvrement peut-être très important.

Cette espèce fait partie de la famille des rubiacées. C'est une petite plante vivace de 10 à 40 cm. Elle est glabre et glauque avec une souche ligneuse, tortueuse et des tiges assez robustes. Ces feuilles sont verticillées par 4, dressé et imbriquées à la base.

- **La cutandie maritime** (*Cutandia maritima*) fait partie des poacées. Elle a été observée dans les milieux suivants : les dunes embryonnaires, les dunes blanches et les dunes grises reprises par l'érosion.

- **Le panais épineux** (*Echinophora spinosa*) est présent principalement dans les dunes blanches. Cette plante vivace de 20-50 cm, glauque, possède une tige robuste sillonnée, pleine, à nombreux rameaux étalés en corymbe. Ses feuilles sont raides, charnues, carénées en dessous et à lobes épineux. Son inflorescence en ombelles est caractéristique des apiacées. Chez cette espèce elles sont formées de 3 à 8 rayons courts et inégaux. Ses fleurs sont blanches et rayonnantes.



Figure n°28 : *Echinophora spinosa*

- **Le chiendent allongé** (*Elytrigia elongata*) fut inventorié dans les bas-marais dunaire et les prés salés. Cette espèce de la famille des poacées se distingue des autres Elytrigia présents sur le site par ces épillets qui s'alternent de part et d'autre de l'épi sans recouvrement des uns par rapport aux autres.

- **Le panicaut maritime** (*Eryngium maritimum*) se rencontre dans les dunes embryonnaires et les dunes blanches. Cette plante vivace de 30-60 cm est très particulière et facilement reconnaissable à la fois par sa couleur glauque bleuâtre et par ses feuilles caractéristiques. Celles-ci sont coriaces palmatilobées, dentées et épineuses. Ses fleurs sont bleuâtres rassemblées en grosse têtes subglobuleuses pédoculées.

En remarque, le sigle du conservatoire du littoral représente cette emblématique espèce.



Figure n°29 : *Eryngium maritimum*

- **L'impérata cylindrique** (*Imperata cylindrica*) est observé dans les bas marais dunaire, les dunes grises et les dunes embryonnaires. Cette espèce fait partie de la famille des poacées.

- **Le lis maritime** (*Pancratium maritimum*) se retrouve dans divers habitats : dans les dunes blanches, les dunes embryonnaires, les dunes boisées et les dunes grises reprises par l'érosion. C'est une plante vivace à bulbe, de 30-60cm, avec des feuilles larges de 8-20 mm et glauques. Sa floraison à partir de fin juin, début juillet est très impressionnante avec de grandes fleurs blanches en ombelle. A l'extérieur du périanthe, long de 10 à 15 cm, de grandes bractées enveloppent l'inflorescence. Le périanthe forme un tube étroit dilaté dans son quart supérieur. La couronne est grande, en entonnoir, elle est soudée au périanthe dans son tiers inférieur. Cette couronne est divisée en 12 dents triangulaires placées 2 à 2 entre chaque étamine à filet libre court.



Figure n°30 : *Pancratium maritimum*

- **La passerine hirsute** (*Thymelaea hirsuta)* est présente sur un bord de digue, végétalisé, présentant des espèces caractéristiques de dunes grises. Ce sous-arbrisseau de 40 cm à 1 m est très rameux. Ces rameaux sont d'aspect blanc tomenteux et feuillés dans toute leur longueur. Ces feuilles sont imbriquées et petites.
Certain pied sont cependant en mauvais état comme le montre la photo ci-contre.



Figure n°31 : *Thymelaea hirsuta*

5.2.4 Comparaison avec la cartographie existante

Le tableau n°5 permet de comparer les surfaces cartographiées par le PNRC et celles définies cette année. Seuls les habitats dominants sont pris en compte pour faciliter cette comparaison. De plus les libellés d'habitats similaires et les codes Natura 2000 facilitent les transferts d'utilisation entre ces deux cartographies.

Habitats dominants	Code Natura2000	Surfaces PNRC (Ha)	Surfaces TDV2011(Ha)
Pinèdes dunaires	2270*	15,71	12,97
Dunes à genévriers	2250*	0,49	0,39
Dunes blanches	2120		0,34
Dunes grises	2210	83,05	31,66
Pelouses dunaires xériques	2240*		0,65
Bas-marais dunaires x Ripisylves	2190 x 92A0		1,13
Bas-marais dunaires (ou Roselières dunaires)	2190		38,43
Prés salés (ou Jonchaie)	1410	37,97	8,38
Steppes salées	1510*	9,97	8,65
Sansouires pérennes	1420	14,05	46,73
Sansouires annuelles	1310	12,48	17,99
Laisses de mer	1210.3		0,16
Fourrés dunaires de Filaire	(-)		13,18
Totaux		174	181

Tableau n°5 : Habitats dominants

La surface totale cartographiée est augmentée par la prise en compte d'étendues supplémentaires de sansouires, elle passe de 174 ha à 181 ha pour le même secteur considéré.

Cinq habitats Natura 2000 supplémentaires sont recensés sur le site cartographié. Il s'agit des Laisses de mer (1210.3), des Dunes blanches (2120), des Pelouses dunaires xériques (2240), des Bas-marais dunaires (2190) et des Bas marais dunaires x Ripisylves (2190 x 92A0). Ces derniers correspondant aux fourrés de peupliers et d'ormes.

Les dunes blanches sont inventoriées dans la carte du PNRC mais sur d'autres secteurs. La somme des surfaces de ces nouveaux habitats fait 2,28 ha si l'on exclue les bas-marais dunaires (2190). Cela peut sembler minime au vue des 180 ha totaux, mais ces habitats vont abriter des espèces particulières, adaptées à ces milieux et participer à la richesse du site.

Les « Bas-marais dunaires » viennent compléter les « roselières dunaires » utilisé par la typologie du parc. Ces deux habitats font parties des dépressions humides intra-dunales de code 2190.

La cartographie du Parc utilisait le libellé « Jonchaies » pour le code 1410 des cahiers d'habitats. Celui-ci sera remplacé par « Prés salés », terme en adéquation avec ce code 1410 dont le nom complet est « Près salés méditerranéens ».

Les habitats de code 1410 et 2190 sont très proches par leur physionomie et leur structure. Ils peuvent également être composés d'espèces similaires tels que les joncs. Ainsi ils ont été confondus dans la cartographie du parc sous le terme de « jonchaies » de code 1410, ce qui n'est pas forcément exact. Il s'avère dans la cartographie TDV2011 que les surfaces de Bas-marais dunaires (2190) sont bien supérieures à celles des prés salés (1410).
Ainsi les surfaces en prés salé de la carte du PNRC se sont retrouvées en grande partie transférées dans les bas-marais dunaires. Ce qui explique cette différence d'hectares.

Les surfaces de pinèdes dunaires sont similaires, la légèrement baisse peut s'expliquer par un tracé jouxtant davantage la limite des arbres.
La légère diminution des surfaces en dunes à genévriers et en steppes salées s'explique par leur prise en compte en tant qu'habitat secondaire sur d'autres secteurs.

La très importante diminution des surfaces en dunes grises s'explique par l'utilisation de la photo interprétation en complément des relevés de terrain qui a entrainé certaines erreurs dans la cartographie du PNRC

Enfin l'envahissement par la filaire n'avait pas être pris en compte. Lorsque ces fourrés recouvrent complètement l'habitat d'origine, ces dunes avaient été considérées en dunes fixées.
Un nouvel habitat « les fourrés dunaires de filaire » est pris en compte dans la nouvelle cartographie car il signale un état fortement dégradé de la dune et ne correspond plus à l'habitat d'origine de la directive habitat.

5.2.5 Envahissement par la filaire

La filaire est présente sur l'ensemble des dunes cartographiées. Il s'agit de l'espèce *Phillyrea angustifolia*, accompagnée parfois de *P. média*.

Elle recouvre complètement quatre dunes sur 13 Ha et elle présente un fort envahissement dans de nombreux habitats sur 14 Ha.

Un test d'indépendance du X^2 est effectué pour définir si l'envahissement de la filaire se fait préférentiellement dans certains habitats. La typologie simplifiée, ne prenant en compte que l'habitat dominant, est utilisée. Ce regroupement permet d'avoir des réplicas suffisants si les habitats de faibles recouvrements suivants sont exclus : Laisses de mer (1210.3), Dunes blanches (2120), Pelouses dunaires xériques (2240) et Bas marais dunaires x Ripisylves (2190 x 92A0).

En considérant que les Ha où la filaire fut observée sont indépendants les uns des autres (ce qui peut être contesté) et en ne prenant en compte que les habitats possédant un nombre de répliquas et une surface suffisante, le KHobs obtenu est supérieur au X^2 au risque de 0,05%, ce qui permet de conclure que le taux de colonisation de la filaire dépend de l'habitat.

La filaire va être davantage présente dans les bas-marais pour un taux de colonisation de 2 et sur les dunes fixées pour un taux de 3. Au contraire elle sera moins présente dans les sansouires.
Les pinèdes dunaires, les steppes à saladelle et les jonchaies présentent des surfaces observées insuffisantes pour conclure.



Figure n°32 : Habitat envahit par la filaire

5.3 Discussion

L'étude réalisée cette année a permis de cartographier 180 ha de végétation terrestre des marais des anciens salins. Cette carte réalisée a une échelle plus précise à permis de distinguer de nouveaux habitats, non pris en compte lors de la cartographie par le parc. Parmi eux les pelouses dunaires xériques sont un habitat prioritaire de la directive habitat.

La distinction entre les bas-marais et les prés salins ne s'est pas avérée évidente car ces deux habitats sont très proches l'un de l'autre et possèdent des espèces caractéristiques communes tels que le choin (*Schoenus nigricans*) et le jonc maritime (*Juncus maritimus*). Par exemple lorsque le jonc maritime forme un peuplement pur ou lorsque le choin est en association avec du jonc piquant il s'agit de près salés. Or lorsque le jonc maritime est associé au choin il s'agit d'un bas-marais.

De plus de faible variation de topographie entraine des mélanges entre ces deux habitats qui peuvent passer de l'un à l'autre sans distinctions précises.

D'une manière générale les près salés seront situés en bas de pentes, alimentés en parti par l'eau des lagunes et les bas marais seront situés plus haut permettant ainsi à la végétation de puiser dans la réserve d'eau douce de la dune.

Ceci explique les erreurs observées dans la carte du PNRC qui utilisait le libellé « jonchaie » sans distinction.

L'utilisation de la photo-interprétation dans cette carte a engendré certaines erreurs. Cette année elle a été utilisée uniquement pour suivre sur le terrain les contours des habitats observés. En effet l'imbrication des milieux, les variétés d'associations existantes pour un même habitat et les aspects similaires pour certains habitats distincts ne permettent pas de réaliser une photo-interprétation correcte sur cette zone.

Certains habitats vont être difficiles à cartographier soit à cause de leur faible surface, soit parce qu'ils accompagnent souvent un autre habitat et ne présentent pas de limite fixe, d'où la définition de croisements d'habitats pour décrire au mieux ces milieux dunaires. C'est le cas par exemple des steppes salées.

Les différents habitats vont se répartir le long de la pente en fonction de la salinité et de la ressource en eau.

Un fort envahissement par la filaire fut observé non pris en compte dans la précédente cartographie. Son développement fut favorisé par l'apport d'eau par pompage dans la gestion réalisée pour l'activité salinière. Cependant cette espèce ne présente aucun enjeu de conservation particulier et son habitat ne fait pas partie de la directive habitat contrairement à ceux qu'elle envahit ! Elle recouvre désormais de nombreuses dunes en s'installant préférentiellement dans les bas marais et les dunes fixées où elle trouvera un apport d'eau douce. Sa dynamique est comparable à l'habitat des dunes à genévriers dont elle est une espèce compagne.

Cette espèce sera l'un des enjeux à maitriser lors de la prise des mesures conservatoires. Le changement de gestion actuelle peut faire espérer une diminution de cet habitat s'il ne trouve plus les ressources en eau nécessaire à son développement.

Cependant ce manque d'eau ne va-t-il pas faire également régresser des habitats d'intérêt communautaire ou prioritaire de la directive habitat ?

En effet *Limonium girardianum* et les steppes salées en général semblait particulièrement souffrir de la sécheresse, de même pour certains pieds de *Thymelaea hirsuta* présents sur de la dune grise. Leur état devra être suivi avec attention pour déterminer s'il fait parti de leur dynamique habituelle ou signale une régression de cet habitat.

VI) Conclusion

Ces deux études permettent de participer à la réflexion concernant les capacités d'adaptation des espèces végétales face aux changements de leurs conditions environnementales sur les deux sites choisis dans ce projet Eaux et territoires : les anciens marais des Baux et les marais des anciens salins.

L'inventaire des orchidées dans la vallée des Baux et les Alpilles a permis de recenser une trentaine d'espèces dont 20 ont été revues cette année et auxquelles une espèce à été ajoutée : *Ophrys splendida*. Parmi elles deux espèces sont protégées au niveau régional en PACA : *Anacamptis laxiflora* et *Ophrys provincialis*. L'étude des 67 sites répartis sur ce territoire dans différents habitats et sur lesquels sont pratiqués diverses gestions à permis plusieurs conclusions.

Les résultats obtenus, analysés à partir de 3 facteurs définissant 4 indicateurs : la richesse spécifique en orchidées, leur abondance (nombre de pieds pour 100m²), la rareté des espèces observées (coefficient maximal de rareté et somme des coefficients de rareté) mettent en valeur 4 sites importants, connus des inventaires précédents. Ils abritent un grand nombre d'espèces, dont certaines assez rares telles que *Serapias vomeracea*, et *Anacamptis laxiflora* citées précédemment. Un 5^{e} site abrite une espèce aussi rare : *Anacamptis palustris* caractéristique des marais où elle a été observée.

Des résultats statistiques sont obtenus pour des facteurs généraux : le retournement superficiel du sol et l'irrigation qui s'avèrent négatifs sur les cortèges d'orchidées. Cependant peu de résultats statistiques sont obtenus pour les facteurs concernant le traitement de la végétation et les méthodes de gestion. Ceci s'explique par des interrelations possibles entre les facteurs et par le faible nombre de réplicas lors d'étude sur des facteurs.

Les orchidées ne sont pas forcément les espèces les plus indicatrices. Il s'avère ainsi réducteur de ne prendre en compte qu'une seule famille pour caractériser un milieu. Les orchidées présentent des effectifs qui peuvent fluctuer d'une année sur l'autre en fonction des variations climatiques. De plus leur absence peut-être due à des causes très multiples aussi bien écologique qu'anthropique.

L'intérêt des orchidées réside dans la possibilité de récupérer assez facilement des données les concernant. En effet ces espèces passionnent de nombreux groupes. Il est ainsi plus aisé de récupérer des inventaires et de mobiliser des personnes pour ces études.

La présence d'orchidées est à prendre en indicateur positif, en particulier dans les secteurs de zones humides qui peuvent abriter des espèces rares. Elles peuvent ainsi être utilisées pour le suivi de sites présentant un cortège d'orchidées intéressant (Devillers P. and al. 1990). Des réductions de ces populations pourront signaler une perturbation de leur milieu.

Certains sites fortement perturbés plus de 5 ans auparavant et présentant actuellement un milieu favorable n'accueille pourtant toujours pas d'orchidées. Dans le cadre de l'utilisation des orchidées comme indicateur, il serait intéressant de connaitre leur capacité de colonisation après une forte perturbation (retournement du sol, incendie). Il est évident que cette installation dépendra de l'habitat d'origine, de la nature de la perturbation, puis du contexte environnemental avec la proximité ou non de « sources » potentielles d'orchidées.

Ainsi des travaux sont à poursuivre pour approfondir cette thématique. De plus des études génétiques prévus dans le programme « d'un marais à l'autre, marais en mutation » doivent permettre de montrer l'adaptation des espèces d'orchidées aux habitats. Ces travaux permettront de compléter les résultats obtenus cette année. Enfin il sera nécessaire de rechercher d'autres espèces indicatrices dans notre région qui part leur sensibilité particulière permettraient d'apporter des réponses complémentaires.

La cartographie des habitats dunaires des marais des anciens Salins a permis d'inventorier 180 ha de végétation terrestre et de rectifier certaine erreurs ou approximation de la carte de l'occupation sol des habitats de Camargue 2006 effectuée par le PNRC.

Cette cartographie n'a pu être réalisée sur l'ensemble du territoire et nécessitera d'être poursuivi en utilisant une échelle semblable pour réaliser un ensemble le plus cohérent possible.

Ce territoire à forte valeur patrimoniale est particulièrement intéressant à étudier. Il contient 12 habitats de la directive habitat : 8 sont d'intérêts communautaires et 4 sont d'intérêts prioritaires. La cartographie a permis de préciser les surfaces de chacun et d'inventorier les espèces présentes. Onze espèces protégées ont été inventoriées dont *Limonium girardianum* caractéristique des steppes salées.

La principale menace concernant ces dunes concernent la forte colonisation par la filaire (*Phillyrea angustifolia*) qui recouvre parfois complètement l'habitat d'origine au point d'en faire disparaître les espèces indicatrices. Ces fourrés dunaires de filaire entrainent ainsi une forte perte de biodiversité. Leurs développements furent favorisés par les entrées d'eau importantes pour l'activité salinière. Il est à espérer que le changement de gestion entrainera leur régression.

Cependant l'état des autres habitats sera également à surveiller pour étudier leur capacité d'adaptation face à ces forts changements environnementaux.

De même la dynamique des dunes au sud du territoire devra être particulièrement suivie pour étudier l'évolution de ces écosystèmes par rapport aux entrées d'eaux marines dans les brèches des digues.

Ainsi ces deux études ont permis d'acquérir de nouvelles données concernant la flore et la dynamique de leurs territoires respectifs. Elles pourront être poursuivies par des recherches d'approfondissement sur les pistes développées pour chacune d'elles.

Bibliographie

Articles, rapports et autres ouvrages :

Arnassant S., Dabonneville F. (2006). Les Orchidées en Camargue, espèces fragiles dans des milieux sensibles. Zerynthia. Plaquette de 20 pages.

Béguin C., Géhu J.M. & Hegg O. (1979). *La symphytosociologie : une approche nouvelle des paysages végétaux*. Doc. Phytos., N.S., 4, 49-68. Lille.

Besnehard P. (1991). *L'homme et l'orchidée : histoire d'un regard*. Thèse, Identifiant BU : 91AIX10046. 335 pages

Bonn F. et Rochon G. (1992). *Précis de télédétection : principes et méthodes*. UREF/AURELF/ Presses de l'Université de Québec, Vol. 1.

Bournérias M., Prat D. et al. (2005). *Les orchidées de France, Belgique et Luxembourg*, deuxième édition. Collectif de la Société Française d'Orchidophilie. Biotope, Mèze, (Collection Parthénope) 504pages.

Bouchard E., Arthus M. et al. du Groupe de travail « Histoire des marais des Baux ». *Adaptation des sociétés historiques aux caractéristiques des Marais des Baux.* Etude réalisée dans le cadre de la concertation « Envisager l'avenir des Anciens marais des Baux ». 20 pages.

Devillers P. and al. (1990). *Un projet de surveillance de l'état de l'environnement par bio-indicateurs*. Les Naturalistes belges – spécial « orchidées » n°4. Pages 75 à 98.

Dusak F., Prat D. et al. (2010). *Atlas des orchidées de France.* Collectif de la Société Française d'Orchidophilie (SFO). Editions Biotope, collection Parthénope, publications scientifiques du Muséum, 400 pages.

Girerd B. (1992). Inventaire floristique de la chaine des Alpilles. Pages 83 à 93.
en cours de réactualisation par E. Vela (2001)

Institut français de l'environnement, Office national de la chasse et de la faune sauvage, Systèmes d'Information à Référence Spatiale (SIRS), (2005). Document technique. *Application de la télédétection à l'étude des zones humides : identification des prairies, des roselières, des peupleraies et des gravières*. Ifen, 132 page.

Isenmann P. (2003). *La Tour du Valat en Camargue. Mélanges offerts à Luc Hoffmann en l'honneur de son 80ème anniversaire, le 23 janvier 2003*. Buchet & Chastel, 140 pages.

Sandoz A. responsable/coordinateur scientifique (2010). *Réponse à l'APR, D'un marais à l'autre, marais en mutation*. Exercice de réflexivité au sein du système eaux et territoires. 26 pages.

Molinier R (1967). Catalogue des plantes vasculaires des Bouches du Rhône.

Molinier R. et Tallon G. (1974). Inventaire des plantes vasculaires de Camargue. Pages 72 à 76

Molinier R., Devaux J.-P., (1978) – Carte phytosociologique de la Camargue au 1/50 000e. *Biol. et Écol. Médit.*, 5(4) Gap. Pages 159 à 195.

Tron F. (2004). *Inondation de la Vallée des Baux durant l'hiver 2003-2004 : une évaluation écologique*. A Rocha France, 8 pages.

Sites internet :

A Rocha France. Les marais des Baux [en ligne]. Disponible sur <http://marais-des-baux.fr/index.php>

CEEP Conservatoire Etude des Ecosystèmes de Provence. Silène Système d'information et de localisation des espèces natives et envahissantes [en ligne]. Consultable sur : <http://faune.silene.eu /index.php?cont=accueil>

Conservatoire du littoral. *Etangs et marais des salins de Camargue* [en ligne]. Disponible sur : <http:// www.conservatoire-du-littoral.fr/front/process/Content.asp?rub=8&rubec=433&site=7801&entite =433>

Lecompte T., directeur de la publication, Groupe SALINS. Salin de Giraud [en ligne]. Disponible sur : <http://salins.com/salin-de-giraud-58.html>

Ministère du développement durable*. Appel à propositions de recherche du programme "Eaux et territoires"* [en ligne]. Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page =article&id_article=14254> (Crée le 17.02.2010, mise à jour le 7.02.2011)

Parc naturel régional de Camargue. *Delta du Rhône* [en ligne]. Disponible sur : <http://www.parc-camargue.fr/Francais/index.php?callback=loadcpage&page_id=34> (crée en 2003)

Tour du Valat, Centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéenne [en ligne]. Disponible sur : <http://www.tourduvalat.org>.

Bases de données :

Hamard M. (Cartographe SFO des Bouches du Rhône) Société Française d'Orchidophilie. BD personnelle, Orchidées des communes de Maussane, Mouriès , Paradou et Saint-martin de Crau.

Martin R. (Président). BD Orchidées des Bouches du Rhône de la Société Méditerranéenne d'Orchidologie. Actualisée en 2010.

Annexe 1 : Récapitulatif des inventaires existants

Nom latin	Nom français	Socié. méd. d'orchid	A Rocha	Silène	Girerd Alpilles 1992	PNRC 2006	Molinier Camar 1974	E.Vela (dept13) 1999	Molinier dep13 1967
Anacamptis coriophora subsp fragrans	Orchis parfumé					p	p	p	p
Anacamptis laxiflora	Orchis à fleurs lâches					p	p	p	p
Anacamptis morio subsp morio	Orchis bouffon				p			p	p
Anacamptis morio subsp picta	Orchis peint							p	p
Anacamptis palustris	Orchis des marais		p			p	p	p	p
Anacamptis papilionacea subsp papilionacea	Orchis papillon								p
Anacamptis papilionacea subsp expansa	Grand Orchis papillon							p	
Anacamptis pyramidalis	Orchis pyramidal	p	p		p	p	p	p	p
Cephalanthera damasonium	Céphalanthère à grdes fleurs	p		p	p	p?	p	p	p
Cephalanthera longifolia	Céphalanthère à lgues flles	p	p	p	p	p		p	p
Cephalanthera rubra	Céphalanthère rouge	p	p	p		p	p	p	p
Coeloglossum viride	Orchis grenouille								p
Dactylorhisa elata	Orchis elevé								p
Dactylorhiza fuchsii	Orchis de Fuchs							p	
Dactylorhiza incarnata subsp incarnata	Orchis incarnat							p	p
Dactylorhiza maculata	Orchis maculé							p	
Dactylorhiza majalis	Orchis de mai						p	p	p
Dactylorhiza occitanica	Orchis occitan					p		p	
Dactylorhiza sambucina	Orchis sambucina							p	
Epipactis atrorubens	Epipactis pourpre noirâtre						p	p	p
Epipactis distans	Epipactis à feuille écartées							p	
Epipactis helleborine subsp helleborine	Epipactis à larges feuilles	p			p	p?	p	p	p
Epipactis microphylla	Epipactis à petites feuilles	p	p		p	p	p	p	p
Epipactis muelleri	Epipactis de Müller							p	
Epipactis palustris	Epipactis des marais				p	p		p	p
Epipactis phyllanthes	Epipactis à fleurs pendantes							p?	
Epipactis provincialis	Epipactis de Provence							p?	
Epipactis rhodanensis	Epipactis du Rhône					p		p	
Epipactis tremolsii	Epipactis de Tremols	p		p				p	
Gymnadenia conopsea	Orchis moucheron						p	p	p
Himantoglossum hircinum	Orchis bouc	p	p	p	p	p	p	p	p
Himantoglossum robertianum	Orchis géant	p	p	p	p	p	p	p	p
Limodorum abortivum	Limodore à feuilles avortées	p	p	p	p	p	p	p	p
Liparis loeselii	Liparis de Loesel					p?		p?	p
Listera ovata	Listère ovale				p	p	p	p	p
Neotinea maculata	Orchis intact				p			p	p
Neotinea tridentata	Orchis tridenté							p	p
Neotinea ustulata subsp ustulata	Orchis brûlé							p	p
Neottia nidus-avis	Néottie nid d'oiseau							p	p
Ophrys aegirtica	Ophrys du Gers	p?						p?	
Ophrys apifera	Ophrys abeille	p	p		p	p	p	p	p
Ophrys arachnitiformis	Ophrys en forme d'araignée	p	p	p	p		p	p	p

Nom latin	Nom français	SMO	A Rocha	Silène	Girerd Alpilles	PNRC 2006	Molinier Camar	E.Vela (dept13)	Molinier dep13
Ophrys araneola	Ophrys petite araignée				p	p	p	p	p
Ophrys aranifera (ou sphegodes)	Ophrys araignée	p	p	p	p		p		p
(taxon en réalité absent du département où il est confondu principalement avec Ophrys passionis)									
Ophrys aurelia	Ophrys aurélien				p		p	p	p
Ophrys bilunulata	Ophrys à deux lunules	p							
Ophrys ciliata	Ophrys miroir							p	p?
Ophrys forestieri	Ohrys de De Forestier	p							
Ophrys fuciflora	Ophrys frelon	p		p	p			p	p
Ophrys drumana	Ophrys de la Drôme						p	p	p
Ophrys incubacea	Ophrys noir					p	p	p	p
Ophrys insectifera	Ophrys mouche					p?		p	p
Ophrys lupercalis	Ophrys des lupercales	p		p	p			p	p
Ophrys lutea	Ophrys jaune	p	p		p	p	p	p	p
Ophrys marmorata	Ophrys marbré			p					
Ophrys occidentalis	Ophrys occidental	p				p			
Ophrys passionis	Ophrys de la Passion	p		p		p	p	p	p
Ophrys provincialis	Ophrys de Provence	p		p	p			p	p
Ophrys pseudoscolopax	Ophrys fausse bécasse	p							
Ophrys scolopax	Ophrys bécasse	p	p		p	p	p	p	p
Ophrys splendida	Ophrys brillant					p?		p	p
Ophrys sulcata	Ophrys sillonné							p	
Ophrys virescens	Ophrys verdissant								p
Orchis antropophora	Homme-pendu				p	p?	p	p	p
Orchis mascula	Orchis mâle							p	p
Orchis militaris	Orchis militaire							p	p
Orchis olbiensis	Orchis d'hyères				p			p	p
Orchis provincialis	Orchis de provence							p	
Orchis purpurea	Orchis pourpre	p	p	p	p	p		p	p
Orchis simia	Orchis singe				p	p	p	p	p
Plathantera bifolia	Platanthère à deux feuilles		p			p?	p	p	p
Plathantera chlorantha	Platanthère verte							p	p
Serapias lingua	Sérapias en langue					p			
Serapias olbia	Sérapias de Provence					p?			
Serapias parviflora	Sérapias à petites fleurs							p	
Serapias vomeracea	Sérapias à labelle allongé	p	p?			p		p	
Spiranthes aestivalis	Spiranthe d'été					p		p	p
Spiranthes spiralis	Spiranthe d'automne	p	p		p	p	p	p	p
	Totaux	**27**	**17**	**15**	**27**	**35**	**29**	**66**	**55**

Légende :

- Site d'étude
- Alpilles
- Camargue
- Bouche du Rhône

Orchidées Vues en 2011

p Espèce présente

p? Présence est ancienne ou douteuse

Annexe 2 : Etude de l'occupation du sol de la Vallée des Baux par télédétection

Etude multi-dates de 3 images satellitales SPOT prises entre 2005 et 2006.
Utilisation du même jeu de polygones de référence pour chaque image.
Traitements réalisés avec le logiciel GRASS en classification supervisée.
Reprise de la légende Corine Land Cover sans prise en compte du seuil de description de 25 ha pour la plus petite unité à cartographier.

- 1.1 Zones urbanisées
- 2.1 Terres arables
- 2.1.3 Rizières
- 2.2.1 Vignobles
- 2.2.2 Vergers et petits fruits
- 2.2.3 Oliveraie
- 2.3.1 Prairies
- 2.4.2 Systèmes culturaux complexes
- 3.1.1 Forêts de feuillus
- 3.1.2 Forêts de conifères
- 3.2.3 Végétation sclérophylle
- 3.2.3 Végétation sclérophylle dégradée
- 3.2.4 Forêts et végétation arbustive en mutation
- 4.1 Zones humides intérieures
- 5.1 Eaux continentales
- 2.1 Serres agricoles

Image satellitale du 18 décembre 2005

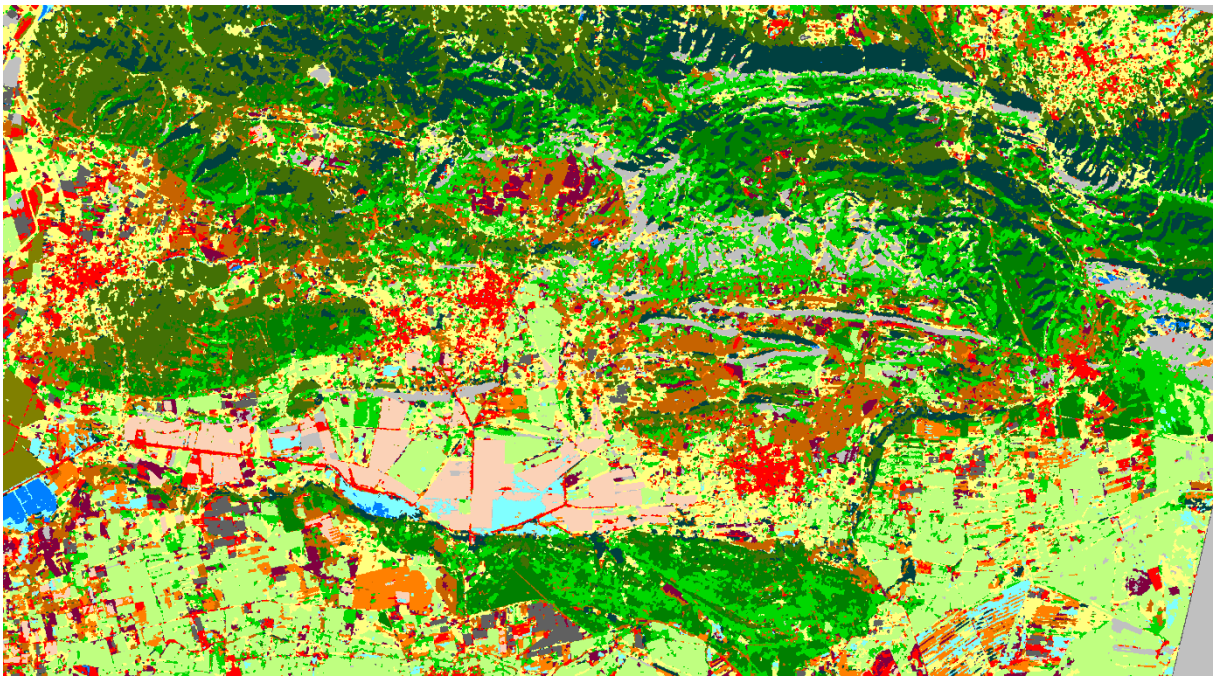


Image satellitale du 16 mars 2006

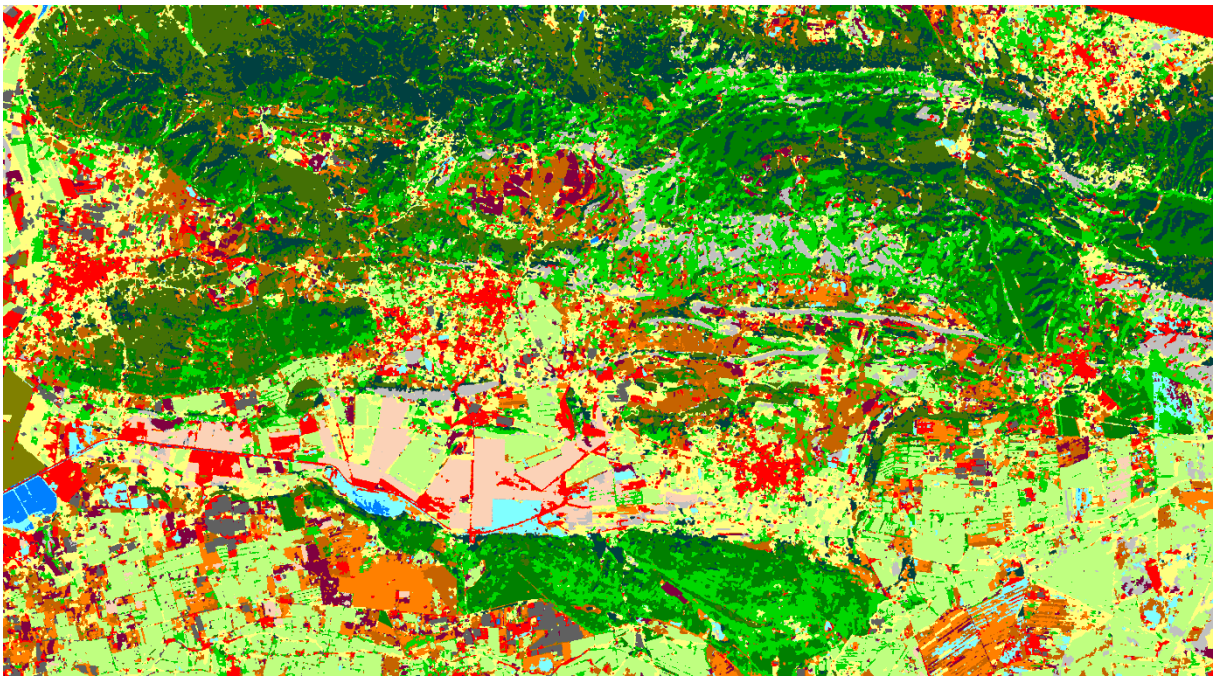
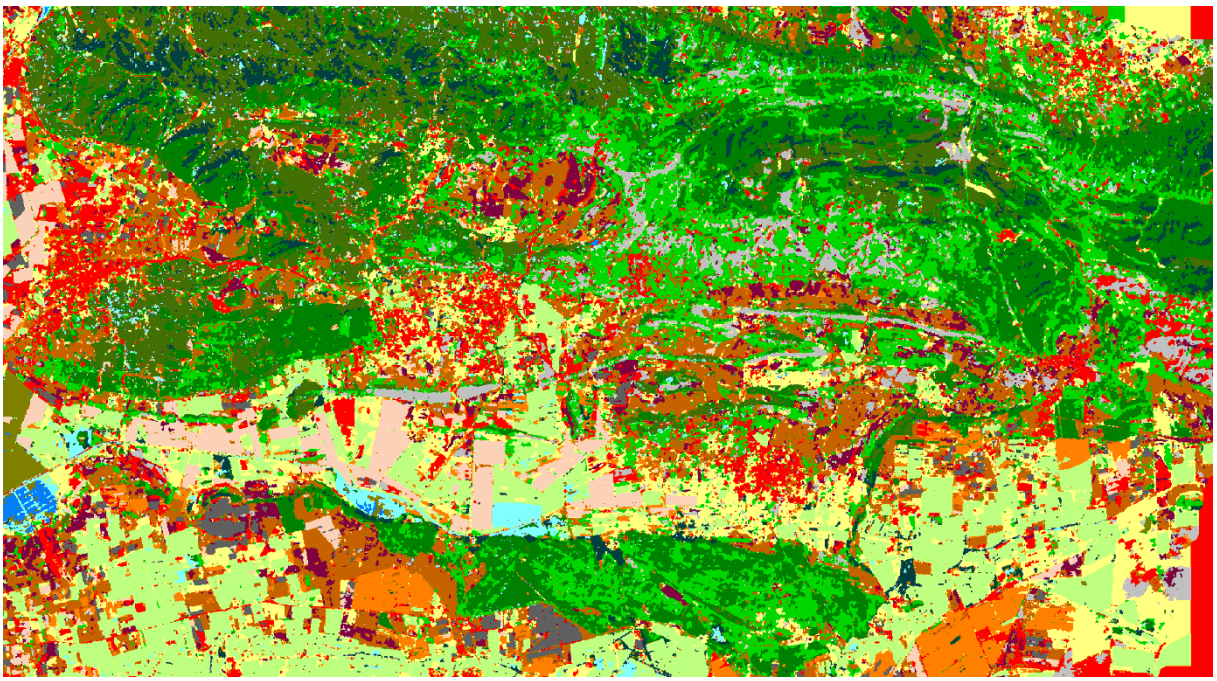
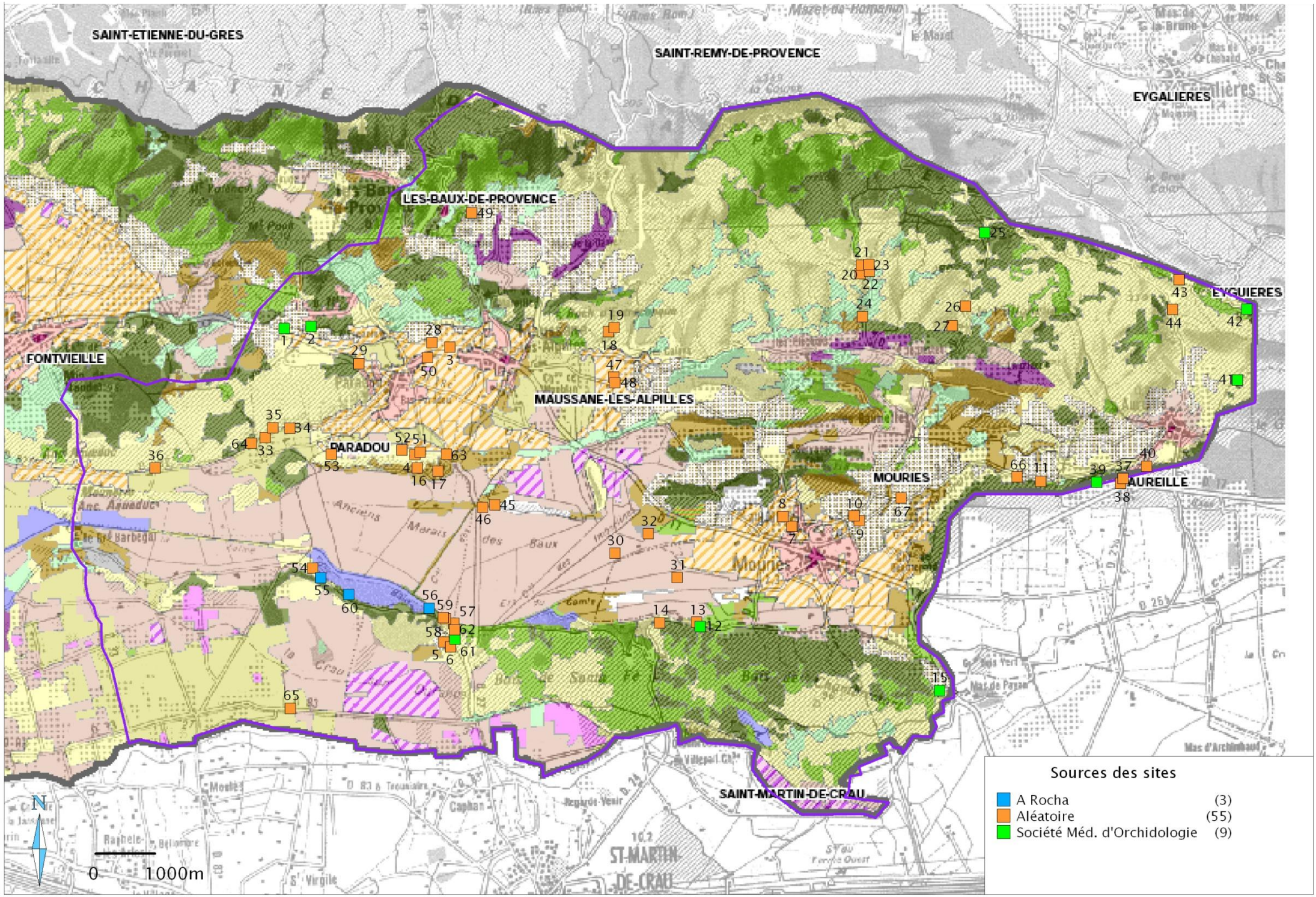


Image satellitale du 23 juin 2006



Annexe 3 : Source des sites de l'étude orchidée



Fond de carte occupation du sol en 2006, BV marais des Baux, source PNRC 2008

Annexe 4 : Fiche de terrain 1

Fiche de terrain

Placette n° : Date :

Milieu : Noms :

Surface prospectée :

Coordonnées GPS :

Inventaire Orchidées : Présence rosettes : oui non

Espèces	Nb de pieds	Phénologie	Coordonnées GPS	Réf photos

Description habitat :

Strate	Arborescente	Arbustive	Herbacée
Couvert (en /10)			
Taille de la végétation			
Espèces dominantes			

Milieu physique :

Altitude : Pente : Exposition :

Remarques :

Trace de faune : Espèces invasives :

Autres :

Annexe 5 : Fiche de terrain 2

Fiche de terrain Placette n° : Date :

Catégorie : Noms :

Gestion/entretien :

Surface prospectée (m) :
Lieu :

Coordonnées GPS : X=
Y=

Contexte environnemental : N Soit % de « milieu naturel »

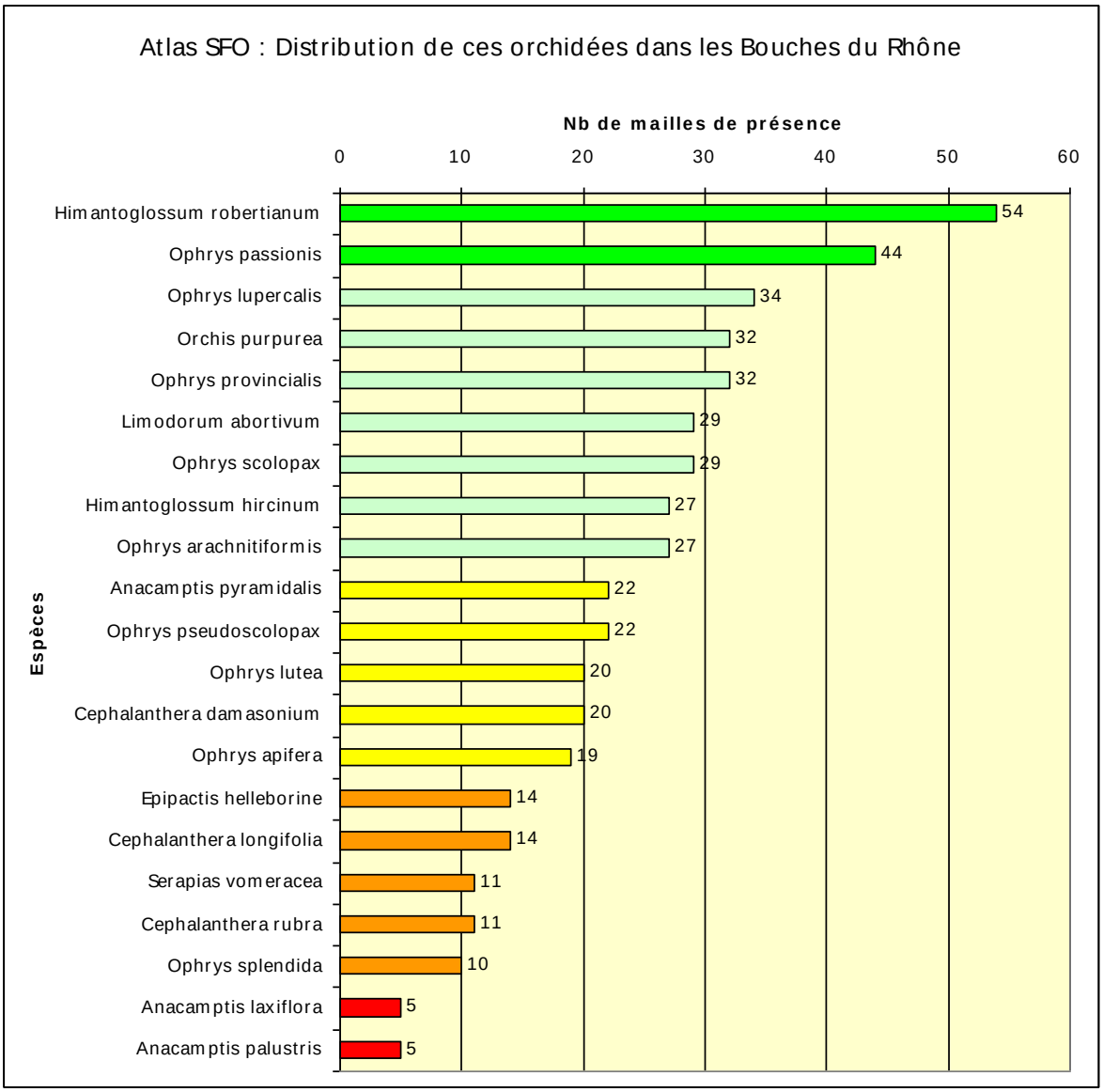
Description habitat :

Strates	**Espèces (A/D)**	**Hmax (m)**	**Hmoy (m)**	**Couvert (/10)**
>4m				
2-4m				
0,5-2m				
<0,5				
Herbacées				

Etude pédologique :
Litière :
Texture :
Couleur :
Granulométrie :
Réaction à l'acide :
Profondeur creusée :

Remarques :

Annexe 6 : Coefficients de rareté



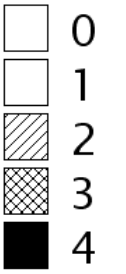
	Nombre de mailles de présence	Coefficient de rareté attribué
	>40	1
	25 à 40	2
	15 à 25	3
	10 à 15	4
	<10	5

Annexe 7 : Cartes des habitats de la végétation des formations dunaires des marais et étangs des anciens salins de Camargue

Légende : Habitats et codes Natura 2000



Légende : Colonisation de la filaire



0 Filaire absente

1 Filaire présente, non envahissante

2 Filaire bien présente, début d'envahissement

3 Filaire dominante, fort envahissement

4 Filaire recouvrant complètement l'habitat d'origine qui n'est plus distinguable, dune impénétrable

<u>Critères symbologiques utilisés :</u>

La production d'une carte nécessite certains choix notamment au niveau des critères symbologiques utilisés. Pour facilité l'accroche de la légende le code couleur choisi tient compte de certaines caractéristiques simples, propre à chaque habitat. De plus lors des croisements d'habitats, les figurés utilisés s'appuient toujours sur les couleurs des habitats d'origine pour faciliter la lecture de la carte.

Les sansouires sont représentées en verts. Un vert clair pour les sansouires annuelles et un vert plus soutenu pour les sansouires pérennes qui présentent une végétation plus dense. Lors de croisement entre les deux, un symbole représentant une touffe de salicorne (annuelle ou vivace selon les cas), est ajouté à l'habitat dominant.

Les bas-marais sont représentés en bleus pour montrer leur caractère plus humide, par leur capacité à prélever l'eau douce de la nappe. Les prés salés ont une couleur tirant vers le violet en rappel de leur caractère halophile. Lors de croisement entre ces deux habitats des hachures entre les deux couleurs sont utilisées. L'épaisseur de la hachure est augmentée pour l'habitat dominant. De même lors de croisement entre ces habitats et les sansouires pérennes.

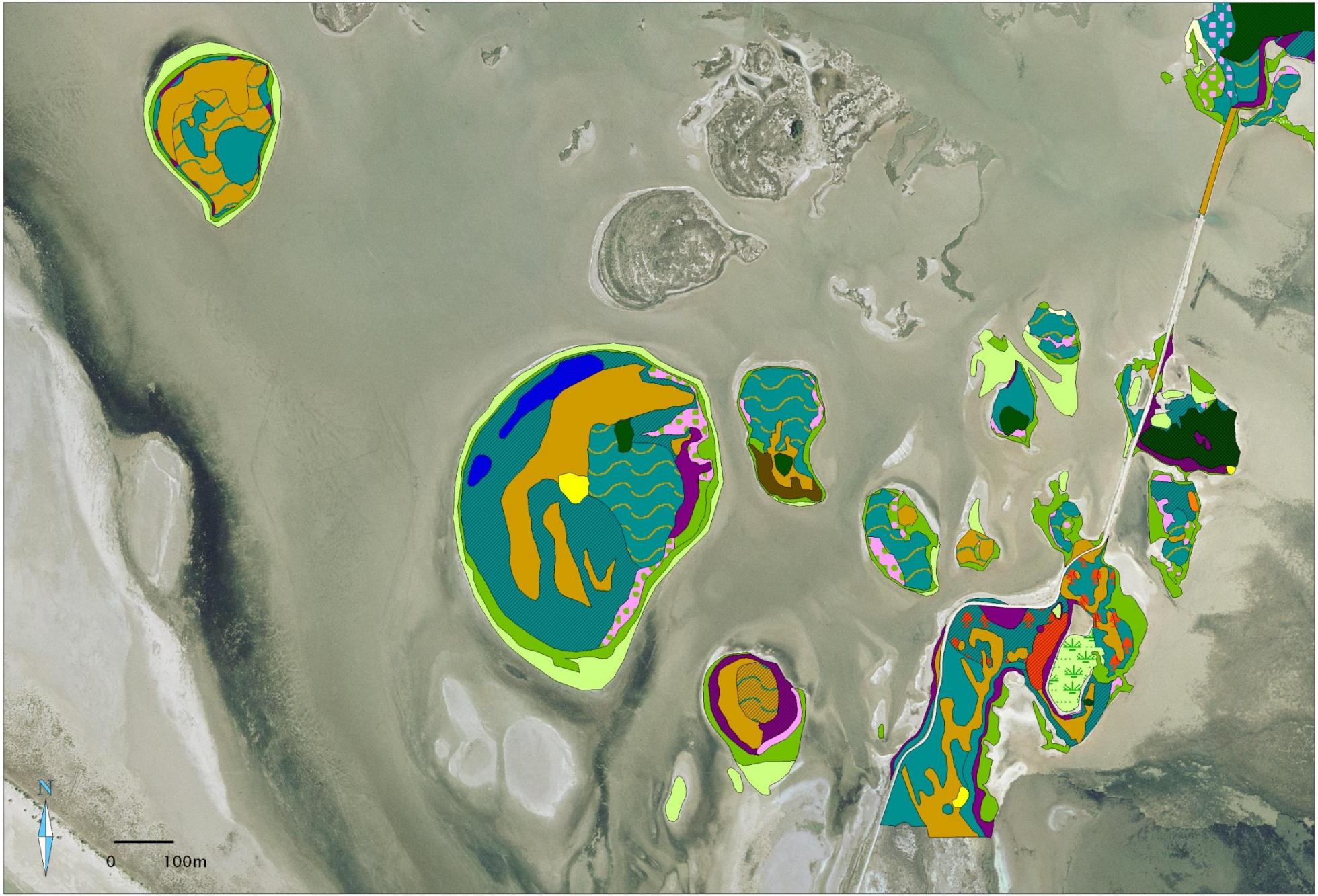
Les steppes salées sont représentées en rose, de la couleur des fleurs de Saladelle l'espèce caractéristique de cet habitat. Les steppes salées sont souvent mélangées à d'autres habitats. Elles sont représentées par des tâches roses éparses sur la couleur de l'habitat dominant ou inversement lorsqu'elle domine le peuplement. Ce figuré permet de bien montrer la superposition de ces habitats.

Les dunes blanches, par leur substrat sableux, sont représentées en jaune. De même pour les laisses de mer, en jaune plus clair car très mobiles. Les dunes grises sont représentées en marron pour montrer leur caractère fixé. Les pelouses dunaires xériques proches de l'habitat précédent ont une couleur orangé s'en approchant. Lors de croisements entre les bas-marais et les dunes fixées un figuré en forme de vague est utilisé, semblable à la forme d'une dune et rappelant que ces habitats s'alterne en fonction de la topographie.

Les dunes à genévriers sont représentées en orange soutenu, en tant qu'habitats prioritaire elles se devaient d'être bien visibles. Lors de mélange cet habitat est représenté par un pied de genévrier.
Les pinèdes dunaires sont représentées en vert foncés.
Les fourrés de peupliers et d'ormes (Bas-marais dunaires x Ripisylves) sont représentés en bleu plus foncés car caractérisant des zones plus humides.

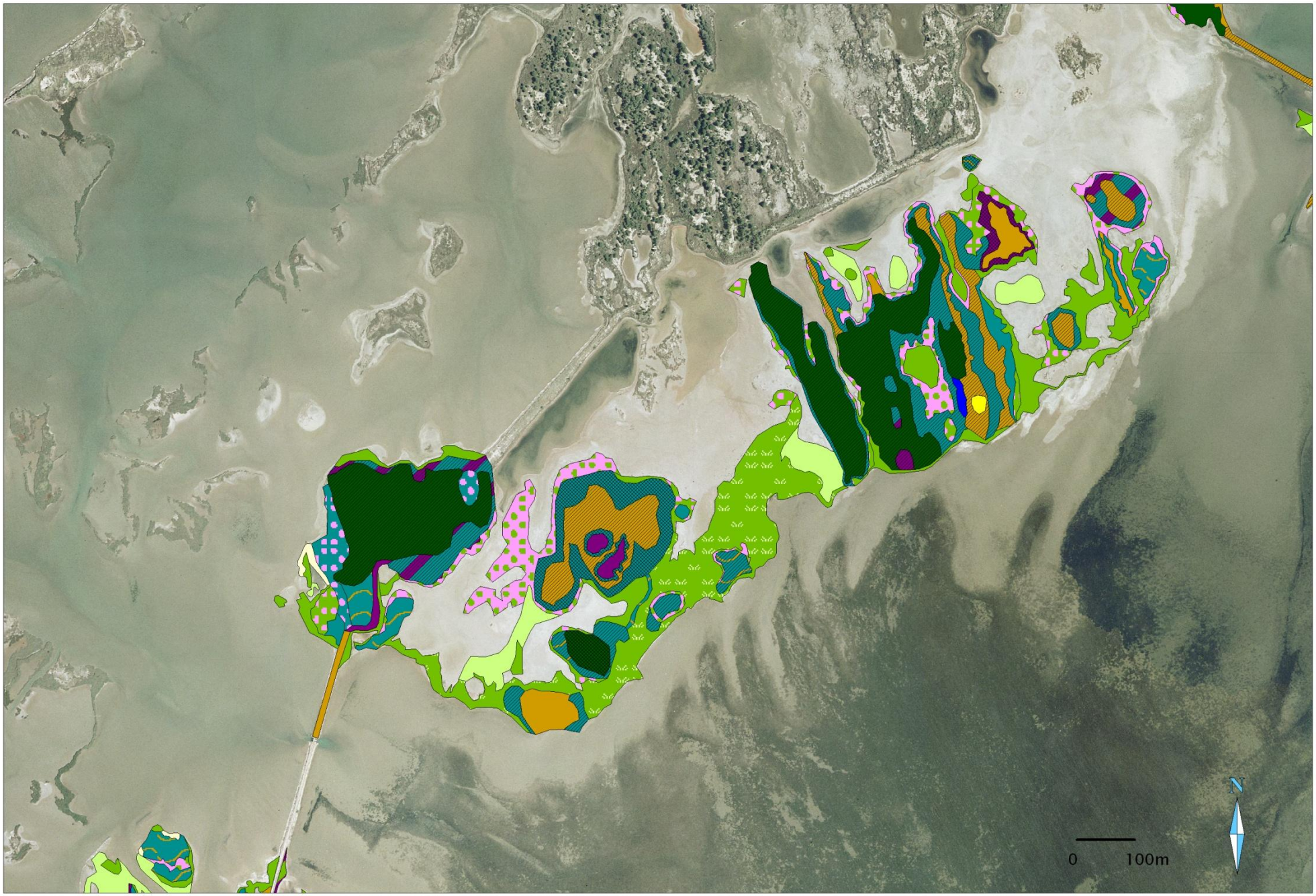
Pour montrer le taux d'envahissement de la filaire un figuré fut ajouté indépendamment de l'habitat concerné. Lorsque la filaire est absente ou non envahissante (0 ou 1) aucun figuré n'est ajouté. Lorsque la filaire est bien présente montrant un début d'envahissement (2) un hachuré noir est ajouté. Lorsque la filaire présente un fort envahissement et domine le peuplement (3) un double hachuré noir est ajouté. Enfin lorsque la filaire recouvre complètement l'habitat d'origine(4), il s'agit de fourrés dunaires de filaire représenté par une surface noire.

Cartes des habitats dunaires des marais et étangs des anciens salins de Camargue



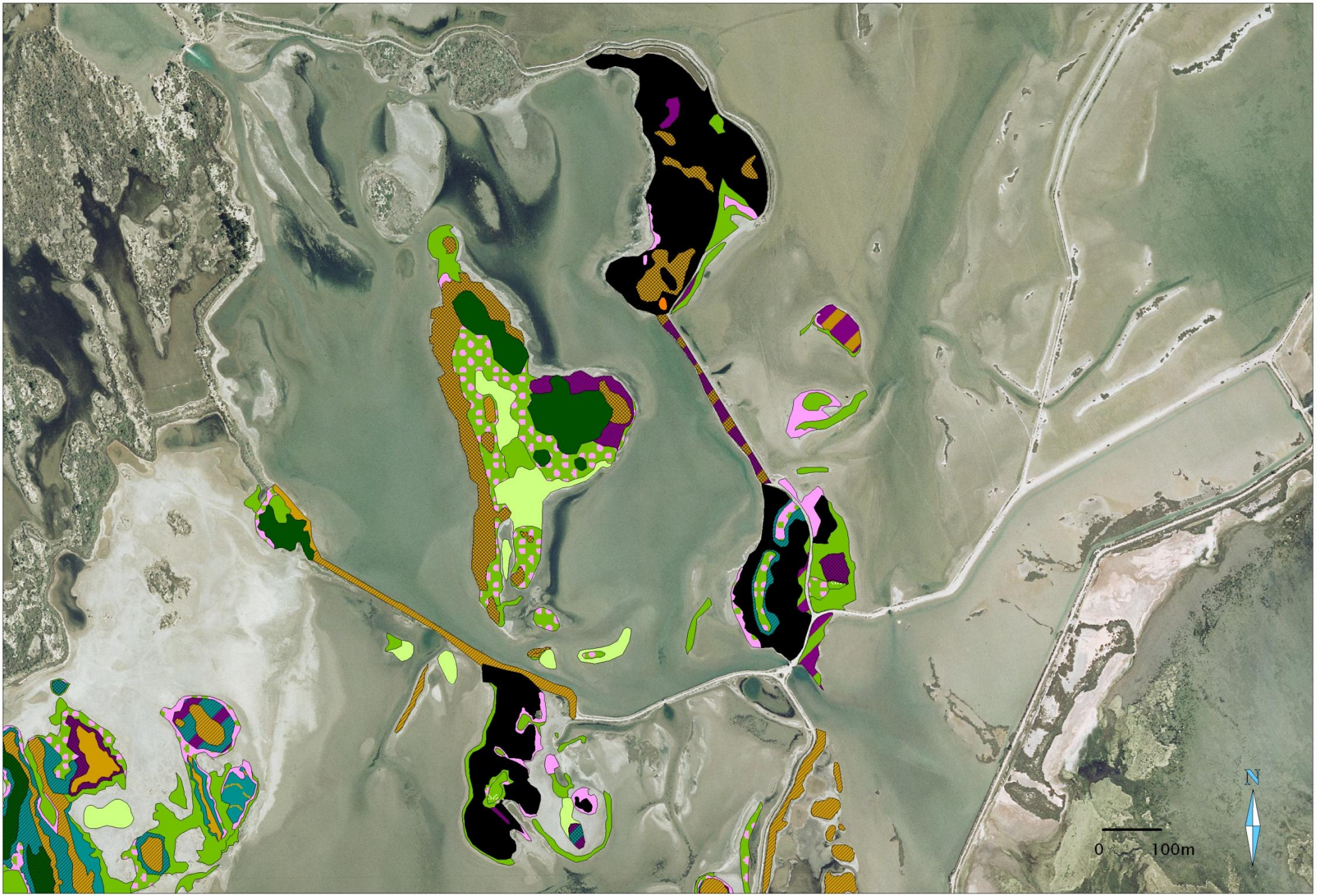
Carte réalisée par N.Patry d'après les relevés de la Tour du Valat 2011 - Fond de carte BD ortho 2003

Cartes des habitats dunaires des marais et étangs des anciens salins de Camargue



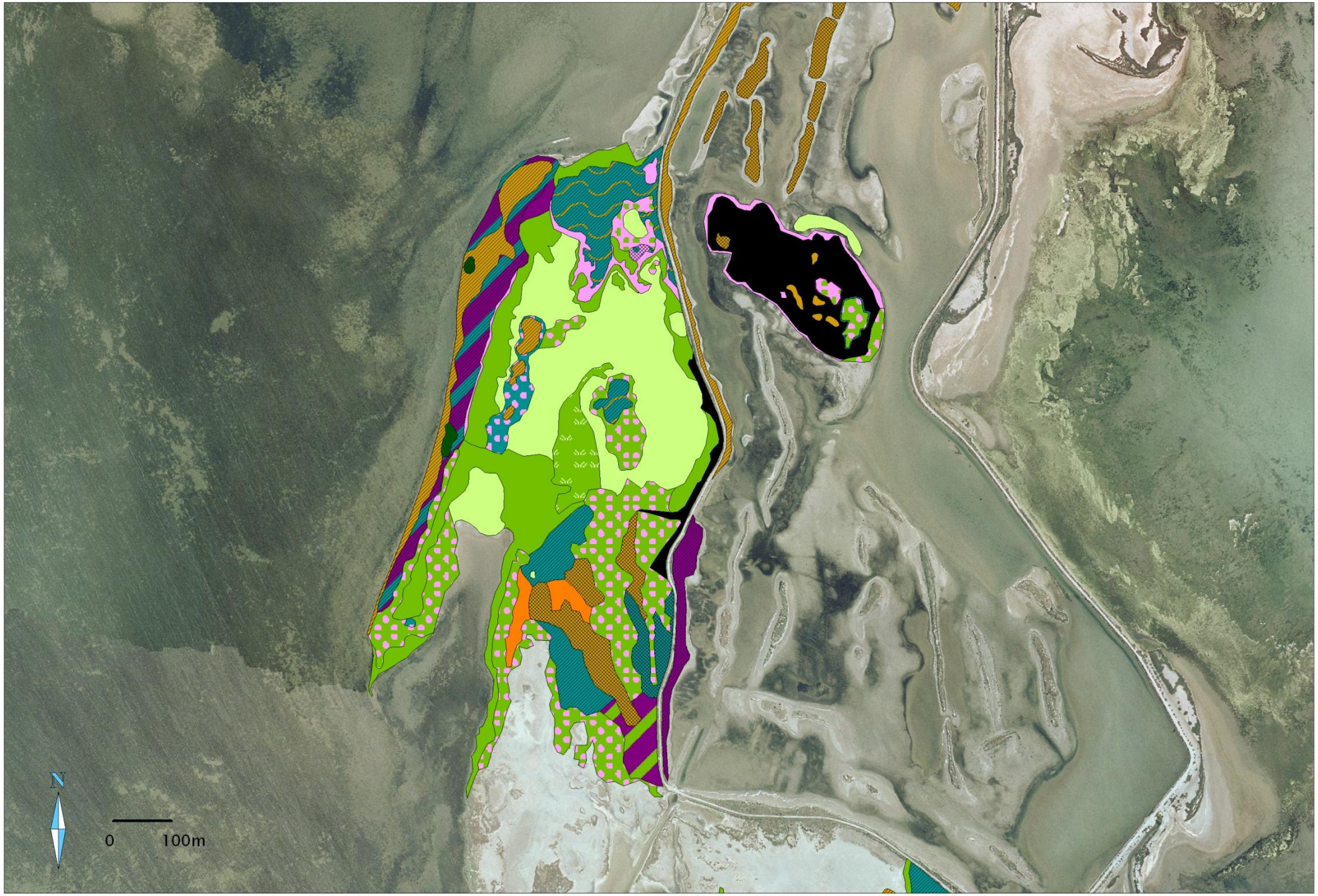
Carte réalisée par N.Patry d'après les relevés de la Tour du Valat 2011 – Fond de carte BD ortho 2003

Cartes des habitats dunaires des marais et étangs des anciens salins de Camargue



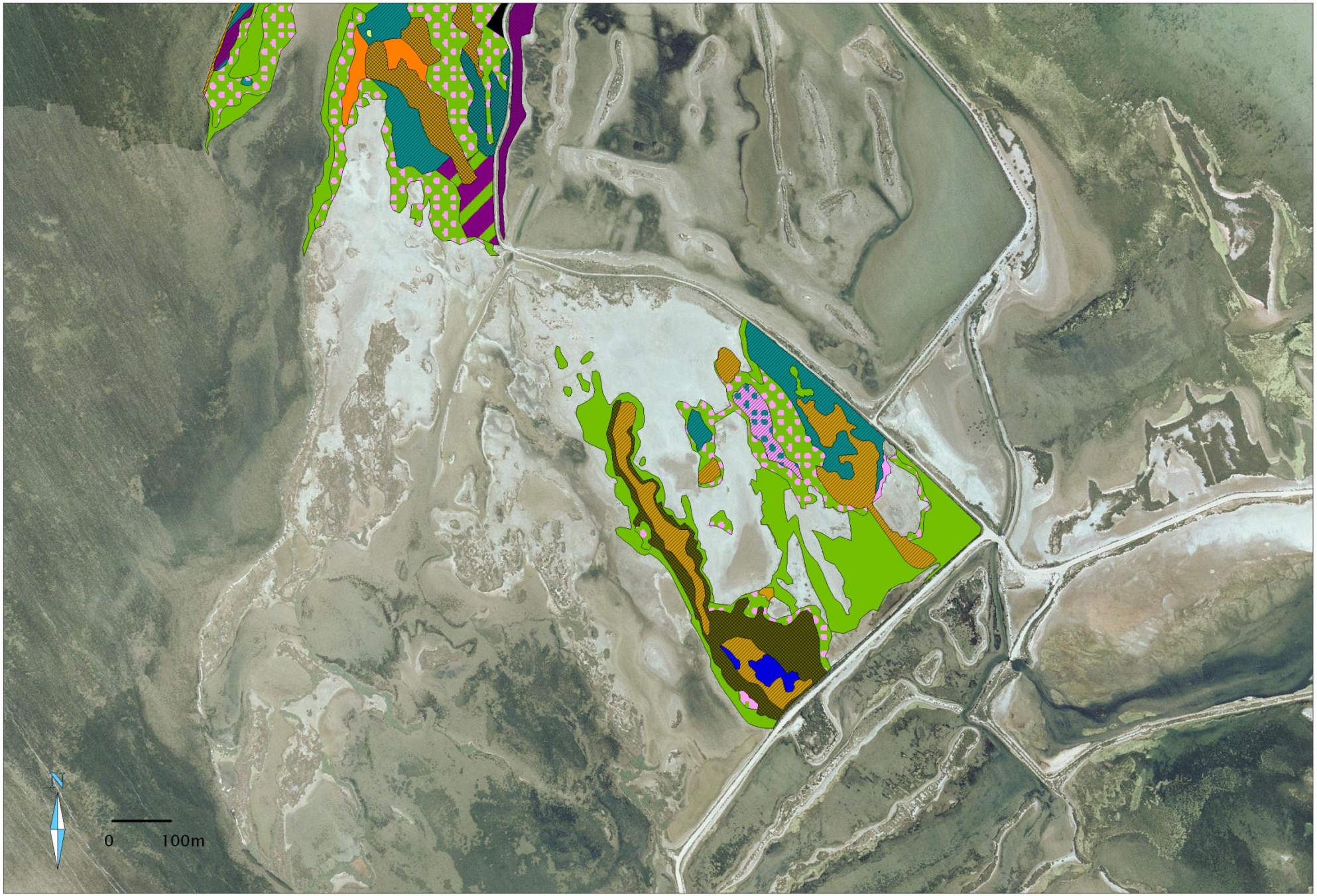
Carte réalisée par N.Patry d'après les relevés de la Tour du Valat 2011 - Fond de carte BD ortho 2003

Cartes des habitats dunaires des marais et étangs des anciens salins de Camargue



Carte réalisée par N.Patry d'après les relevés de la Tour du Valat 2011 – Fond de carte BD ortho 2003

Cartes des habitats dunaires des marais et étangs des anciens salins de Camargue



Carte réalisée par N.Patry d'après les relevés de la Tour du Valat 2011 - Fond de carte BD ortho 2003

Annexe 8 : Inventaire des espèces des dunes des anciens salins

Espèces	**2010**	**2011**	Somme 2011 et 2010
Aeluropus littoralis		1	1
Aetheorhiza bulbosa		1	1
Agrostis stolonifera		1	1
Allium vineale	1	1	2
Ammophila arenaria subsp. australis	1	1	2
Amorpha fruticosa	1	1	2
Andryala integrifolia		1	1
Anthemis maritima	1	1	2
Anthriscus vulgaris		1	1
Aristolochia clematitis	1		1
Artemisia caerulescens subsp. gallica	1	1	2
Artemisia glutinosa	1	1	2
Arthrocnemum fruticosum	1	1	2
Arthrocnemum glaucum	1	1	2
Arthrocnemum perenne	1	1	2
Asparagus maritimus	1	1	2
Asparagus officinalis		1	1
Aster tripolium		1	1
Atriplex halimus		1	1
Avellinia michelii		1	1
Avena barbata		1	1
Barlia robertiana		1	1
Bellardia trixago		1	1
Blackstonia acuminata	1	1	2
Blackstonia imperfoliata		1	1
Brachypodium phoenicoides	1	1	2
Bromus diandrus subsp. diandrus	1	1	2
Bromus hordeaceus		1	1
Bromus madritensis		1	1
Bromus molliformis		1	1
Bupleurum semicompositum		1	1
Cakile maritima subsp. maritima	1	1	2
Calystegia soldanella		1	1
Carduus tenuiflorus		1	1
Carex divisa	1		1
Carex extensa	1	1	2
Carpobrotus sp	1	1	2
Catapodium hemipoa		1	1
Centaurea aspera	1	1	2
Centaurium erythreae	1	1	2
Centaurium pulchellum		1	1
Centaurium spicatum	1	1	2
Centaurium tenuiflorum		1	1
Centranthus calcitrapa		1	1
Chondrilla juncea		1	1
Cladium mariscus		1	1
Clematis flammula		1	1
Conyza sumatrensis		1	1
Coris monspeliensis		1	1
Cortaderia solleana	1	1	2
Crepis foetida	1	1	2
Crepis virens		1	1

Crucianella maritima	1	1	2
Cuscuta sp	1		1
Cutandia maritima	1	1	2
Cynodon dactylon		1	1
Daucus carota	1	1	2
Daucus carota subsp. maritimus	1	1	2
Dittrichia viscosa	1	1	2
Echinophora spinosa Ps L	1	1	2
Eleagnus angustifolia	1	1	2
Elytrigia atherica	1	1	2
Elytrigia campestre		1	1
Elytrigia elongata	1	1	2
Elytrigia juncea	1	1	2
Erianthus ravennae	1	1	2
Erodium cicutarium		1	1
Eryngium maritimum	1	1	2
Euphorbia paralias	1	1	2
Euphorbia pubescens		1	1
Euphorbia segetalis		1	1
Frankenia pulverulenta		1	1
Fraxinus angustifolia	1	?	1
Halimione portulacoides	1	1	2
Helichrysum stoechas var. maritimum	1	1	2
Heliotropium curassavicum		1	1
Holcus lanatus	1	1	2
Hymenolobus procumbens subsp. procumbens	1	1	2
Hypochaeris glabra	1	1	2
Hypochaeris radicata	1	1	2
Imperata cylindrica	1	1	2
Inula crithmoides	1	1	2
Juncus acutus	1	1	2
Juncus bufonius		1	1
Juncus littoralis	1	1	2
Juncus maritimus	1	1	2
Juniperus turbinata	1	1	2
Lactucca serriola		1	1
Lagurus ovatus	1	1	2
Laurus nobilis		1	1
Limonium bellidifolium	1	1	2
Limonium densissimum	1	1	2
Limonium echioides		1	1
Limonium girardianum	1	1	2
Limonium narbonense	1	1	2
Limonium virgatum	1	1	2
Linum maritimum		1	1
Linum strictum		1	1
Lobularia maritima	1	1	2
Lolium rigidum		1	1
Malcolmia littorea	1	1	2
Mathiola sinuata		1	1
Medicago littoralis		1	1
Medicago marina	1	1	2
Medicago minima		1	1
Melilotus albus	1	1	2

Oenothera sp	1	1	2
Olea europaea		1	1
Orobanche sp (sur Artemisia caerulescens subsp. gallica)		1	1
Pancratium maritimum Ps L	1	1	2
Parapholis filiformis	1	1	2
Parapholis incurva		1	1
Phillyrea angustifolia	1	1	2
Phillyrea media		1	1
Phleum arenarium subsp. arenarium	1	1	2
Phragmites australis	1	1	2
Phragmites australis subsp. chrysantha**	1		1
Picris hieracioides		1	1
Pinus halepensis	1	1	2
Pinus pinaster		1	1
Pinus pinea		1	1
Pistacia lentiscus	1		1
Plantago coronomus		1	1
Plantago crassifolia	1	1	2
Plantago scabra subsp. scabra (cf arenaria)		1	1
Polypogon maritimus	1	1	2
Populus alba		1	1
Populus nigra		1	1
Populus tremulus x Populus alba		1	1
Puccinellia festuciformis	1	1	2
Rosmarinum officinalis		1	1
Rostraria littorea		1	1
Rubus fruticosus subsp. ulmifolius	1	1	2
Rumex tinginatus		1	1
Ruppia cf cirrhosa	1	1	2
Sagina maritima	1	1	2
Salicornia emericii var. emericii	1	1	2
Salicornia patula	1	1	2
Salicornis cf appressa	1		1
Salsola kali	1	1	2
Schoenus nigricans	1	1	2
Scirpoides romanus	1	1	2
Scolymus hispanicus		1	1
Sixalix atropurpurea subsp. maritima	1	1	2
Smilax aspera		1	1
Sonchus maritimus	1	1	2
Sonchus oleraceus		1	1
Spartina versicolor	1	1	2
Spergularia heldrechii	1	1	2
Spergularia media	1	1	2
Sphenopus divaricatus		1	1
Sporobolus arenarius	1	1	2
Suaeda maritima	1	1	2
Suaeda vera		1	1
Tamaris gallica	1	1	2
Teucrium flavum	1		1
Teucrium dunense (ex Teucrium polium var. maritimum)		1	1
Thymelaea hirsuta		1	1
Trifolium campestre		1	1
Trifolium scabrum		1	1

Triglochin bulbosum subsp. barrelieri		1	1
Ulmus minor		1	1
Valantia muralis	1	1	2
Vicia sativa subsp. nigra		1	1
Vincetoxicum nigrum		1	1
Vulpia fasciculata	1	1	2
Vulpia membranacea	1	1	2
Yucca sp	1		1
Total par années	94	159	

Espèces observées l'une des deux années seulement	**83**
Espèces observées uniquement dans le périmètre 2011	**74**
Espèces observées uniquement dans le périmètre 2010	**9**
Nbre total SP observées en 2010 et 2011	**168**

En gras : espèces protégées
En italique, espèces introduites à caractère invasif